

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Lightning protection system components (LPSC) –  
Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds**

**Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) –  
Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 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 Secretariat  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

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

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://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](mailto:sales@iec.ch).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

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

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

---

### 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.

#### Recherche de publications IEC -

##### [webstore.iec.ch/advsearchform](http://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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://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](mailto:sales@iec.ch).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

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

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.



IEC 62561-7

Edition 3.0 2024-02

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Lightning protection system components (LPSC) –  
Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds**

**Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) –  
Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.020, 91.120.40

ISBN 978-2-8322-8276-2

**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 .....	8
4.1 General.....	8
4.2 Documentation and installation instructions .....	8
4.3 Material .....	8
4.4 Marking.....	8
5 Tests .....	9
5.1 General.....	9
5.2 Leaching test .....	9
5.2.1 General .....	9
5.2.2 Determination of leachable ions.....	10
5.2.3 Acceptance criteria .....	10
5.3 Sulphur determination.....	10
5.3.1 General .....	10
5.3.2 Acceptance criteria .....	10
5.4 Determination of resistivity.....	10
5.4.1 General .....	10
5.4.2 Testing apparatus.....	10
5.4.3 Test procedure .....	11
5.4.4 Acceptance criteria .....	12
5.5 pH measurement.....	12
5.5.1 General .....	12
5.5.2 Testing apparatus – Reagents .....	12
5.5.3 Material preparation.....	12
5.5.4 Test procedure .....	13
5.5.5 Acceptance criteria .....	13
5.6 Corrosion tests .....	13
5.6.1 General .....	13
5.6.2 Test apparatus .....	13
5.6.3 Test preparation .....	13
5.6.4 Test procedure .....	14
5.6.5 Acceptance criteria .....	14
5.7 Documentation and installation instructions .....	14
5.8 Marking.....	14
6 Structure and content of the test report.....	14
6.1 General.....	14
6.2 Report identification.....	15
6.3 Specimen description.....	15
6.4 Standards and references .....	15
6.5 Test procedure.....	15
6.6 Testing equipment description .....	16
6.7 Measuring instruments description.....	16

- 6.8 Results and parameters recorded ..... 16
  - 6.8.1 Measured, observed or derived results ..... 16
  - 6.8.2 Statement of pass or fail ..... 16
- Annex A (informative) Corrosion load..... 17
- Annex B (normative) Applicability of previous tests ..... 18
- Bibliography..... 19
  
- Figure 1 – Typical configurations for a four-electrode soil box..... 11
- Figure A.1 – Corrosion load (free corrosion without concentration cell) ..... 17
  
- Table B.1 – Differences in the requirements for earthing enhancing compounds  
 complying with IEC 62561-7:2011 or IEC 62561-7:2018..... 18

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

## LIGHTNING PROTECTION SYSTEM COMPONENTS (LPSC) –

### Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds

#### 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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 62561-7 has been prepared by IEC technical committee 81: Lightning protection. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2018. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Figure A.1 has been replaced with a simpler one that clearly shows the high and low corrosion load limits of the earth enhancing compounds without the need for special knowledge;
- b) pH measurement has been introduced.

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

Draft	Report on voting
81/755/FDIS	81/761/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

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 [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

## INTRODUCTION

This part of IEC 62561 deals with the requirements and tests for earthing enhancing compounds used as lightning protection system components (LPSC) designed and implemented in accordance with the IEC 62305 series.



# LIGHTNING PROTECTION SYSTEM COMPONENTS (LPSC) –

## Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds

### 1 Scope

This part of IEC 62561 specifies the requirements and tests for earthing enhancing compounds producing low resistance of an 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.

ISO 4689-3, *Iron ores – Determination of sulfur content – Part 3: Combustion/infrared method*

EN 12457-2, *Characterisation of waste – Leaching – Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges – Part 2: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with particle size below 4 mm (without or with size reduction)*

CEN/TR 16192, *Waste – Guidance on analysis of eluates*

ASTM G57-20, *Standard Test Method for Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method*

ASTM G59-97, *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements*

ASTM G102-89, *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*

### 3 Terms and definitions

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

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

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

#### 3.1

#### **earthing enhancing compound**

#### **EEC**

low resistivity compound that is intended to lower the resistance to earth of an earth termination system when added between the buried earth electrode and the surrounding soil

### **3.2 leaching test**

test during which the earthing enhancing compound is put into contact with a leachant and some constituents of the material are extracted

### **3.3 aggressive EEC**

compound characterized by a pH value and resistivity within the range specified in Annex A

### **3.4 non-aggressive EEC**

compound characterized by a pH value and resistivity within the range specified in Annex A

## **4 Requirements**

### **4.1 General**

Earthing enhancing compounds shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and without danger to persons and the surrounding environment.

The choice of a material depends on its ability to match the requirements of a particular application.

NOTE National regulations can apply.

### **4.2 Documentation and installation instructions**

The manufacturer or supplier of the earthing enhancing compounds shall provide adequate information in his literature to ensure that the installer can select and install the materials in a suitable and safe manner, containing the following information:

- a) preparation instructions;
- b) installation instructions;
- c) resistivity value and the test method used;
- d) conformity statement to the present document (IEC 62561-7).

Compliance is checked in accordance with 5.7.

The manufacturer's literature shall contain information on how to maintain the characteristics of the earthing enhancing compound so it remains stable over time.

### **4.3 Material**

The material of the earthing enhancing compound shall be chemically inert to subsoil. It shall not pollute the environment. It shall provide a stable environment in terms of physical and chemical properties.

Compliance is checked by the tests specified in 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 and 5.6.

### **4.4 Marking**

All products complying with this document shall have indelible markings containing at least the following information:

- a) manufacturer's or responsible vendor's name or its trademark;
- b) any identifying symbol;
- c) the type or the serial number of the batch of the earthing enhancing compound;

- d) the resistivity value;
- e) the pH value.

Where this proves to be impractical the marking in accordance with c), d) and e) may be given on the accompanying documentation.

The marking should be given on the packaging.

Compliance is checked in accordance with 5.8.

## **5 Tests**

### **5.1 General**

The tests in accordance with this document are type tests. These tests are of such a nature that, after they have been performed, it is not necessary to repeat them unless changes are made to the materials, design or type of manufacturing process, which can change the performance characteristics of the product.

Tests are carried out with the specimens prepared as in normal use according to the manufacturer's or supplier's instructions, unless otherwise specified.

All tests are carried out on new specimens.

Three samples are subjected to each individual test and the requirements are satisfied if all the criteria are met, unless otherwise specified.

The applicant, when submitting the material to be tested, can also submit an additional quantity which could be necessary should one test fail. The testing laboratory will then, without further request, repeat the test and will reject the samples only if a further failure occurs. If the additional sample is not submitted at the same time, the failure of one test will entail rejection.

For EECs already tested according to IEC 62561-7 the applicability of previous tests according to Annex B can be applied.

For new components complete type tests and samples according to Clause 5 are required.

### **5.2 Leaching test**

#### **5.2.1 General**

The leaching test shall be performed in accordance with EN 12457-2 in order to determine the content of:

- Fe (iron);
- Cu (copper);
- Zn (zinc);
- Ni (nickel);
- Cd (cadmium);
- Co (cobalt);
- Pb (lead).

### 5.2.2 Determination of leachable ions

Determination of the concentrations of any or all of the metals listed in 5.2.1 shall be performed in accordance with CEN/TR 16192.

### 5.2.3 Acceptance criteria

The criteria are given by national or international regulations.

## 5.3 Sulphur determination

### 5.3.1 General

The test for the determination of sulphur shall be performed in accordance with ISO 4689-3:2017 that specifies a combustion and infrared method, using a high-frequency induction furnace, for the combustion of the sample and infrared technique for the determination of the sulphur content.

### 5.3.2 Acceptance criteria

The material is deemed to have passed the test if all the values measured according to 5.3.1 are less than 2 % in sulphur content. The recorded value of sulphur resulting from this test result shall be indicated in the product documentation.

## 5.4 Determination of resistivity

### 5.4.1 General

The four-electrode method shall be used to determine the resistivity of earthing enhancing compounds as described in ASTM G57-20. Representative samples of the materials shall be taken from a typical packaging as provided by the manufacturer and prepared in accordance with the manufacturer's instructions. Three samples of the earthing enhancement material shall be tested in a four-electrode soil box.

With the four-electrode method, a voltage is applied to the outer electrodes, which causes current to flow. The resulting voltage drop between the inner electrodes is measured using a voltmeter, and the resulting resistance is calculated. The resistance of the material can also be measured directly.

The resistance of each earthing enhancing compound sample shall be converted to the resistivity value using the following formula:

$$\rho = \frac{R \times A}{a} \quad (1)$$

where

$\rho$  is the sample resistivity ( $\Omega \cdot \text{m}$ );

$R$  is the resistance ( $\Omega$ );

$A$  is the cross-sectional area of the container perpendicular to the current flow ( $\text{m}^2$ );

$a$  is the inner electrode spacing, measured from the inner edges of the electrodes (m).

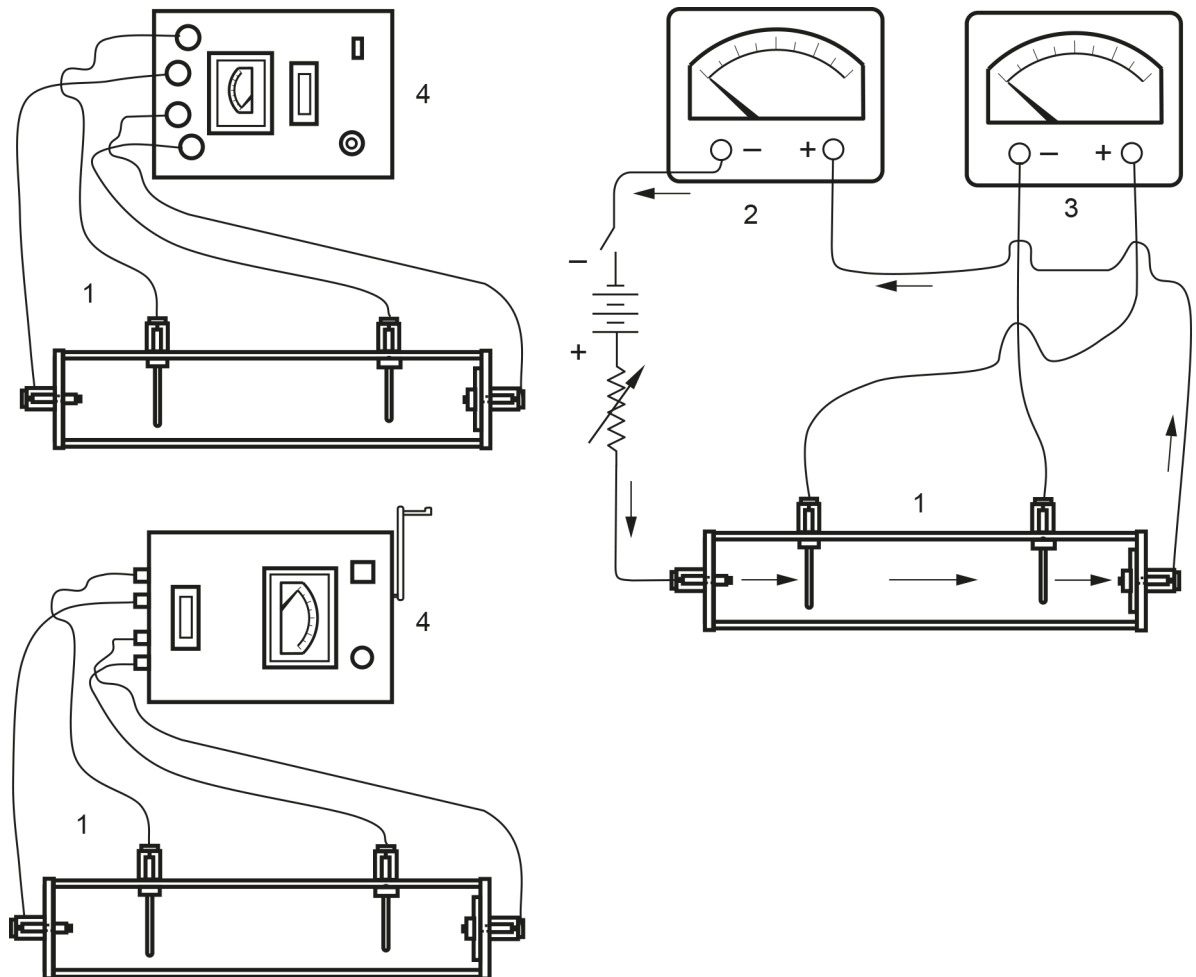
### 5.4.2 Testing apparatus

The following apparatus are permitted to be used:

- a) Any reliable commercially available earth resistance meter having two current and two voltage terminals or a low frequency AC source, a high input impedance voltmeter and

ammeter. Typical connections for use of a soil box with various types of instruments are shown in Figure 1.

- b) Four-electrode soil box, made of an inert non-conductive material with four permanently mounted electrodes manufactured of mild or stainless steel. Soil boxes are commercially available or can be constructed in various sizes, as long as the inside dimensions are known.
- c) Connecting cables.



IEC

#### Key

- 1 soil box
- 2 ammeter
- 3 voltmeter
- 4 earth resistance meter

**Figure 1 – Typical configurations for a four-electrode soil box**

#### 5.4.3 Test procedure

- The earthing enhancing compound shall be prepared in accordance with the manufacturer's instructions. If the material is to be installed as provided, with no preparation required, the earthing enhancing compound shall be tested as received.
- The resistance measurements shall be taken after the elapsed time, as specified by the manufacturer, to allow for curing or maturing if required.
- The sample of the earthing enhancing compounds shall be placed in the soil box in a manner to ensure good constant electrical contact between the earth enhancing compound and the electrodes. For solid materials, a standard 100 N/m<sup>2</sup> pressure should be applied evenly to

the surface of the material under test within the soil box for a period of 1 h and be maintained during the resistance measurement.

- The resistance  $R$  of the samples shall be measured using the earth resistance meter or technical method (derived from current and voltage measurements) and the resistivity of each sample shall be calculated in accordance with 5.4.1.
- The tests shall be carried out at an ambient temperature in the range of +15 °C to +25 °C. The temperature at the time of measurement shall be recorded.

NOTE 1 Both the pressure applied and the moisture level of the sample under test will affect the test results.

NOTE 2 For certain materials, it is possible that the method described in 5.4 is not the most appropriate and that other methods are more desirable. This is under consideration.

#### 5.4.4 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if the obtained resistivity value from the three samples are equal to or less than the resistivity value claimed by the manufacturer.

### 5.5 pH measurement

#### 5.5.1 General

This test covers the procedure for determining the pH of slurries coming from the materials used as earthing enhancing compounds. The significance of the test is important because the earthing enhancing compounds shall be physically and chemically inert with the earth electrodes, to avoid corrosion to the earth electrodes and damage to the surrounding environment.

#### 5.5.2 Testing apparatus – Reagents<sup>1</sup>

- a) pH meter comprising a potentiometer equipped with a glass-calomel electrode system. Follow the manufacturer's instructions for the pH meter used.
- b) Calomel and glass electrodes or equivalent, suitable for measuring viscous slurries or for measuring soils. A combination electrode consisting of a saturated calomel reference electrode and a glass electrode combined as a single electrode is acceptable.
- c) Thermometer. Some pH electrodes have temperature compensation built in as part of the pH electrode, but most do not (see manufacturers' specifications). A thermometer of rugged construction is required for calibration, and a stainless-steel sheathed thermometer is preferred. Metal sheathed thermometers come in different lengths, and a length appropriate for the depth of interest should be chosen.
- d) pH reference solution for the calibration of the pH meter prepared in accordance with the manufacturer's instructions. Usually buffers having a pH of 4, 7 and 10 are used as reference solutions.
- e) Deionized water.
- f) Glassware.
- g) Mixer.
- h) Balance with an accuracy of  $\pm 0,01$  g.

#### 5.5.3 Material preparation

The volume of the material to be tested shall be that appropriate for the pH meter used to perform the test.

If the material is provided commercially in wet form, then it shall be tested as received.

---

<sup>1</sup> A description of the testing apparatus and reagents is provided in ASTM G51-18.

If the material is provided commercially in dry form and used in wet form, then a slurry shall be prepared by mixing the solid and liquid phases in accordance with the manufacturer's instructions. Mixing will continue until the produced slurry is homogenous without any coagulates.

If the material is provided commercially and used in dry form, then it shall be tested as received.

#### **5.5.4 Test procedure**

The tests shall be carried out at an ambient temperature in the range of +15 °C to +25 °C. The temperature at the time of measurement shall be recorded.

- a) The pH meter is calibrated with the reference solution to the range of the expected pH range in accordance with the instructions of the pH meter's supplier.
- b) The electrode is immersed in the material to be tested. Read and report the pH to the first decimal place.

#### **5.5.5 Acceptance criteria**

No acceptance criteria are required. This measurement is done to determine the aggressiveness of the EEC.

NOTE See Annex A.

### **5.6 Corrosion tests**

#### **5.6.1 General**

This test method covers the procedure for determining the corrosiveness of materials used as earthing enhancement compounds. The corrosion rate shall be determined by using potentiodynamic polarization resistance methods as outlined in ASTM G59-97 (subsequent conversion to corrosion rates via ASTM G102-89). The polarization curves collected as per ASTM G59-97 are used to determine the polarization resistance. The significance of the test is important because earthing enhancement materials have to be physically and chemically inert for the earth electrodes in order to avoid corrosion to the earthing electrode and earth lead-in rod.

#### **5.6.2 Test apparatus**

The test apparatus consists of a three-terminal potentiostat, which can be used to impose the positive and negative potential variations and to record the currents necessary to obtain potentials:

- a) distilled water;
- b) glassware;
- c) mixer;
- d) balance with an accuracy of  $\pm 0,001$  g.

#### **5.6.3 Test preparation**

Prepare a mix of the earthing enhancing compound with a water content (by weight) following the manufacturer's instructions.

Place the three electrodes (working, reference and active electrodes) into the material in accordance with the polarization resistance method.

Connect to the potentiostat. The working electrode shall be of a material to represent the ground electrode (e.g. copper-plated or galvanized steel).

The active electrode shall be a graphite electrode.

The reference electrode is typically made of Cu/CuSO<sub>4</sub>. However, it can be any suitable, robust, reference electrode, for example made of Ag/AgCl.

The earthing enhancing compound designed to be used in a hardened or solid state shall be tested after the relevant curing period.

The earthing enhancing compound designed to be used within a dry form shall be tested with a minimum of 40 % in volume water content.

#### 5.6.4 Test procedure

The tests shall be carried out at an ambient temperature in the range of +15 °C to +25 °C. The temperature at the time of measurement shall be recorded.

- a) Obtain the open circuit potential of the working electrode immersed in the earthing enhancing compound.
- b) Obtain the Tafel curve for the earthing enhancing compound.
- c) Determine the Tafel constants and the polarization resistance ( $R_p$ ) values in accordance with ASTM G59-97.
- d) Determine the corrosion rate in accordance with ASTM G102-89.
- e) A visual, post-exposure assessment will follow. If any localized pitting is observed, the test should be repeated with a new specimen.

#### 5.6.5 Acceptance criteria

- a) For copper-plated steel earth electrodes, the polarization resistance shall be  $> 4 \Omega \cdot \text{m}^2$ , ( $0,4 \text{ m} \Omega \cdot \text{cm}^2$ ) for non-aggressive EECs and  $> 8 \Omega \cdot \text{m}^2$ , ( $0,8 \text{ m} \Omega \cdot \text{cm}^2$ ) for aggressive EECs.
- b) For galvanized steel earth electrodes, the polarization resistance shall be  $> 3 \Omega \cdot \text{m}^2$ , ( $0,3 \text{ m} \Omega \cdot \text{cm}^2$ ) for non-aggressive EECs and  $> 7,6 \Omega \cdot \text{m}^2$ , ( $0,76 \text{ m} \Omega \cdot \text{cm}^2$ ) for aggressive EECs.
- c) For earth electrodes made of other materials, the polarization resistance shall fulfil at least the criteria of 5.6.5 b).

NOTE Aggressive and non-aggressive EECs are described in Annex A.

### 5.7 Documentation and installation instructions

The content of the documentation and installation instructions shall be checked by inspection with respect to its completeness, in accordance with 4.2.

### 5.8 Marking

The conformity of marking shall be checked by inspection, in accordance with 4.4.

## 6 Structure and content of the test report

### 6.1 General

The purpose of this Clause 6 is to provide general requirements for laboratory test reports. It is intended to provide means 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.

The report shall be arranged and presented in such a way that it is easily assimilated by the reader, especially with regards to presentation of the test data. The format shall be 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 the information specified in 6.2 to 6.8, as a minimum.

## **6.2 Report identification**

The following information shall be included:

- a) a title or subject of the report;
- b) name, address and telephone number of the test laboratory;
- c) name, address and telephone number of the sub-testing laboratory where the test was carried out, if different from the company which was assigned to perform the test;
- d) unique identification number (or serial number) of the test report;
- e) name and address of the vendor;
- f) paginated report and indication of the total number of pages on each page, including appendices or annexes;
- g) date of issue of the report;
- h) date(s) test(s) was (were) performed;
- 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 the person(s) conducting the test;
- k) the following declaration in order to avoid misuse. "This type test report shall not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing test laboratory. This type test report only covers the samples submitted for test and does not produce evidence of the quality for series production."

## **6.3 Specimen description**

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

## **6.4 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.

## **6.5 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 the testing assembly and measuring set-up.

e) Location of the arrangement in the testing area and measuring techniques.

## **6.6 Testing equipment description**

Description of equipment used for every test conducted, e.g. apparatus used for determination of resistivity (box or tube).

## **6.7 Measuring instruments description**

Characteristics and calibration dates of all instruments used for measuring the values specified in this document (e.g. earth resistance meter, voltmeter, ammeter).

## **6.8 Results and parameters recorded**

### **6.8.1 Measured, observed or derived results**

The measured, observed or derived results shall be clearly identified, at least for:

- a) independent measured values for each test,
- b) the average value for each test,
- c) the required accepting criterion for each test defined by the standard,
- d) the relevant observed or derived results of the tests;
- e) the time period between the preparation of the specimen and the measurement of the resistivity.

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

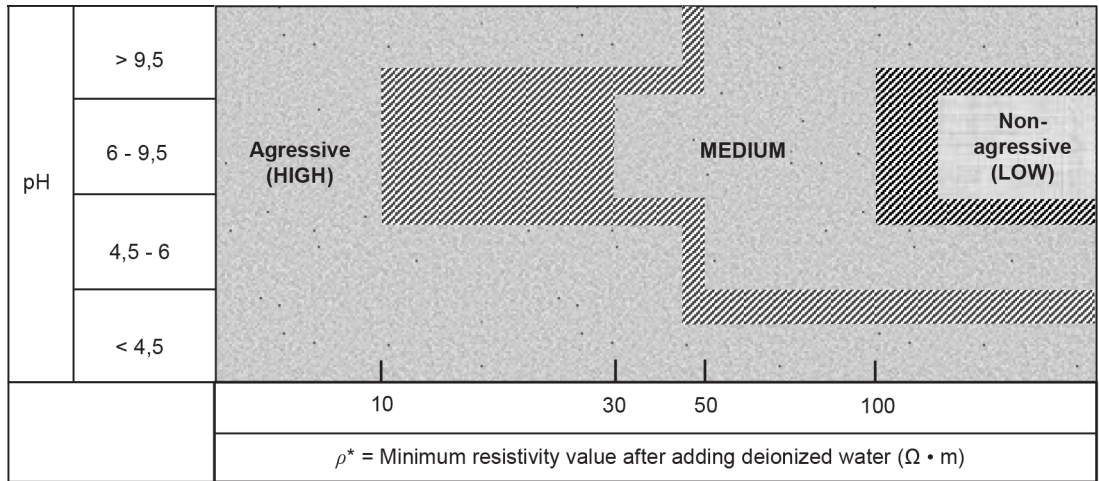
### **6.8.2 Statement of pass or fail**

A statement of pass or fail is necessary, identifying the part of the test for which the specimen has failed and also a description of the failure.

**Annex A**  
(informative)

**Corrosion load**

The minimum resistivity value  $\rho^*$  and the pH value measured on an EEC compound sample after the addition of deionized water allows the assessment of the corrosion loading (see Figure A.1).



IEC

**Figure A.1 – Corrosion load (free corrosion without concentration cell)**

**Annex B**  
(normative)

**Applicability of previous tests**

For earthing enhancing compounds already successfully tested in accordance with IEC 62561-7:2011 or IEC 62561-7:2018, differences between versions in the test procedures identified in Table B.1, are not considered significant enough to warrant the re-testing of the product to meet the requirements of IEC 62561-7:2023.

It is not necessary to repeat tests when the manufacturer of that product clearly states that their product meets all the following requirements:

- there is no change in the classification of the product since it was successfully tested;
- there is no change in the method of manufacture of the product since it was successfully tested;
- there is no change in the design of the product since it was successfully tested;
- there is no change in the materials used in the product since it was successfully tested.

For new products, complete type tests according to this document shall be performed.

**Table B.1 – Differences in the requirements for earthing enhancing compounds complying with IEC 62561-7:2011 or IEC 62561-7:2018**

Test description	IEC 62561-7: 2011	IEC 62561-7: 2018	Re-testing required
Documentation and installation instructions	4.2	4.2	No
Marking	4.4	4.4	No
Determination of resistivity – Test procedure	5.4.3	5.4.3	No
Annex	-	Figure A.1	No

## Bibliography

- [1] IEC 62305 (all parts), *Protection against lightning*
  - [2] IEC 62561-2, *Lightning protection system components (LPSC) – Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes*
  - [3] ASTM G51-18, *Standard Test Method for Measuring pH of Soil for Use in Corrosion Testing*
-

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	22
INTRODUCTION.....	24
1 Domaine d'application .....	25
2 Références normatives .....	25
3 Termes et définitions .....	25
4 Exigences.....	26
4.1 Généralités .....	26
4.2 Documentation et instructions d'installation.....	26
4.3 Matériau .....	26
4.4 Marquage .....	27
5 Essais .....	27
5.1 Généralités .....	27
5.2 Essai de lixiviation .....	27
5.2.1 Généralités .....	27
5.2.2 Détermination des ions de lixiviation.....	28
5.2.3 Critères d'acceptation .....	28
5.3 Détermination de la teneur en soufre .....	28
5.3.1 Généralités .....	28
5.3.2 Critères d'acceptation .....	28
5.4 Détermination de la résistivité .....	28
5.4.1 Généralités .....	28
5.4.2 Appareillage d'essai .....	29
5.4.3 Procédure d'essai .....	30
5.4.4 Critères d'acceptation .....	30
5.5 Mesurage du pH .....	30
5.5.1 Généralités .....	30
5.5.2 Appareillage d'essai – Réactifs .....	30
5.5.3 Préparation du matériau .....	31
5.5.4 Procédure d'essai .....	31
5.5.5 Critères d'acceptation .....	31
5.6 Essais de corrosion .....	31
5.6.1 Généralités .....	31
5.6.2 Appareillage d'essai .....	32
5.6.3 Préparation des essais .....	32
5.6.4 Procédure d'essai .....	32
5.6.5 Critères d'acceptation .....	32
5.7 Documentation et instructions d'installation.....	33
5.8 Marquage .....	33
6 Structure et contenu du rapport d'essai .....	33
6.1 Généralités .....	33
6.2 Identification du rapport .....	33
6.3 Description de l'échantillon .....	34
6.4 Normes et références.....	34
6.5 Procédure d'essai .....	34
6.6 Description des équipements d'essai .....	34
6.7 Description des instruments de mesure.....	34

6.8	Résultats et paramètres enregistrés.....	34
6.8.1	Mesures, observations ou résultats annexes.....	34
6.8.2	Déclaration d'acceptation ou de refus .....	34
Annexe A (informative)	Force corrosive .....	35
Annexe B (normative)	Applicabilité d'essais précédents.....	36
Bibliographie.....		37
Figure 1	– Configurations types pour un récipient à quatre électrodes pour l'analyse du sol .....	29
Figure A.1	– Force corrosive (corrosion libre sans cellule de concentration) .....	35
Tableau B.1	– Différences des exigences pour les enrichisseurs de terre conformes à l'IEC 62561-7:2011 ou à l'IEC 62561-7:2018.....	36

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

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

#### Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre

##### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 62561-7 a été établie par le comité d'études 81 de l'IEC: Protection contre la foudre. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2018. Cette édition constitue une révision technique.



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

- a) la Figure A.1 a été remplacée par une figure plus simple, qui indique clairement les limites haute et basse de la force corrosive des enrichisseurs de terre sans nécessiter aucune connaissance particulière;
- b) le mesurage du pH a été ajouté.

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

Projet	Rapport de vote
81/755/FDIS	81/761/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

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)*, se trouve 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 [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

## INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 62561 spécifie les exigences et les essais pour les enrichisseurs de terre utilisés comme composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) conçus et mis en œuvre conformément à la série IEC 62305.

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

## Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62561 spécifie les exigences et les essais pour les enrichisseurs de terre qui génèrent une faible résistance d'un réseau de prises de terre.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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).

ISO 4689-3, *Minerais de fer – Dosage du soufre – Partie 3: Méthode par combustion et infrarouge*

EN 12457-2, *Caractérisation des déchets – Lixiviation – Essai de conformité pour la lixiviation des déchets fragmentés et des boues – Partie 2: Essai en bâchée unique avec un rapport liquide-solide de 10 l/kg et une granularité inférieure à 4 mm (sans ou avec réduction de la granularité)*

CEN/TR 16192, *Déchets – Recommandations pour analyse des éluats*

ASTM G57-20, *Standard Test Method for Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method* (disponible en anglais seulement)

ASTM G59-97, *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements* (disponible en anglais seulement)

ASTM G102-89, *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements* (disponible en anglais seulement)

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

### **3.1 enrichisseur de terre EEC**

composé à faible résistivité qui est ajouté entre l'électrode de terre enterrée et le sol environnant afin de réduire la résistance à la terre d'un réseau de prises de terre

Note 1 à l'article: L'abréviation "EEC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "earthing enhancing compound".

### **3.2 essai de lixiviation**

essai au cours duquel l'enrichisseur de terre est mis en contact avec un agent lixiviant et des éléments du matériau sont extraits

### **3.3 EEC agressif**

composé caractérisé par une valeur de pH et une résistivité dans la plage spécifiée à l'Annexe A

### **3.4 EEC non agressif**

composé caractérisé par une valeur de pH et une résistivité dans la plage spécifiée à l'Annexe A

## **4 Exigences**

### **4.1 Généralités**

Les enrichisseurs de terre doivent être conçus et construits de manière que leur efficacité en usage normal soit fiable et sans danger pour les personnes et le milieu environnant.

Le choix d'un matériau dépend de sa capacité à satisfaire aux exigences d'applications particulières.

NOTE Des réglementations nationales peuvent s'appliquer.

### **4.2 Documentation et instructions d'installation**

Le fabricant ou le fournisseur des enrichisseurs de terre doit fournir dans sa documentation les informations pertinentes afin de s'assurer que l'installateur peut choisir et installer le matériau de manière sûre et adaptée:

- a) instructions de préparation;
- b) instructions d'installation;
- c) valeur de résistivité et méthode d'essai employée;
- d) déclaration de conformité au présent document (IEC 62561-7).

La conformité est vérifiée conformément au 5.7.

Dans sa documentation, le fabricant doit donner des informations expliquant comment assurer la stabilité des caractéristiques de l'enrichisseur de terre dans le temps.

### **4.3 Matériau**

Le matériau de l'enrichisseur de terre doit être chimiquement inerte pour le sous-sol. Il ne doit pas polluer l'environnement. Il doit par ailleurs fournir un environnement stable du point de vue des propriétés physiques et chimiques.

La conformité est vérifiée par les essais spécifiés en 5.2, en 5.3, en 5.4, en 5.5 et en 5.6.

#### 4.4 Marquage

Les informations minimales suivantes doivent être apposées par marquage indélébile sur l'ensemble des produits conformes au présent document:

- a) le nom du fabricant ou du fournisseur responsable, ou sa marque commerciale;
- b) tout symbole d'identification;
- c) le type ou le numéro de série du lot d'enrichisseurs de terre;
- d) la valeur de résistivité;
- e) la valeur de pH.

Lorsque cela n'est pas possible, les marquages c), d) et e) peuvent être indiqués dans la documentation jointe.

Il convient d'apposer le marquage sur l'emballage.

La conformité est vérifiée conformément au 5.8.

### 5 Essais

#### 5.1 Généralités

Les essais spécifiés dans le présent document sont des essais de type. Ces essais sont de telle nature qu'après avoir été réalisés, il n'est pas nécessaire de les répéter, à moins que des modifications n'aient été introduites dans les matériaux, dans la conception ou dans le type de procédé de fabrication, susceptibles de modifier les caractéristiques de performance du produit.

Les essais sont effectués avec des échantillons préparés comme en usage normal, conformément aux instructions du fabricant ou du fournisseur, sauf spécification contraire.

Tous les essais sont effectués sur des échantillons neufs.

Trois échantillons sont soumis à chaque essai et les exigences sont respectées si tous les critères sont remplis, sauf spécification contraire.

Le demandeur, lorsqu'il présente le matériau à soumettre à l'essai, peut aussi soumettre une quantité complémentaire susceptible de se révéler nécessaire si un échantillon ne satisfait pas à l'essai. Le laboratoire d'essai répètera alors l'essai, sans demande complémentaire, et ne refusera les échantillons que si une nouvelle défaillance se produit. Si l'échantillon supplémentaire n'est pas évalué au même moment, l'échec à un essai entraîne un refus.

Pour les EEC qui ont déjà été soumis à l'essai conformément à l'IEC 62561-7, l'applicabilité d'essais précédents selon l'Annexe B peut être utilisée.

Pour les nouveaux composants, des essais de type complets et des échantillons conformes à l'Article 5 sont exigés.

#### 5.2 Essai de lixiviation

##### 5.2.1 Généralités

L'essai de lixiviation doit être réalisé conformément à l'EN 12457-2 dans le but de déterminer le taux de:

- Fe (fer);
- Cu (cuivre);

- Zn (zinc);
- Ni (nickel);
- Cd (cadmium);
- Co (cobalt);
- Pb (plomb).

### 5.2.2 Détermination des ions de lixiviation

Les concentrations de tout ou partie des métaux répertoriés en 5.2.1 doivent être déterminées conformément au CEN/TR 16192.

### 5.2.3 Critères d'acceptation

Les critères sont donnés par les réglementations nationales ou internationales.

## 5.3 Détermination de la teneur en soufre

### 5.3.1 Généralités

L'essai de détermination de la teneur en soufre doit être réalisé conformément à l'ISO 4689-3:2017, qui spécifie une méthode par combustion et infrarouge, à l'aide d'un four à induction à haute fréquence, pour la combustion de l'échantillon et une technique infrarouge pour la détermination de la teneur en soufre.

### 5.3.2 Critères d'acceptation

Le matériau est considéré comme ayant satisfait à l'essai si l'ensemble des valeurs mesurées selon le 5.3.1, de la teneur en soufre, sont inférieures à 2 %. La teneur en soufre mesurée lors de cet essai doit être consignée dans la documentation de produit.

## 5.4 Détermination de la résistivité

### 5.4.1 Généralités

La méthode à quatre électrodes doit être utilisée pour déterminer la résistivité des enrichisseurs de terre décrits dans l'ASTM G57-20. Des échantillons représentatifs des matériaux doivent être prélevés sur un emballage type fourni par le fabricant et préparés conformément à ses instructions. Trois échantillons du matériau enrichisseur de terre doivent être soumis à l'essai dans un récipient à quatre électrodes pour l'analyse du sol.

La méthode à quatre électrodes applique une tension aux bornes des électrodes extérieures, ce qui provoque l'écoulement du courant. La chute de tension obtenue est mesurée entre les électrodes intérieures à l'aide d'un voltmètre, puis la résistance est calculée. La résistance du matériau peut également être mesurée directement.

La résistance de chaque échantillon d'enrichisseur de terre doit être convertie en valeur de résistivité à l'aide de la formule suivante:

$$\rho = \frac{R \times A}{a} \quad (1)$$

où

$\rho$  est la résistivité de l'échantillon ( $\Omega \cdot m$ );

$R$  est la résistance ( $\Omega$ );

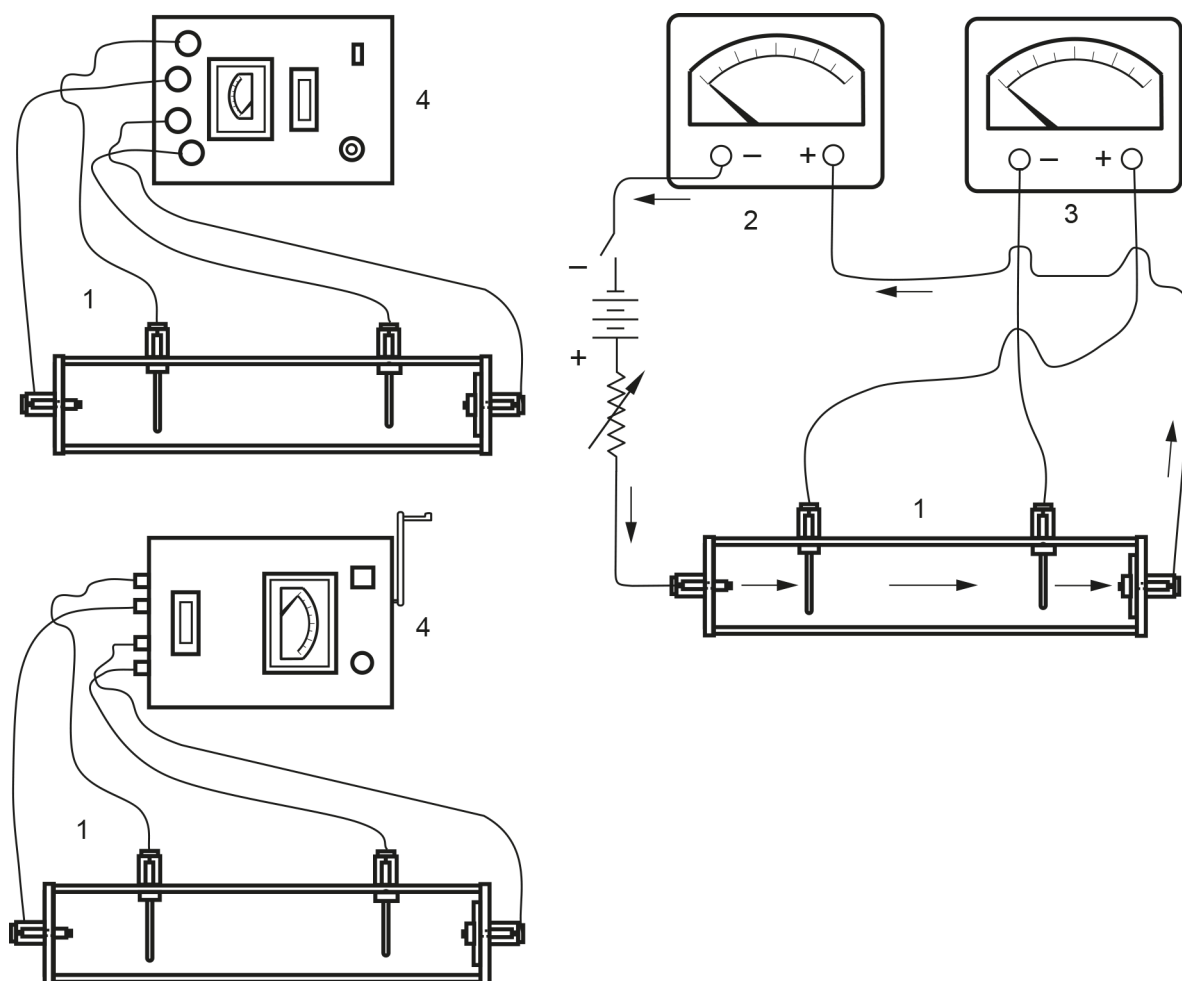
$A$  est la section du récipient perpendiculaire au flux d'écoulement du courant ( $m^2$ );

$a$  est l'écartement des électrodes intérieures, mesuré à partir de leurs bords intérieurs (m).

### 5.4.2 Appareillage d'essai

Il est admis d'utiliser les appareillages suivants:

- tout tellurohmmètre fiable disponible sur le marché qui possède deux bornes de courant et deux bornes de tension ou une source de courant alternatif à basse fréquence, un voltmètre et un ampèremètre à impédance d'entrée élevée. La Figure 1 représente les connexions types pour l'utilisation d'un récipient pour l'analyse du sol avec différents types d'instruments;
- récipient pour l'analyse du sol, constitué d'un matériau non conducteur inerte, avec quatre électrodes fixes en acier doux ou inoxydable. Les récipients pour l'analyse du sol sont disponibles dans le commerce ou peuvent être réalisés dans des dimensions différentes, tant que leurs dimensions intérieures sont connues;
- câbles de connexion.



IEC

#### Légende

- récipient pour l'analyse du sol
- ampèremètre
- voltmètre
- tellurohmmètre

**Figure 1 – Configurations types pour un récipient à quatre électrodes pour l'analyse du sol**

### 5.4.3 Procédure d'essai

- L'enrichisseur de terre doit être préparé selon les instructions du fabricant. Si le matériau doit être installé en l'état, sans aucune préparation exigée, l'enrichisseur de terre doit être soumis à l'essai en l'état de livraison.
- La résistance doit être mesurée après le temps écoulé spécifié par le fabricant, pour permettre le durcissement ou la maturation si cela est exigé.
- L'échantillon d'enrichisseurs de terre doit être placé dans le récipient pour l'analyse du sol de façon à assurer un contact électrique constant correct entre l'enrichisseur de terre et les électrodes. Pour les matériaux solides, il convient d'appliquer de manière uniforme une pression normale de 100 N/m<sup>2</sup> sur la surface du matériau en essai dans le récipient pendant 1 h, et de la maintenir pendant toute la durée de la mesure de résistance.
- La résistance  $R$  des échantillons doit être mesurée au moyen d'un tellurohmmètre ou d'une méthode technique (issue des mesures du courant et de la tension) et la résistivité de chaque échantillon doit être calculée conformément au 5.4.1.
- Les essais doivent être effectués à une température ambiante comprise entre +15 °C et +25 °C. La température au moment du mesurage doit être enregistrée.

NOTE 1 La pression appliquée ainsi que le niveau d'humidité de l'échantillon en essai ont une incidence sur les résultats de l'essai.

NOTE 2 Pour certains matériaux, il est possible que la méthode décrite en 5.4 ne constitue pas la méthode la plus appropriée et que d'autres méthodes soient plus souhaitables. Cet aspect est à l'étude.

### 5.4.4 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme ayant satisfait aux essais si les valeurs de résistivité obtenues avec les trois échantillons sont inférieures ou égales à la valeur de résistivité déclarée par le fabricant.

## 5.5 Mesurage du pH

### 5.5.1 Généralités

Cet essai concerne la procédure de détermination du pH des boues produites à partir des matériaux utilisés comme enrichisseurs de terre. Cet essai est primordial, car les matériaux enrichisseurs de terre doivent être physiquement et chimiquement inertes pour les électrodes de terre, afin d'éviter toute corrosion des électrodes de terre et tout dommage au milieu environnant.

### 5.5.2 Appareillage d'essai – Réactifs<sup>1</sup>

- a) pH-mètre qui comporte un potentiomètre équipé d'un système d'électrode de terre verre-calomel. Suivre les instructions du fabricant du pH-mètre utilisé.
- b) Électrodes au calomel et en verre ou équivalent, adaptées au mesurage des coulis visqueux ou des sols. Une combinaison d'électrodes comprenant une électrode de référence au calomel saturé et une électrode en verre combinées comme une seule électrode est acceptable.
- c) Thermomètre. Certaines électrodes de pH comportent un dispositif intégré de compensation en température, mais la plupart des électrodes ne sont pas équipées d'un tel dispositif (voir les spécifications fournies par les fabricants). Un thermomètre de conception robuste est exigé pour l'étalonnage; un thermomètre avec gaine en acier inoxydable est privilégié. Les thermomètres avec gaine métallique sont proposés dans différentes longueurs; il convient de choisir la longueur appropriée en fonction de la profondeur à étudier.
- d) Solution de référence pH pour l'étalonnage du pH-mètre préparée conformément aux instructions du fabricant. Généralement, les solutions tampons avec un pH de 4, 7 et de 10 sont utilisées comme solutions de référence.

---

<sup>1</sup> Une description de l'appareillage d'essai et des réactifs est fournie dans l'ASTM G51-18.



- e) Eau désionisée.
- f) Récipient en verre.
- g) Mélangeur.
- h) Balance avec une exactitude de  $\pm 0,01$  g.

### 5.5.3 Préparation du matériau

Le volume du matériau à soumettre à l'essai doit être celui approprié au pH-mètre utilisé pour effectuer l'essai.

Si le matériau est disponible dans le commerce sous forme humide, celui-ci doit être soumis à l'essai en l'état de livraison.

Si le matériau est disponible dans le commerce sous forme sèche et utilisé sous forme humide, une boue doit être préparée en mélangeant les phases solide et liquide conformément aux instructions du fabricant. Continuer à mélanger jusqu'à ce que la boue obtenue soit homogène, sans coagulants.

Si le matériau est disponible dans le commerce et utilisé sous forme sèche, celui-ci doit être soumis à l'essai en l'état de livraison.

### 5.5.4 Procédure d'essai

Les essais doivent être effectués à une température ambiante comprise entre  $+15$  °C et  $+25$  °C. La température au moment du mesurage doit être enregistrée.

- a) Le pH-mètre est étalonné avec la solution de référence selon la plage de valeurs de pH attendues conformément aux instructions du fournisseur du pH-mètre.
- b) L'électrode est immergée dans le matériau à soumettre à l'essai. Lire et consigner la valeur de pH à une décimale près.

### 5.5.5 Critères d'acceptation

Aucun critère d'acceptation exigé. Ce mesurage est effectué afin de déterminer l'agressivité de l'EEC.

NOTE Voir l'Annexe A.

## 5.6 Essais de corrosion

### 5.6.1 Généralités

Cette méthode d'essai concerne la procédure de détermination de la corrosivité des matériaux utilisés comme enrichisseurs de terre. La vitesse de corrosion doit être déterminée en appliquant les méthodes de détermination de la résistance de polarisation potentiodynamique spécifiées dans l'ASTM G59-97 (les résultats sont ensuite convertis en vitesses de corrosion selon l'ASTM G102-89). Les courbes de polarisation établies selon l'ASTM G59-97 sont utilisées pour déterminer la résistance de polarisation. Cet essai est primordial, car les matériaux enrichisseurs de terre doivent être physiquement et chimiquement inertes pour les électrodes de terre, afin d'éviter tout dommage par corrosion de l'électrode de terre et du piquet de départ.

### 5.6.2 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai se compose d'un potentiostat à trois bornes qui peut être utilisé afin de réaliser les variations de potentiel positif et négatif et de consigner les courants nécessaires pour obtenir les potentiels exigés:

- a) eau distillée;
- b) récipient en verre;
- c) mélangeur;
- d) balance avec une exactitude de  $\pm 0,001$  g.

### 5.6.3 Préparation des essais

Préparer un mélange d'enrichisseur de terre d'une teneur en eau (en poids) correspondant aux instructions du fabricant.

Placer les trois électrodes (électrodes de travail, de référence et active) dans le matériau en suivant la méthode de détermination de la résistance de polarisation.

Raccorder au potentiostat. L'électrode de travail doit être réalisée dans un matériau représentatif de l'électrode de terre (par exemple, revêtement en cuivre ou acier galvanisé).

L'électrode active doit être une électrode en graphite.

L'électrode de référence est généralement en Cu/CuSO<sub>4</sub>. Toutefois, une électrode de référence en Ag/AgCl, par exemple, peut constituer une alternative robuste et adaptée.

L'enrichisseur de terre destiné à être utilisé à l'état durci ou solide doit être soumis à l'essai après la période de durcissement applicable.

L'enrichisseur de terre destiné à être utilisé sous forme sèche doit être soumis à l'essai avec une teneur minimale en eau de 40 % en volume.

### 5.6.4 Procédure d'essai

Les essais doivent être effectués à une température ambiante comprise entre +15 °C et +25 °C. La température au moment du mesurage doit être enregistrée.

- a) Obtenir le potentiel en circuit ouvert de l'électrode de travail immergée dans l'enrichisseur de terre.
- b) Obtenir la courbe de Tafel pour l'enrichisseur de terre.
- c) Déterminer les constantes de Tafel et les valeurs de résistance de polarisation ( $R_p$ ) conformément à l'ASTM G59-97.
- d) Déterminer la vitesse de corrosion conformément à l'ASTM G102-89.
- e) L'échantillon est soumis à un examen visuel après l'exposition. Si des piqûres localisées sont observées, il convient de répéter l'essai sur un échantillon neuf.

### 5.6.5 Critères d'acceptation

- a) Pour les électrodes de terre en acier avec revêtement en cuivre, la résistance de polarisation doit être  $> 4 \Omega \cdot m^2$ , ( $0,4 m\Omega \cdot cm^2$ ) pour les EEC non agressifs et  $> 8 \Omega \cdot m^2$ , ( $0,8 m\Omega \cdot cm^2$ ) pour les EEC agressifs.
- b) Pour les électrodes de terre en acier galvanisé, la résistance de polarisation doit être  $> 3 \Omega \cdot m^2$ , ( $0,3 m\Omega \cdot cm^2$ ) pour les EEC non agressifs et  $> 7,6 \Omega \cdot m^2$ , ( $0,76 m\Omega \cdot cm^2$ ) pour les EEC agressifs.
- c) Pour les électrodes de terre réalisées dans d'autres matériaux, la résistance de polarisation doit satisfaire au moins au critère du 5.6.5 b).

NOTE Les composés agressifs et non agressifs sont décrits à l'Annexe A.

## 5.7 Documentation et instructions d'installation

L'exhaustivité du contenu de la documentation et des instructions d'installation doit être vérifiée par examen, 4.2.

## 5.8 Marquage

La conformité du marquage doit être vérifiée par examen, selon le 4.4.

# 6 Structure et contenu du rapport d'essai

## 6.1 Généralités

Le présent Article 6 a pour objet d'indiquer les exigences générales pour les rapports d'essai des laboratoires. Il est destiné à aider les laboratoires qui rédigent les rapports d'essai à élaborer des procédures de rapport claires et complètes.

Les résultats de chaque essai effectué par le laboratoire doivent être consignés de manière précise, claire, non ambiguë et objective, conformément à toutes les instructions des 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.

Le rapport doit être articulé et présenté de manière à être facilement compris par le lecteur, en particulier en ce qui concerne la présentation des données d'essai. Le format doit être spécialement conçu et adapté à chaque type d'essai, mais le sommaire doit être normalisé comme cela est indiqué ci-après.

La structure de chaque rapport doit inclure les informations spécifiées du 6.2 au 6.8, au minimum.

## 6.2 Identification du rapport

Les informations suivantes doivent être incluses dans le rapport:

- a) un titre ou le sujet du rapport;
- b) le nom, l'adresse et le numéro de téléphone du laboratoire d'essai;
- c) le nom, l'adresse et le numéro de téléphone du laboratoire d'essai sous-traitant dans lequel l'essai a été effectué, si celui-ci est différent de la société désignée pour réaliser l'essai;
- d) le numéro d'identification unique (ou numéro de série) du rapport d'essai;
- e) le nom et l'adresse du fournisseur;
- f) la pagination du rapport et l'indication du nombre total de pages sur chaque page, y compris dans les annexes;
- g) la date de parution du rapport;
- h) la ou les dates de réalisation de l'essai ou des essais;
- i) la signature et le titre, ou une identification équivalente, de la personne ou des personnes autorisées à signer le contenu du rapport pour le compte du laboratoire d'essai;
- j) la signature et le titre de la personne ou des personnes qui ont conduit les essais;
- k) la déclaration suivante, afin d'en éviter un usage abusif: "Ce rapport d'essai de type ne doit être reproduit qu'intégralement, sauf avec l'accord écrit préalable 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."

### **6.3 Description de l'échantillon**

- a) Description de l'échantillon.
- b) Description détaillée et identification non ambiguë de l'échantillon d'essai ou de l'assemblage d'essai, ou des deux.
- c) Caractérisation et état de l'échantillon d'essai ou de l'assemblage d'essai, ou des deux.
- d) Procédure d'échantillonnage, le cas échéant.
- e) Date de réception des échantillons d'essai.
- f) Photos, dessins ou tout autre document visuel, si disponible.

### **6.4 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.

### **6.5 Procédure d'essai**

- a) Description de la procédure d'essai.
- b) Justification de tout écart, ajout ou exclusion par rapport à la norme de référence.
- c) Toute autre information utile pour un essai spécifique, telle que les conditions d'environnement.
- d) Configuration de l'assemblage d'essai et du dispositif de mesure.
- e) Emplacement du montage dans l'espace d'essai et techniques de mesure.

### **6.6 Description des équipements d'essai**

Description des équipements et appareils utilisés pour chaque essai effectué, par exemple l'appareil ou les appareils utilisés pour déterminer la résistivité (boîte ou tube).

### **6.7 Description des instruments de mesure**

Caractéristiques et dates d'étalonnage de tous les instruments utilisés pour le mesurage des valeurs spécifiées dans le présent document (par exemple, tellurohmmètre, voltmètre, ampèremètre).

### **6.8 Résultats et paramètres enregistrés**

#### **6.8.1 Mesures, observations ou résultats annexes**

Les mesures, observations ou résultats annexes doivent être clairement identifiés au moins en ce qui concerne:

- a) les valeurs mesurées indépendantes pour chaque essai;
- b) la valeur moyenne pour chaque essai;
- c) le critère d'acceptation exigé pour chaque essai défini par la norme;
- d) les résultats observés ou déduits à partir des essais;
- e) la période entre la préparation de l'échantillon et le mesurage de la résistivité.

Les valeurs ci-dessus doivent être présentées sous forme de tableaux, graphiques, dessins, photographies ou tout autre document visuel approprié.

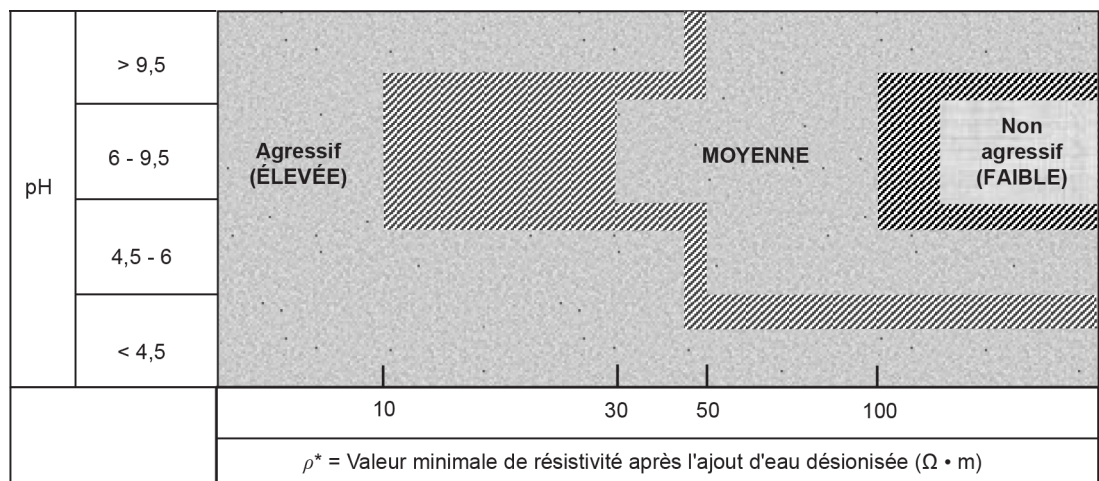
#### **6.8.2 Déclaration d'acceptation ou de refus**

Il est nécessaire d'inclure une déclaration d'acceptation ou de refus qui identifie la partie de l'essai à laquelle les échantillons ont échoué, accompagnée d'une description de la défaillance.

## Annexe A (informative)

### Force corrosive

La valeur de résistivité minimale  $\rho^*$  et la valeur de pH mesurées sur un échantillon d'EEC après l'ajout d'eau désionisée permettent d'évaluer la force corrosive du composé (voir Figure A.1).



IEC

**Figure A.1 – Force corrosive (corrosion libre sans cellule de concentration)**

## Annexe B (normative)

### Applicabilité d'essais précédents

Pour les enrichisseurs de terre qui ont déjà satisfait aux essais conformément à l'IEC 62561-7:2011 ou à l'IEC 62561-7:2018, les différences entre les versions des procédures d'essai identifiées dans le Tableau B.1 ne sont pas considérées comme suffisamment importantes pour justifier de nouveaux essais du produit en vue de satisfaire aux exigences de l'IEC 62561-7:2023.

Il n'est pas nécessaire de répéter les essais lorsque le fabricant du produit concerné indique clairement que son produit satisfait à toutes les exigences suivantes:

- il n'y a eu aucune modification de la classification du produit depuis qu'il a satisfait aux essais;
- il n'y a eu aucune modification de la méthode de fabrication du produit depuis qu'il a satisfait aux essais;
- il n'y a eu aucune modification de la conception du produit depuis qu'il a satisfait aux essais;
- il n'y a eu aucune modification des matériaux utilisés dans le produit depuis qu'il a satisfait aux essais.

Pour les nouveaux produits, des essais de type complets conformément au présent document doivent être réalisés.

**Tableau B.1 – Différences des exigences pour les enrichisseurs de terre conformes à l'IEC 62561-7:2011 ou à l'IEC 62561-7:2018**

Description de l'essai	IEC 62561-7: 2011	IEC 62561-7: 2018	Nouvel essai exigé
Documentation et instructions d'installation	4.2	4.2	Non
Marquage	4.4	4.4	Non
Détermination de la résistivité – Procédure d'essai	5.4.3	5.4.3	Non
Annexe	-	Figure A.1	Non

## Bibliographie

- [1] IEC 62305 (toutes les parties), *Protection contre la foudre*
  - [2] IEC 62561-2, *Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) – Partie 2: Exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre*
  - [3] ASTM G51-18, *Standard Test Method for Measuring pH of Soil for Use in Corrosion Testing* (disponible en anglais seulement)
-







INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

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

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