

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

**Environmental testing –  
Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist**

**Essais d'environnement –  
Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin**





**THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED**  
**Copyright © 2021 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](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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 online collection - [oc.iec.ch](http://oc.iec.ch)**

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. 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 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 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 online collection - [oc.iec.ch](http://oc.iec.ch)**

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. 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 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

**Environmental testing –  
Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist**

**Essais d'environnement –  
Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-9476-5

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

## CONTENTS

FOREWORD .....	3
INTRODUCTION .....	5
1 Scope .....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	6
4 General .....	6
5 Salt solution .....	7
5.1 Preparation of salt solution .....	7
5.2 pH adjustment .....	7
5.3 Filtration .....	7
5.4 Re-use .....	7
6 Test apparatus .....	7
6.1 Test chamber .....	7
6.2 Atomizer(s) .....	8
6.3 Air supply .....	8
6.4 Collecting devices .....	9
6.5 Method for evaluating chamber corrosivity .....	9
7 Test specimens .....	9
8 Initial measurements .....	9
9 Pre-conditioning .....	9
10 Arrangement of the test specimens .....	9
11 Operating conditions .....	10
12 Duration of test .....	11
13 Recovery (at the end of testing) .....	11
14 Final measurements .....	11
15 Information to be given in the relevant specification .....	11
16 Test report .....	12
Annex A (informative) Examples of test apparatus for salt mist test .....	13
Annex B (informative) Method for evaluating corrosivity of the apparatus .....	15
B.1 General .....	15
B.2 Reference specimens .....	15
B.3 Arrangement of the reference specimens .....	15
B.4 Duration of test .....	16
B.5 Determination of mass loss (mass per area) .....	16
B.6 Satisfactory performance of apparatus .....	16
Bibliography .....	17
Figure A.1 – Example of test apparatus for salt mist test .....	13
Figure A.2 – Example of test apparatus for salt mist test .....	14
Table 1 – Suggested values for the temperature of the hot water in the saturation tower .....	8
Table 2 – Operating conditions .....	10

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## ENVIRONMENTAL TESTING –

## Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist

## 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.

IEC 60068-2-11 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 1981. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the preparation of the salt solution has been modified;
- b) the temperature of the solution for measuring pH has been modified;
- c) the atomizing pressure and water temperature of the saturation tower have been added and are given in Table 1;
- d) test report details have been modified;
- e) examples of typical test apparatus have been added and are given in Annex A;

- f) a method for evaluating corrosivity of the apparatus has been added and is given in Annex B;
- g) a bibliography has been added.

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

Draft	Report on voting
104/888/FDIS	104/892/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/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

A list of all parts in the IEC 60068 series, published under the general title *Environmental testing*, 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.

## INTRODUCTION

The object of the test specified in this document is to compare the resistance of electrotechnical equipment to deterioration from salt mist.

It is useful for evaluating the quality and uniformity of protective coatings.

The relationship between the deterioration provided by this test and long-term exposure of electrotechnical equipment to salt laden atmospheres cannot be readily determined. Consequently, the test cannot be reliably used to quantify the long-term aging of electrotechnical equipment. However, as the test commonly accelerates deterioration from salt mist, it does provide a useful means of comparing resistance of electrotechnical equipment to deterioration from salt laden atmospheres.

## ENVIRONMENTAL TESTING –

### Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist

#### 1 Scope

This part of IEC 60068 specifies a test method for assessing the corrosion resistance of electrotechnical products components, equipment and materials in a salt mist environment. Its objective is to verify that the comparative quality of a metallic material, with or without corrosion protection, is maintained when exposed to salt mist.

This test method is useful for evaluating the quality and the uniformity of coatings applied to protect metals against corrosion. It is particularly useful for detecting discontinuities, such as pores and other defects, in certain metallic, organic, anodic oxide and conversion coatings.

#### 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 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

#### 3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

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>

#### 4 General

**WARNING** – This document can involve hazardous materials, operations and equipment. This document does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this document to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

For equipment and components, Test Kb (IEC 60068-2-52) is considered to provide more realistic conditions and to provide means of assessment of individual items. If, however, for particular circumstances, the relevant specification requires this test (Ka) to be applied to individual specimens for qualification purposes, then the specimens should be tested as part of the overall assembly or equipment in which they are to be used and be completed with any protection devices (cases, covers, shields, etc.), as in practice.

NOTE 1 "Salt mist" is also called "salt spray".

NOTE 2 The test specimen(s) is typically not energized during the test.



## 5 Salt solution

### 5.1 Preparation of salt solution

Dissolve a sufficient mass of sodium chloride in distilled or deionized water with a conductivity not higher than  $20 \mu\text{S}/\text{cm}$  at  $25^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$  to produce a concentration of  $50 \text{ g/l} \pm 5 \text{ g/l}$ . The sodium chloride concentration of the sprayed solution collected shall be  $50 \text{ g/l} \pm 5 \text{ g/l}$ . The specific gravity range for a  $50 \text{ g/l} \pm 5 \text{ g/l}$  solution is 1,029 to 1,036 at  $25^\circ\text{C}$ .

The sodium chloride shall not contain a mass fraction of the heavy metals copper (Cu), nickel (Ni) and lead (Pb) in total more than 0,005 %. It shall not contain a mass fraction of sodium iodide more than 0,1 % and a mass fraction of total impurities more than 0,5 %, calculated for dry salt.

NOTE Sodium chloride with anti-caking agents can act as corrosion inhibitors or accelerators. A useful sodium chloride salt grade is a grade named Ph. Eur/USP or JIS, ACS.

### 5.2 pH adjustment

If necessary, adjust the pH of the salt solution so that the pH of the sprayed solution collected within the test chamber is 6,5 to 7,2 at  $25^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$ . Check the pH using electrometric measurement. Measurements of pH shall be done using electrodes suitable for measuring in weakly buffered sodium chloride solution in deionized water.

Make any necessary corrections by adding hydrochloric acid, sodium hydroxide or sodium bicarbonate solution of analytical grade.

WARNING – Hydrochloric acid (CAS no. 7647-01-0) solution is toxic, corrosive, irritating and very toxic to aquatic life. Handling of hydrochloric acid solution shall be restricted to skilled personnel or conducted under their control. Care shall be taken in the disposal of this solution.

WARNING – Sodium hydroxide (CAS no. 1310-73-2) solution is toxic, corrosive and irritating. Handling of sodium hydroxide solution shall be restricted to skilled personnel or conducted under their control. Care shall be taken in the disposal of this solution.

NOTE Possible changes in pH can result from loss of carbon dioxide in the solution when it is sprayed. Such changes can be avoided by reducing the carbon dioxide content of the solution by, for example, heating it to a temperature above  $35^\circ\text{C}$  before it is placed in the apparatus, or by making the solution using freshly boiled water.

The pH shall be measured when preparing each new batch of solution.

### 5.3 Filtration

If necessary, filter the solution before placing it in the reservoir of the apparatus, to remove any solid matter which might block the apertures of the spraying device.

### 5.4 Re-use

The sprayed solution shall not be re-used.

## 6 Test apparatus

### 6.1 Test chamber

The chamber for this test shall be constructed of such materials that will not influence the corrosive effects of the salt mist.

The detailed construction of the chamber, including the method of producing the mist, is provided as follows:

- The operating conditions in the chamber shall be within the limits specified (see Clause 11).
- The chamber shall have sufficient volume and performance that the introduction of test specimens will not detrimentally affect the control of the conditions.
- The solution shall not be sprayed directly onto test specimens but rather spread throughout the test chamber so that it falls naturally down to them.
- The upper parts of the chamber shall be designed so that drops of sprayed solution formed on its surface do not fall on the test specimens being tested.
- The chamber shall be properly vented to prevent pressure build-up and allow uniform distribution of salt mist. The discharge end of the vent shall be protected from strong air currents which can have a negative effect to the air flow.
- The test temperature shall be measured at least 100 mm from walls and radiant heat sources.

NOTE Examples of test apparatus are shown in Annex A (see Figure A.1 and Figure A.2).

## 6.2 Atomizer(s)

The atomizer(s) used shall be of such a design and construction as to produce a finely divided, wet, dense mist. The atomizer(s) shall be made of material that is non-reactive to the salt solution.

## 6.3 Air supply

The compressed air entering the atomizer(s) shall be essentially free from all impurities, such as oil and dust.

Means shall be provided to humidify and warm the compressed air as required to meet the operating conditions. The atomizing pressure shall be at an overpressure of 70 kPa to 170 kPa. The pressure is typically 98 kPa  $\pm$  10 kPa but can vary depending on the type of test chamber and atomizer used. The appropriate temperature depends on the pressure used and on the type of atomizer. Temperature, pressure or humidification, or a combination thereof, shall be adjusted so that the rate of collection of the spray in the chamber and the concentration of the collected spray are kept within the specified limits (see Clause 11). A commonly used humidifier is the saturation tower, where temperature and pressure are controllable. Table 1 gives suggested values on temperature and pressure combinations for the saturation tower. Distilled or deionized water with a conductivity not higher than 20  $\mu$ S/cm at 25 °C  $\pm$  2 K shall be used for humidification of spray air.

**Table 1 – Suggested values for the temperature of the hot water in the saturation tower**

Atomizing overpressure	Suggested values for the temperature of the hot water in the saturation tower when performing the salt mist test
kPa	°C
70	45
84	46
98	48
112	49
126	50
140	52
160	53
170	54

#### **6.4 Collecting devices**

At least two collecting devices shall be used to check the homogeneity of the spraying of the chamber. A collecting device shall consist of a collecting funnel which has a diameter of  $100\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ , corresponding to a collecting area of approximately  $80\text{ cm}^2$ . The funnel should be made of chemically inert material and its stem inserted into a suitable measuring container.

#### **6.5 Method for evaluating chamber corrosivity**

To check the reproducibility of the test results, the corrosivity of the apparatus shall be verified at regular intervals. A suitable method for evaluating corrosivity of the apparatus by use of reference specimens is described in Annex B.

### **7 Test specimens**

The number and type of test specimens, their shape and their dimensions shall be selected in accordance with the relevant specification. When not specified, these parameters shall be mutually agreed between the interested parties.

### **8 Initial measurements**

The test specimens shall be visually examined and, if necessary, electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

NOTE Pre-test photographs of condition are useful when deciding if there has been degradation. Alternatively, retaining a second untested sample is useful for comparison purposes.

### **9 Pre-conditioning**

The relevant specification shall specify the cleaning method to be applied immediately before the test. It shall also state whether or not to remove any temporary protective coating.

The cleaning method used shall not interfere with the effect of the salt mist on the test specimen, nor introduce any secondary corrosion. Touching of the test surfaces by hand should be avoided as far as possible before the test.

### **10 Arrangement of the test specimens**

**10.1** The test specimens shall be tested in their normal operating positions in accordance with the relevant specification.

**10.2** The angle at which the surface of the test specimen is exposed in the chamber is very important. The angle shall be mutually agreed between the interested parties.

Unless otherwise specified, specimens shall be mounted at an angle of  $20^\circ \pm 5^\circ$  to the vertical, with the area of primary interest facing up. This is common practice for testing metallic specimens and are common measures to protect them from corrosion. When testing assemblies or enclosures, it can be preferable to mount the specimen at the same angle as in normal use.

**10.3** The test specimens shall be arranged so that they do not come into contact with the chamber and so that surfaces to be tested are exposed to free circulation of spray. The test specimens may be placed at different levels within the chamber as long as the solution does not drip from the test specimens or their supports at one level onto other test specimens placed below. When practical, specimen repositioning at regular intervals during the test is recommended.

**10.4** The supports for the test specimens shall be made of inert non-metallic material. If it is necessary to suspend test specimens, the material used shall not be metallic but shall be synthetic fibre, cotton thread or other inert insulating material.

## 11 Operating conditions

**11.1** The operating conditions shall be as specified in Table 2.

**Table 2 – Operating conditions**

Condition	Specified value
Temperature	35 °C ± 2 K
Average collection rate for a horizontal collecting area of 80 cm <sup>2</sup>	1,5 ml/h ± 0,5 ml/h
Concentration of sodium chloride (collected solution)	50 g/l ± 5 g/l
pH (collected solution)	6,5 to 7,2

The ± tolerances given are the allowable operational fluctuations, which are defined as the positive and negative deviations from the setting of the sensor at the operational control set point during equilibrium conditions. This does not mean that the set value may vary by plus/minus the amount indicated from the given value.

**11.2** Check the collection rate and other test conditions in the test chamber, filled to a similar extent as during the test. A completely filled chamber often exhibits different performance than the same chamber operated empty. The trial run for confirming the test conditions should be performed for a minimum of 24 h before starting a test. A trial run is not necessary when the time between tests is five day or less, if mutually agreed between the interested parties.

The measurements of test conditions shall be made immediately following the trial run and before exposing the test specimens to be tested. Care should be taken to only measure the solution that has not been subjected to significant evaporation. After it has been confirmed that the test conditions are within a specified range, stop spraying the salt solution, fill the test chamber with test specimens and start the test.

Evaporation of the collected solution inside the chamber and during measurement can have an effect on the concentration and pH.

**11.3** Place at least two clean and dry collecting devices in the zone of the chamber where the test specimens are placed, one close to an inlet of spray and one remote from an inlet. Additional collecting devices may be used for more precise mapping of the spray homogeneity. The collecting devices shall be placed such that they are not shielded by the test specimens, and so that only mist, and not liquid falling from specimens or from parts of the chambers, is collected. Each collecting device shall collect sprayed solution in the amount of 1,5 ml/h ± 0,5 ml/h averaged over a minimum period of 24 h. In addition to performing a trial run prior to tests (11.2), daily monitoring of the collection rate is recommended during tests, when practical.

NOTE Additional collecting devices are placed in quantities proportional to the chamber exposure area. For optional daily monitoring, using a smaller quantity of collecting devices is common.

**11.4** The solution as collected in each of the collecting devices (6.4) shall have a concentration and pH within the ranges given in Table 2.

**11.5** During operation, the solution tank shall be covered by a lid to prevent dust or other contaminants from influencing the solution and to prevent the concentration of sodium chloride and the pH from fluctuating.

## **12 Duration of test**

**12.1** The duration of the test shall be as specified in the relevant specification. The duration should be selected from one of the following preferred durations: 16 h, 24 h, 48 h (2 days), 96 h (4 days), 168 h (1 week), 336 h (2 weeks) and 672 h (4 weeks).

**12.2** Interruptions of the test shall be minimized. The chamber shall be opened only for brief visual inspections of the test specimens in position and for replenishing the salt solution in the reservoir, if such replenishment cannot be carried out from outside the chamber.

The total opening time per day shall not exceed 1 h.

**12.3** If the end-point of the test depends on the appearance of the first sign of corrosion, the test specimens shall be inspected frequently with the requirements of 12.2.

**12.4** A periodic visual inspection of specimens under test for a predetermined period may be carried out, but the surfaces under test shall not be disturbed, and the period for which the chamber is open shall be the minimum necessary to observe and record any visible changes.

## **13 Recovery (at the end of testing)**

At the completion of the test, test specimens, unless otherwise specified by the relevant specification, shall be washed in running tap water for 5 min, rinsed in distilled or deionized water. The temperature of the water used for washing shall not exceed 35 °C.

Washing should be sufficient to remove salt deposits while not removing corrosion products, both of which could have an effect on specimen evaluations.

After washing, the test specimens shall be shaken by hand or subjected to air blast to remove droplets of water, then dried under controlled recovery conditions (IEC 60068-1) for not less than 1 h and not more than 2 h.

## **14 Final measurements**

The test specimens shall be visually inspected and, if necessary, electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

The results shall be recorded in the test report.

## **15 Information to be given in the relevant specification**

The following details shall be given, in so far as they are applicable in the relevant specification, as this information is always required:

- a) Test specimens (see Clause 7);
- b) Initial measurements (see Clause 8);
- c) Pre-conditioning (see Clause 9);

- d) Arrangement of the test specimens (see Clause 10);
- e) Duration of test (see Clause 12);
- f) Recovery (see Clause 13);
- g) Final measurements (see Clause 14).

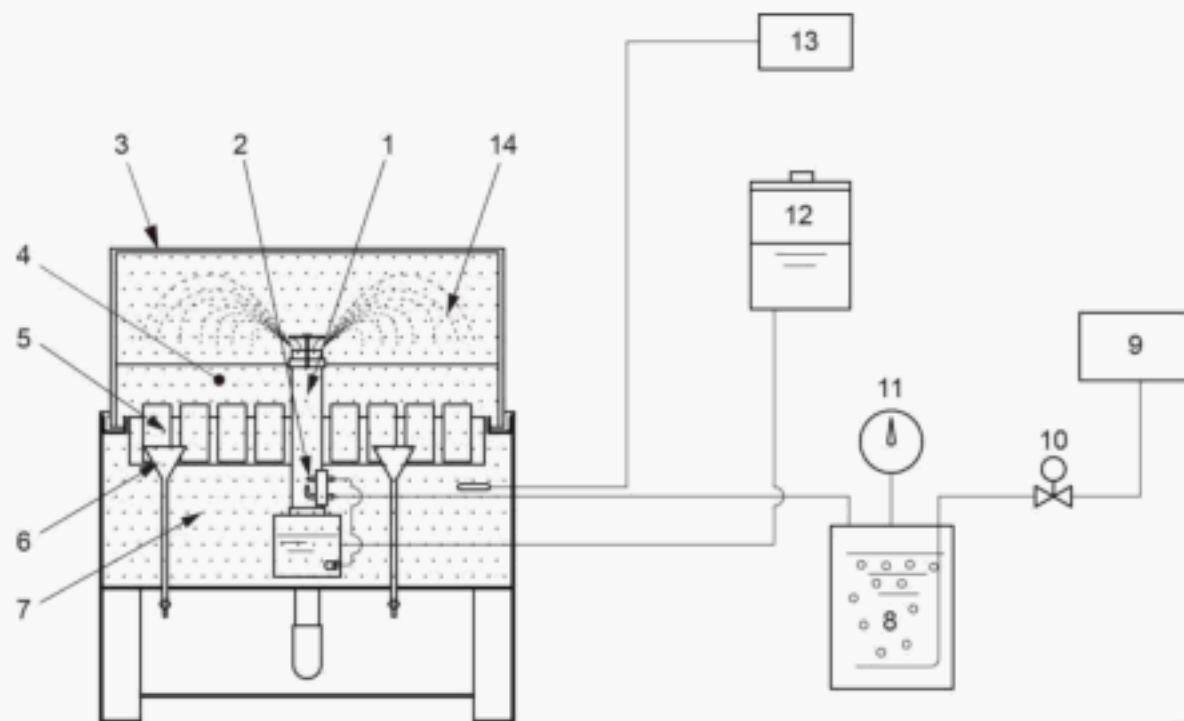
## 16 Test report

The following details shall be given in the test report, where applicable:

- a) reference to this document, i.e. IEC 60068-2-11:20XX;
- b) type and purity of salt and water used;
- c) test apparatus (manufacturer, model number, etc.);
- d) corrosivity of test apparatus evaluated to suitable method (see Annex B);
- e) description of test specimen;
- f) methods and results of initial measurements (see Clause 8);
- g) pre-conditioning of test specimen, including any cleaning method applied before the test and whether or not to remove the temporary protective coating;
- h) the angle at which the test specimen is exposed;
- i) operating conditions (see Table 2);
- j) duration of test;
- k) recovery conditions and duration;
- l) periodic inspection and any visible changes, if performed;
- m) method and results of final measurements (see Clause 14);
- n) any deviations from the procedure;
- o) any unusual features observed;
- p) the date of the test.

## Annex A (informative)

### Examples of test apparatus for salt mist test



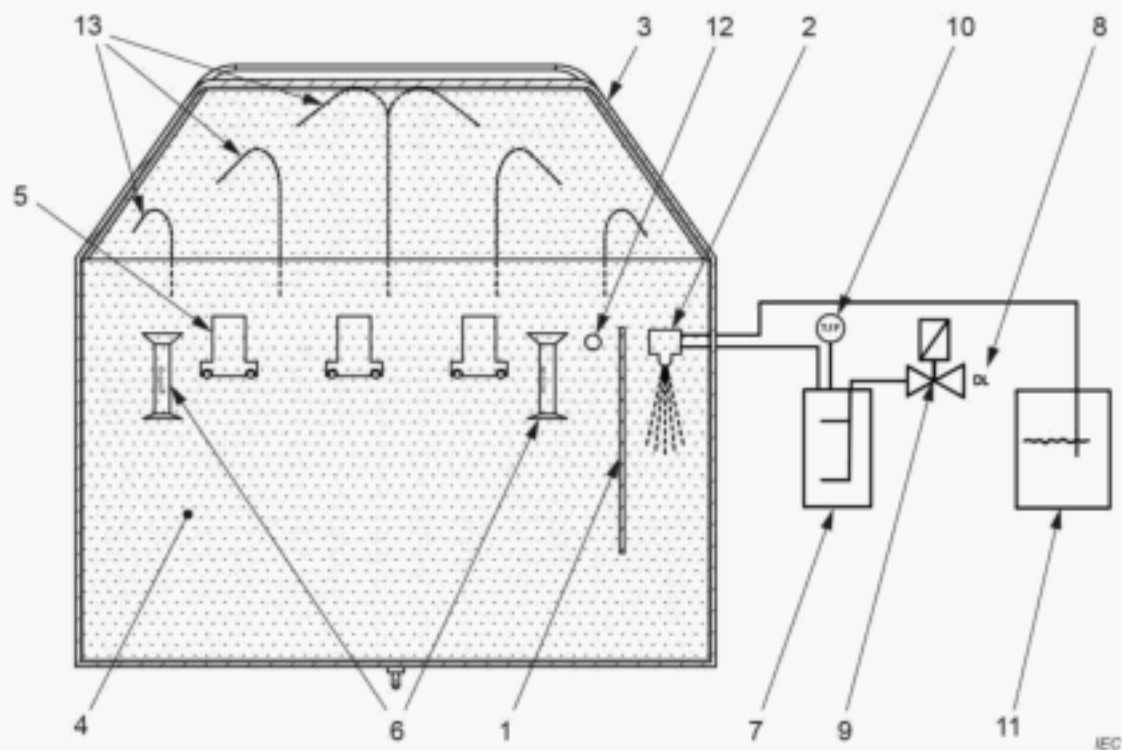
IEC

#### Key

1	dispersion tower	8	saturation tower
2	atomizer	9	compressed air
3	cover	10	solenoid valve
4	test chamber	11	pressure gauge
5	test specimen	12	solution tank
6	collecting device	13	temperature controls
7	salt mist	14	naturally falling down salt mist

**Figure A.1 – Example of test apparatus for salt mist test**

Figure A.1 is an illustration of one possible implementation of a salt spray chamber. Any other implementation which fulfils the requirements may be used.



**Key**

- |   |                   |    |                                  |
|---|-------------------|----|----------------------------------|
| 1 | air duct          | 8  | compressed air                   |
| 2 | atomizer          | 9  | solenoid valve                   |
| 3 | test chamber      | 10 | pressure gauge                   |
| 4 | salt mist         | 11 | solution tank                    |
| 5 | test specimen     | 12 | temperature control              |
| 6 | collecting device | 13 | naturally falling down salt mist |
| 7 | air humidifier    |    |                                  |

**Figure A.2 – Example of test apparatus for salt mist test**

Figure A.2 is an illustration of one possible implementation of a salt spray chamber. Any other implementation which fulfils the requirements may be used.



## **Annex B** (informative)

### **Method for evaluating corrosivity of the apparatus**

#### **B.1 General**

To check the reproducibility and repeatability of the test results for one piece of apparatus, or for similar items of apparatus in different laboratories, it is necessary to verify the apparatus at regular intervals as described in Clause B.2 to Clause B.5.

NOTE During permanent operation, a reasonable time period between two checks of the corrosivity of the apparatus is generally considered to be three months.

To determine the corrosivity of the test, reference specimens made of steel shall be used.

#### **B.2 Reference specimens**

To verify the apparatus, use at least four reference specimens of  $1,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$  thickness and  $150 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ , of CR4 grade steel in accordance with ISO 3574 with an essentially faultless surface<sup>1</sup> and a matt finish (arithmetical mean deviation of the profile  $R_a = 0,8 \text{ } \mu\text{m} \pm 0,3 \text{ } \mu\text{m}$ ). Cut these reference specimens from cold-rolled plates or strips.

The reference specimens shall be thoroughly cleaned before testing, if not otherwise specified. The cleaning method employed shall depend on the nature of the material, its surface and the contaminants and shall not include the use of any abrasives or solvents which can attack the surface of the specimens.

Ensure reference specimens are not recontaminated after cleaning as a result of handling errors.

Thoroughly clean the reference specimens with an appropriate organic solvent (such as a hydrocarbon with a boiling point between  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ ) using a clean soft brush or soft cloth, non-woven lint free cloth, that does not leave any residue or an ultrasonic cleaning device. Carry out the cleaning in a vessel full of solvent. After cleaning, rinse the reference specimens with fresh solvent and then dry them.

**WARNING** – Most organic solvents are flammable liquids, toxic and irritating. Handling of organic solvent shall be restricted to skilled personnel or conducted under their control. Care shall be taken in the disposal of these solvents.

Determine the mass of the reference specimens to  $\pm 1 \text{ mg}$ . Protect one face of the reference specimens with a removable coating, for example an adhesive plastic film. The edges of the reference specimens may be protected by the adhesive tape as well.

#### **B.3 Arrangement of the reference specimens**

Position at least four steel reference specimens in four quadrants (if six specimens are available, place them in six different positions including four quadrants) in the zone of the chamber where the test specimens are placed, with the unprotected face upwards, and at an angle of  $20^\circ \pm 5^\circ$  from the vertical. The support for the reference specimens shall be made of, or coated with, inert materials such as plastics. The lower edge of the reference specimens shall be in level with the top of the salt spray collector.

<sup>1</sup> "Essentially faultless" means free from pores, marks, scratches and any light colouration.

The chamber should be verified during the testing of test specimens. In this case, the reference specimens and the test specimens shall not affect each other. Otherwise, the chamber shall be filled with substitute specimens to maintain the homogeneity of the chamber. The verification procedure shall be performed using the same settings as for the test runs.

#### **B.4 Duration of test**

The test duration shall be 48 h.

#### **B.5 Determination of mass loss (mass per area)**

At the end of the test, immediately take the reference specimens out of the chamber and remove the protective coating. Remove the corrosion products by mechanical and chemical cleaning, as described in ISO 8407. As the option of chemical cleaning, use a solution for 10 min at 23 °C with dissolving diammonium hydrogen citrate  $[(\text{NH}_4)_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7]$  (recognized analytical grade) in water to produce a concentration of 200 g/l.

After each stripping, thoroughly clean the reference specimens at ambient temperature with water, then with ethanol, followed by drying.

Weigh the reference specimens to the nearest 1 mg. Divide the determined mass loss by the area of the exposed surface area of the reference specimen in order to assess the metal mass loss per square metre of the reference specimen.

It is recommended that a freshly prepared solution be used during each procedure for the removal of corrosion products.

#### **B.6 Satisfactory performance of apparatus**

The apparatus has performed satisfactorily if the mass loss of each reference specimen is within the range of  $70 \text{ g/m}^2 \pm 20 \text{ g/m}^2$  after 48 h of testing.

### Bibliography

- [1] IEC 60068-2-52, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*
  - [2] ISO 3574, *Cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing qualities*
  - [3] ISO 8407, *Corrosion of metals and alloys – Removal of corrosion products from corrosion test specimens*
  - [4] ISO 9227, *Corrosion tests in artificial atmospheres – Salt spray tests*
  - [5] Shigeru Suga & Shigeo Suga, Report on the results from the ISO/TC 156/WG 7 International Round Robin Test Programme on ISO 9227 Salt spray tests. *J. Surface Finish. Soc. Japan.* 2005, **56**, p. 28
-

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	19
INTRODUCTION .....	21
1 Domaine d'application .....	22
2 Références normatives .....	22
3 Termes et définitions .....	22
4 Généralités .....	22
5 Solution saline .....	23
5.1 Préparation de la solution saline .....	23
5.2 Ajustement du pH .....	23
5.3 Filtration .....	23
5.4 Réutilisation .....	23
6 Appareillage d'essai .....	24
6.1 Chambre d'essai .....	24
6.2 Pulvérisateur(s) .....	24
6.3 Source d'air .....	24
6.4 Dispositifs de collecte .....	25
6.5 Méthode d'évaluation de la corrosivité de la chambre .....	25
7 Spécimens d'essai .....	25
8 Mesurages initiaux.....	25
9 Préconditionnement .....	25
10 Disposition des spécimens d'essai .....	26
11 Conditions de fonctionnement .....	26
12 Durée de l'essai .....	27
13 Reprise (à la fin des essais) .....	27
14 Mesurages finaux .....	28
15 Informations à inclure dans la spécification applicable .....	28
16 Rapports d'essai .....	28
Annexe A (informative) Exemple d'appareillage d'essai pour l'essai au brouillard salin .....	29
Annexe B (informative) Méthode d'évaluation de la corrosivité de l'appareillage .....	31
B.1 Généralités .....	31
B.2 Spécimens de référence .....	31
B.3 Disposition des spécimens de référence .....	32
B.4 Durée de l'essai .....	32
B.5 Détermination de la perte de masse (masse surfacique) .....	32
B.6 Fonctionnement satisfaisant de l'appareillage .....	32
Bibliographie .....	33
Figure A.1 – Exemple d'appareillage d'essai pour l'essai au brouillard salin .....	29
Figure A.2 – Exemple d'appareillage d'essai pour l'essai au brouillard salin .....	30
Tableau 1 – Valeurs suggérées de température de l'eau chaude dans la colonne de saturation .....	25
Tableau 2 – Conditions de fonctionnement .....	26

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

## Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin

## 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'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.

L'IEC 60068-2-11 a été établie par le comité d'études 104 de l'IEC: Conditions, classification et essais d'environnement. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 1981. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) la préparation de la solution saline a été modifiée;
- b) la température de la solution de mesure du pH a été modifiée;
- c) la pression d'injection et la température de l'eau de la colonne de saturation ont été ajoutées et sont données dans le Tableau 1;
- d) les détails du rapport d'essai ont été modifiés;

- e) les figures représentant l'appareillage d'essai type ont été ajoutées et sont données à l'Annexe A;
- f) la méthode d'évaluation de la corrosivité de l'appareillage a été ajoutée et est donnée à l'Annexe B;
- g) la bibliographie a été ajoutée.

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

Projet	Rapport de vote
104/888/FDIS	104/892/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/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60068, publiées sous le titre général *Essais d'environnement*, 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 au document recherché. À cette date, le document sera

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

## INTRODUCTION

L'essai spécifié dans le présent document a pour objet de comparer la résistance des équipements électrotechniques à la détérioration due au brouillard salin.

Il est utile pour évaluer la qualité et l'uniformité des revêtements de protection.

La relation entre la détérioration fournie par cet essai et l'exposition à long terme d'équipements électrotechniques à des atmosphères chargées en sel ne peut pas être facilement déterminée. Par conséquent, l'essai ne peut pas être utilisé de manière fiable pour quantifier le vieillissement à long terme des équipements électrotechniques. Toutefois, dans la mesure où cet essai accélère généralement la détérioration due au brouillard salin, il constitue un moyen utile de comparer la résistance des équipements électrotechniques à la détérioration due aux atmosphères chargées en sel.

## ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

### Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60068 spécifie une méthode d'évaluation de la résistance des composants, équipements et matériaux des produits électrotechniques à la corrosion dans un environnement de brouillard salin. Il s'agit de vérifier que la qualité comparative d'un matériau métallique, avec ou sans protection contre la corrosion, est maintenue dans un brouillard salin.

Cette méthode d'essai est utile pour évaluer la qualité et l'uniformité des revêtements appliqués afin de protéger les métaux contre la corrosion. Elle est particulièrement utile pour détecter les discontinuités (pores et autres défauts, par exemple) dans certains revêtements métalliques, organiques, d'oxyde anodique et de conversion.

#### 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).

IEC 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

#### 3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

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>

#### 4 Généralités

**AVERTISSEMENT** – Le présent document peut se référer à des matériaux, des opérations et des équipements dangereux. Il n'a pas vocation à couvrir toutes les questions relatives à la sécurité, le cas échéant, liées à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur du présent document d'établir, avant de l'utiliser, des pratiques d'hygiène et de sécurité appropriées et de déterminer l'applicabilité des restrictions réglementaires.

Pour les équipements et les composants, l'essai Kb (IEC 60068-2-52) est réputé fournir des conditions plus réalistes et donne des moyens d'évaluation des éléments individuels. Si, dans des circonstances particulières, la spécification applicable exige cependant de soumettre des spécimens individuels à cet essai (Ka) à des fins d'admissibilité, alors il convient de les soumettre à l'essai dans le cadre d'un ensemble global ou d'un équipement dans lequel ils doivent être utilisés et de prévoir tous les dispositifs de protection (boîtiers, couvercles, écrans, etc.), comme dans la pratique.

NOTE 1 Le brouillard salin est également appelé "vaporisation saline".



NOTE 2 En règle générale, le ou les spécimens d'essai ne sont pas mis sous tension pendant l'essai.

## 5 Solution saline

### 5.1 Préparation de la solution saline

Dissoudre une masse suffisante de chlorure de sodium dans de l'eau distillée ou déminéralisée présentant une conductivité maximale de  $20 \mu\text{S}/\text{cm}$  à  $25^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$  afin de produire une concentration de  $50 \text{ g/l} \pm 5 \text{ g/l}$ . La concentration de chlorure de sodium de la solution pulvérisée collectée doit être de  $50 \text{ g/l} \pm 5 \text{ g/l}$ . La plage de gravités spécifique pour une solution de  $50 \text{ g/l} \pm 5 \text{ g/l}$  est comprise entre 1,029 et 1,036 à  $25^\circ\text{C}$ .

Le chlorure de sodium ne doit pas contenir de fraction massique de métaux lourds, de cuivre (Cu), de nickel (Ni) et de plomb (Pb) supérieure à 0,005 % au total. Il ne doit pas contenir de fraction massique d'iodure de sodium supérieure à 0,1 % et de fraction massique d'impuretés totales supérieure à 0,5 %, calculées pour le sel sec.

NOTE Le chlorure de sodium contenant des agents antimottants peut faire office d'inhibiteur ou d'accélérateur de corrosion. Un niveau de sel de chlorure de sodium utile est le niveau Ph. Eur/USP ou JIS, ACS.

### 5.2 Ajustement du pH

Si cela est nécessaire, ajuster le pH de la solution saline de sorte que le pH de la solution pulvérisée collectée dans la chambre d'essai soit compris entre 6,5 et 7,2 à  $25^\circ\text{C} \pm 2 \text{ K}$ . Vérifier le pH par des mesurages électrométriques. Le pH doit être mesuré à l'aide d'électrodes adaptées au mesurage dans une solution faiblement tamponnée dans l'eau désionisée.

Procéder à toutes les corrections nécessaires en ajoutant une solution d'acide chlorhydrique, d'hydroxyde de sodium ou de bicarbonate de sodium de niveau analytique.

**AVERTISSEMENT** – La solution d'acide chlorhydrique (N CAS 7647-01-6) est corrosive, irritante et très toxique pour la vie aquatique. La manipulation de la solution d'acide chlorhydrique doit être limitée au personnel qualifié ou effectuée sous son contrôle. L'élimination de cette solution doit faire l'objet d'une attention particulière.

**AVERTISSEMENT** – La solution d'hydroxyde de sodium (N CAS 1310-73-2) est toxique, corrosive et irritante. La manipulation de la solution d'hydroxyde de sodium doit être limitée au personnel qualifié ou effectuée sous son contrôle. L'élimination de cette solution doit faire l'objet d'une attention particulière.

NOTE La perte de dioxyde de carbone dans la solution pulvérisée peut donner lieu à de possibles variations du pH. Ces variations peuvent être évitées en réduisant la teneur en dioxyde de carbone de la solution, par exemple en la chauffant à une température supérieure à  $35^\circ\text{C}$  avant de la placer dans l'appareillage ou en utilisant de l'eau bouillante.

Le pH doit être mesuré chaque fois qu'une nouvelle quantité de solution est préparée.

### 5.3 Filtration

Si cela est nécessaire, filtrer la solution avant de la placer dans le réservoir de l'appareillage, afin d'éliminer toute matière solide susceptible d'obturer les ouvertures du dispositif de pulvérisation.

### 5.4 Réutilisation

La solution pulvérisée ne doit pas être réutilisée.

## 6 Appareillage d'essai

### 6.1 Chambre d'essai

La chambre d'essai doit être construite en matériaux n'ayant aucune influence sur les effets corrosifs du brouillard salin.

La construction détaillée de la chambre, y compris la méthode de production du brouillard, est fournie comme suit:

- les conditions de fonctionnement dans la chambre doivent être dans les limites spécifiées (voir l'Article 11);
- le volume et les performances de la chambre doivent être tels que l'introduction des spécimens d'essai n'a aucun impact négatif sur le contrôle des conditions;
- la solution ne doit pas être pulvérisée directement sur les spécimens d'essai, mais plutôt diffusée dans toute la chambre d'essai de sorte qu'elle tombe naturellement sur les spécimens;
- les parties supérieures de la chambre doivent être conçues de sorte que les gouttes de solution pulvérisée formées sur sa surface ne tombent pas sur les spécimens d'essai;
- la chambre doit être correctement ventilée afin d'éviter une remontée de pression et permettre une répartition uniforme du brouillard salin. La sortie de l'évent doit être protégée contre les forts courants d'air qui peuvent avoir un impact négatif sur le débit d'air;
- la température d'essai doit être mesurée à au moins 100 mm des parois et des sources de chaleur rayonnante.

NOTE Un exemple d'appareillage d'essai est présenté à l'Annexe A (voir la Figure A.1 et la Figure A.2).

### 6.2 Pulvérisateur(s)

Le ou les pulvérisateurs doivent être de conception et de construction appropriées afin de produire un brouillard dense, humide et finement divisé. Le ou les pulvérisateurs doivent être constitués d'un matériau non sensible à la solution saline.

### 6.3 Source d'air

L'air comprimé pénétrant dans le ou les pulvérisateurs doit être absolument exempt de toutes impuretés telles que de l'huile ou de la poussière.

Des moyens doivent être prévus pour humidifier et chauffer l'air comprimé comme cela est exigé pour satisfaire aux conditions de fonctionnement. La pression de pulvérisation doit être à une surpression comprise entre 70 kPa et 170 kPa. En règle générale, la pression est de 98 kPa  $\pm$  10 kPa, mais elle peut varier selon le type de chambres d'essai et de pulvérisateur utilisé. La température appropriée dépend de la pression utilisée et du type du pulvérisateur. La température et/ou la pression et/ou l'humidification doivent être réglées de manière à maintenir le taux de collecte de la pulvérisation dans la chambre et la concentration de la pulvérisation collectée dans les limites spécifiées (voir l'Article 11). Un humidificateur souvent utilisé est la colonne de saturation, dans laquelle la température et la pression sont contrôlables. Le Tableau 1 donne les valeurs suggérées de combinaisons température/pression de la colonne de saturation. Une eau distillée ou déminéralisée dont la conductivité ne dépasse pas 20  $\mu$ S/cm à 25 °C  $\pm$  2 K doit être utilisée pour humidifier l'air de pulvérisation.

**Tableau 1 – Valeurs suggérées de température de l'eau chaude dans la colonne de saturation**

Surpression d'atomisation	Valeurs suggérées de température de l'eau chaude dans la colonne de saturation lors de l'essai au brouillard salin
kPa	°C
70	45
84	46
98	48
112	49
126	50
140	52
160	53
170	54

#### 6.4 Dispositifs de collecte

Au moins deux dispositifs de collecte doivent être utilisés pour vérifier l'homogénéité de la pulvérisation de la chambre. Un dispositif de collecte doit être constitué d'un entonnoir d'un diamètre de  $100 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ , correspondant à une surface de collecte d'environ  $80 \text{ cm}^2$ . Il convient que l'entonnoir soit constitué d'un matériau chimiquement inerte et que sa tige soit insérée dans un récipient de mesure approprié.

#### 6.5 Méthode d'évaluation de la corrosivité de la chambre

Pour vérifier la reproductibilité des résultats d'essai, la corrosivité de l'appareillage doit être régulièrement vérifiée. Une méthode d'évaluation adaptée de la corrosivité de l'appareillage à l'aide des spécimens de référence est présentée à l'Annexe B.

### 7 Spécimens d'essai

Le nombre et le type de spécimens d'essai, leur forme et leurs dimensions doivent être choisis selon la spécification applicable. S'ils ne sont pas précisés, ces paramètres doivent faire l'objet d'un accord mutuel entre les parties intéressées.

### 8 Mesurages initiaux

Les spécimens d'essai doivent être examinés visuellement et, si cela est nécessaire, soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées par la spécification applicable.

NOTE Les photographies d'essai préalable de l'état sont utiles pour décider s'il y a eu dégradation. Il est également utile de conserver un deuxième échantillon non soumis à l'essai à des fins de comparaison.

### 9 Préconditionnement

La spécification applicable doit préciser la méthode de nettoyage à appliquer immédiatement avant l'essai. Elle doit également préciser si l'un quelconque des revêtements de protection amovibles est à retirer.

La méthode de nettoyage utilisée ne doit pas avoir altéré les effets du brouillard salin sur le spécimen d'essai ni introduire de corrosion secondaire. Dans toute la mesure du possible, il convient d'éviter le contact des mains avec les surfaces d'essai avant l'essai.

## 10 Disposition des spécimens d'essai

**10.1** Les spécimens d'essai doivent être soumis à l'essai dans leurs positions de fonctionnement normales conformément à la spécification applicable.

**10.2** L'angle d'exposition de la surface du spécimen d'essai dans la chambre est très important. Il doit faire l'objet d'un accord mutuel entre les parties intéressées.

Sauf spécification contraire, les spécimens doivent être montés selon un angle de  $20^\circ \pm 5^\circ$  par rapport à la verticale, la principale zone d'intérêt étant orientée vers le haut. Il s'agit d'une pratique courante d'essai des spécimens métalliques et de mesures courantes visant à les protéger contre la corrosion. Lors de l'essai des ensembles ou des enveloppes, il peut être préférable de monter le spécimen selon le même angle que celui utilisé en usage normal.

**10.3** Les spécimens d'essai doivent être disposés de manière à ne pas entrer en contact avec la chambre et à laisser la pulvérisation circuler librement sur les surfaces à soumettre à l'essai. Les spécimens d'essai peuvent être placés sur différents niveaux à l'intérieur de la chambre tant que la solution ne coule pas des spécimens d'essai ou de leurs supports sur les autres spécimens d'essai situés au niveau inférieur. Lorsque cela est possible, il est recommandé de repositionner les spécimens à intervalles réguliers pendant l'essai.

**10.4** Les supports des spécimens d'essai doivent être constitués d'un matériau non métallique inerte. S'il s'avère nécessaire de suspendre les spécimens d'essai, le matériau utilisé ne doit pas être métallique, mais doit être en fibre synthétique, en fil de coton ou autre matériau isolant inerte.

## 11 Conditions de fonctionnement

**11.1** Les conditions de fonctionnement doivent être comme cela est spécifié dans le Tableau 2.

**Tableau 2 – Conditions de fonctionnement**

Condition	Valeur spécifiée
Température	$35^\circ\text{C} \pm 2\text{ K}$
Taux de collecte moyen pour une surface de collecte horizontale de 80 cm <sup>2</sup>	$1,5\text{ ml/h} \pm 0,5\text{ ml/h}$
Concentration de chlorure de sodium (solution collectée)	$50\text{ g/l} \pm 5\text{ g/l}$
pH (solution collectée)	6,5 à 7,2
Les tolérances $\pm$ indiquées sont les fluctuations opérationnelles admissibles, qui sont définies comme étant les écarts positifs et négatifs par rapport au réglage du capteur à la valeur de consigne de contrôle opérationnel pendant les conditions d'équilibre. Cela ne signifie en aucun cas que la valeur de consigne peut varier de plus ou moins la quantité indiquée par la valeur donnée.	

**11.2** Vérifier le taux de collecte et les autres conditions d'essai dans la chambre d'essai, remplie à un niveau similaire à celui de l'essai. Une chambre complètement remplie présente souvent des performances différentes de celles d'une chambre fonctionnant à vide. Il convient de réaliser le cycle à vide pour la confirmation des conditions d'essai pendant au moins 24 h avant de commencer un essai. Un cycle à vide n'est pas nécessaire lorsque le délai entre les essais est de cinq jours ou moins, si les parties intéressées en conviennent mutuellement.

Les conditions d'essai doivent être mesurées immédiatement après le cycle à vide et avant d'exposer à l'essai les spécimens d'essai. Il convient de veiller à ne mesurer que la solution

qui n'a pas fait l'objet d'une évaporation importante. Après avoir confirmé que les conditions d'essai sont dans les limites d'une plage spécifiée, arrêter la pulvérisation de la solution saline, remplir la chambre d'essai avec les spécimens d'essai et commencer l'essai.

L'évaporation de la solution collectée à l'intérieur de la chambre et pendant le mesurage peut avoir un impact sur la concentration et le pH.

**11.3** Placer au moins deux dispositifs de collecte propres et secs dans la zone de la chambre dans laquelle se trouvent les spécimens d'essai, l'un proche d'un orifice d'entrée de pulvérisation et l'autre en étant éloigné. Des dispositifs de collecte supplémentaires peuvent être utilisés pour une cartographie plus exacte de l'homogénéité de la pulvérisation. Les dispositifs de collecte doivent être placés de manière à ne pas être affectés par les spécimens d'essai et à ne collecter que le brouillard, et pas le liquide s'écoulant des spécimens ou des parties de la chambre. Chaque dispositif de collecte doit collecter la solution pulvérisée dans une grandeur de  $1,5 \text{ ml/h} \pm 0,5 \text{ ml/h}$  en moyenne sur une période minimale de 24 h. En plus d'effectuer cycle à vide avant les essais (11.2), il est recommandé de surveiller quotidiennement le taux de collecte pendant les essais, lorsque cela est possible.

NOTE Des dispositifs de collecte supplémentaires sont placés en quantités proportionnelles à la surface d'exposition de la chambre. Pour la surveillance quotidienne facultative, il est courant d'utiliser moins de dispositifs de collecte.

**11.4** La concentration et le pH de la solution telle qu'elle est recueillie dans chacun des dispositifs de collecte (6.4) doivent être dans les plages indiquées dans le Tableau 2.

**11.5** Pendant le fonctionnement, la cuve de solution doit être recouverte afin d'éviter que la poussière ou d'autres contaminants n'aient un impact sur la solution et afin d'empêcher que la concentration de chlorure de sodium et le pH ne fluctuent.

## **12 Durée de l'essai**

**12.1** La durée des essais doit être celle précisée dans la spécification applicable. Il convient de choisir la durée parmi l'une des durées préférentielles suivantes: 16 h, 24 h, 48 h (2 jours), 96 h (4 jours), 168 h (1 semaine), 336 h (2 semaines) et 672 h (4 semaines).

**12.2** Les interruptions d'essai doivent être réduites le plus possible. La chambre doit être ouverte uniquement pour procéder à de brefs examens visuels des spécimens d'essai en position et pour réapprovisionner le réservoir en solution saline, si cette opération ne peut pas être réalisée depuis l'extérieur de la chambre.

Le temps d'ouverture total par jour ne doit pas dépasser 1 h.

**12.3** Si le point final de l'essai dépend de l'apparition du premier signe de corrosion, les spécimens d'essai doivent être examinés fréquemment selon les exigences de 12.2.

**12.4** Les spécimens à l'essai peuvent faire l'objet d'un examen visuel périodique pendant une période prédéterminée, mais les surfaces à l'essai ne doivent pas être perturbées et la chambre doit être ouverte pendant la durée minimale nécessaire à l'observation et à la consignation de toutes les modifications visibles.

## **13 Reprise (à la fin des essais)**

À l'issue de l'essai, sauf indication contraire de la spécification applicable, les spécimens d'essai doivent être lavés à l'eau courante pendant 5 min, rincés dans de l'eau distillée ou déminéralisée. La température de l'eau utilisée pour le nettoyage ne doit pas être supérieure à 35 °C.

Il convient que le nettoyage suffise pour éliminer les dépôts de sel sans éliminer les produits de corrosion, tous deux susceptibles d'avoir un effet sur l'évaluation des spécimens.

Après le nettoyage, les spécimens d'essai doivent être secoués à la main ou soumis à un flux d'air pour enlever les gouttelettes d'eau, puis séchés dans des conditions de reprise contrôlées (IEC 60068-1) pendant au moins 1 h et au plus 2 h.

## 14 Mesurages finaux

Les spécimens d'essai doivent être examinés visuellement et, si cela est nécessaire, soumis aux vérifications électriques et mécaniques, comme cela est exigé par la spécification applicable.

Les résultats doivent être consignés dans le rapport d'essai.

## 15 Informations à inclure dans la spécification applicable

Les informations détaillées suivantes doivent être données pour autant qu'elles sont applicables dans la spécification particulière, dans la mesure où elles sont toujours exigées:

- a) spécimens d'essai (voir l'Article 7);
- b) mesurages initiaux (voir l'Article 8);
- c) préconditionnement (voir l'Article 9);
- d) disposition des spécimens d'essai (voir l'Article 10);
- e) durée de l'essai (voir l'Article 12);
- f) reprise (voir l'Article 13);
- g) mesurages finaux (voir l'Article 14).

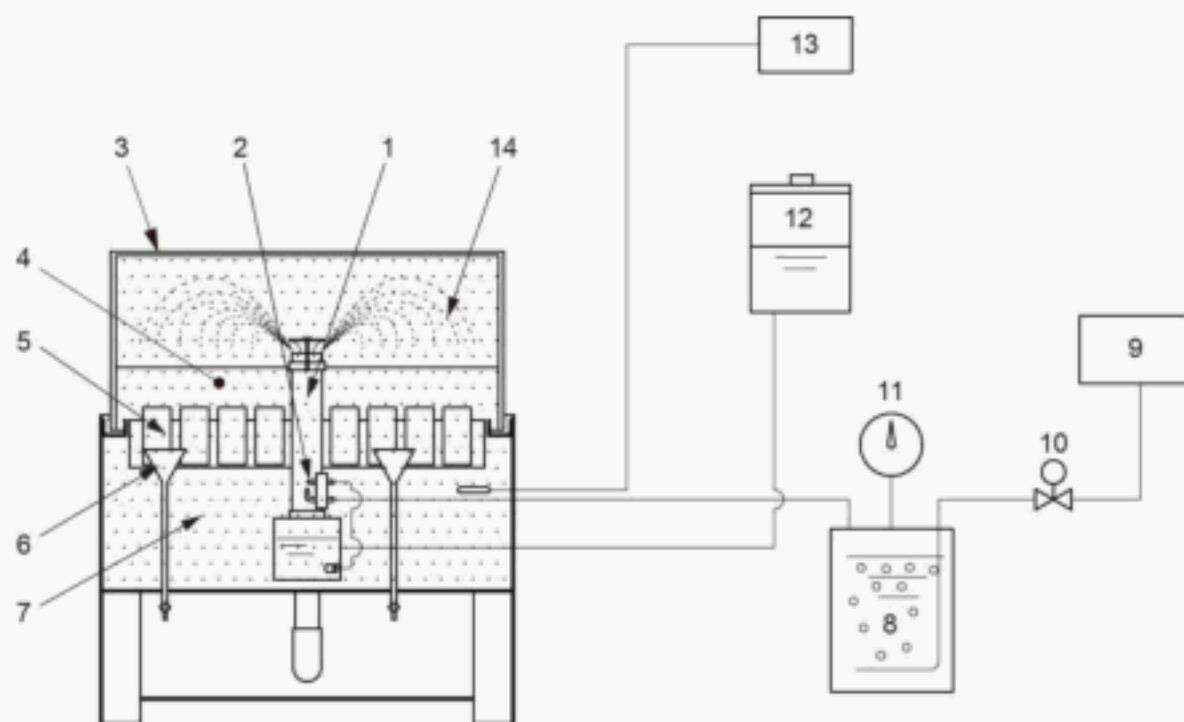
## 16 Rapports d'essai

Les informations détaillées suivantes doivent être données dans le rapport d'essai, le cas échéant:

- a) référence au présent document, c'est-à-dire l'IEC 60068-2-11:20XX;
- b) type et pureté du sel et de l'eau utilisés;
- c) appareillage d'essai (fabricant, numéro de modèle, etc.);
- d) corrosivité de l'appareillage d'essai évaluée selon la méthode pertinente (voir l'Annexe B);
- e) description du spécimen d'essai;
- f) la méthode et les résultats des mesurages finaux (voir l'Article 8);
- g) préconditionnement du spécimen d'essai, y compris toute méthode de nettoyage appliquée avant l'essai et si les revêtements de protection amovibles sont à retirer;
- h) l'angle d'exposition du spécimen d'essai;
- i) les conditions de fonctionnement (voir le Tableau 2);
- j) la durée de l'essai;
- k) les conditions de reprise et la durée;
- l) l'examen périodique et toutes les modifications visibles, le cas échéant;
- m) la méthode et les résultats des mesurages finaux (voir l'Article 14);
- n) tout écart par rapport à la procédure;
- o) toutes les caractéristiques inhabituelles observées;
- p) la date de l'essai.

## Annexe A (informative)

### Exemple d'appareillage d'essai pour l'essai au brouillard salin



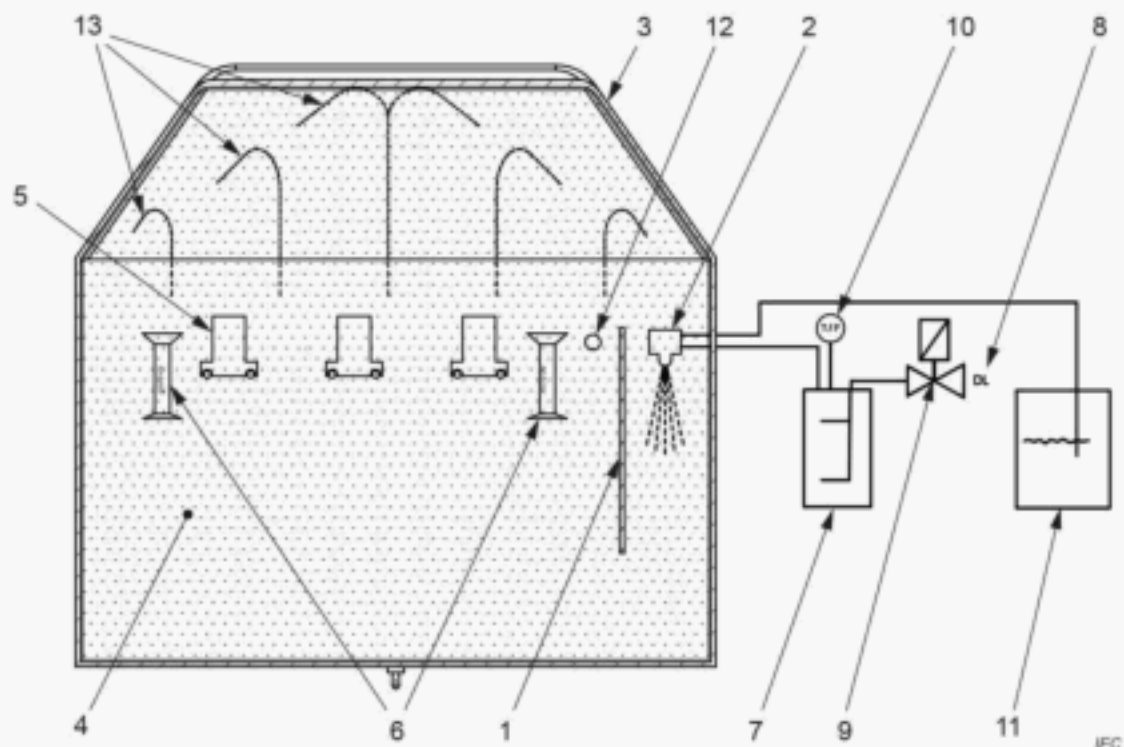
IEC

#### Légende

1	colonne de dispersion	8	colonne de saturation
2	pulvérisateur	9	air comprimé
3	couvercle	10	vanne solénoïde
4	chambre d'essai	11	manomètre
5	spécimen d'essai	12	cuve de solution
6	dispositif de collecte	13	thermostat
7	brouillard salin	14	brouillard salin tombant naturellement

**Figure A.1 – Exemple d'appareillage d'essai pour l'essai au brouillard salin**

La Figure A.1 représente une mise en œuvre possible d'une chambre à brouillard salin. Toute autre mise en œuvre satisfaisant aux exigences peut être utilisée.



**Légende**

1	conduite d'air	8	air comprimé
2	pulvérisateur	9	vanne solénoïde
3	chambre d'essai	10	manomètre
4	brouillard salin	11	cuve de solution
5	spécimen d'essai	12	thermostat
6	dispositif de collecte	13	brouillard salin tombant naturellement
7	humidificateur d'air		

**Figure A.2 – Exemple d'appareillage d'essai pour l'essai au brouillard salin**

La Figure A.2 représente une mise en œuvre possible d'une chambre à brouillard salin. Toute autre mise en œuvre satisfaisant aux exigences peut être utilisée.



## **Annexe B** (informative)

### **Méthode d'évaluation de la corrosivité de l'appareillage**

#### **B.1 Généralités**

Pour vérifier la reproductibilité et la répétabilité des résultats d'essai, dans différents laboratoires, d'un élément de l'appareillage ou d'éléments similaires d'un appareillage, il est nécessaire de vérifier régulièrement l'appareillage comme cela est indiqué de l'Article B.2 à l'Article B.5.

NOTE En fonctionnement permanent, il est considéré comme étant raisonnable de procéder à une vérification de la corrosivité de l'appareillage tous les 3 mois.

Pour déterminer la corrosivité de l'essai, des spécimens de référence en acier doivent être utilisés.

#### **B.2 Spécimens de référence**

Pour vérifier l'appareillage, utiliser au moins quatre spécimens de référence de  $1,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$  d'épaisseur et de  $150 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ , de nuance d'acier CR4 conformément à l'ISO 3574 avec une surface pratiquement impeccable<sup>1</sup> et une finition mate (écart moyen arithmétique du profil  $R_a = 0,8 \text{ } \mu\text{m} \pm 0,3 \text{ } \mu\text{m}$ ). Découper ces spécimens de référence dans des plaques ou des bandes laminées à froid.

Sauf spécification contraire, les spécimens de référence doivent être soigneusement nettoyés avant l'essai. La méthode de nettoyage utilisée doit dépendre de la nature du matériau, de sa surface et des contaminants, et elle ne doit pas impliquer l'utilisation d'abrasifs ou de solvants qui peuvent attaquer la surface des spécimens.

Veiller à ce que les spécimens de référence ne soient pas contaminés de nouveau après le nettoyage par suite d'erreurs de manipulation.

Nettoyer soigneusement les spécimens de référence avec un solvant organique approprié (un hydrocarbure dont le point d'ébullition est compris entre 60 °C et 120 °C, par exemple) à l'aide d'une brosse souple ou d'un chiffon doux propre, d'un chiffon non pelucheux et non tissé ne laissant pas de résidus ou d'un dispositif de nettoyage à ultrasons. Procéder au nettoyage dans un récipient rempli de solvant. Après le nettoyage, rincer les spécimens de référence avec du solvant neuf, puis les sécher.

**AVERTISSEMENT** – La plupart des solvants organiques sont des liquides inflammables, toxiques et irritants. La manipulation du solvant organique doit être limitée au personnel qualifié ou effectuée sous son contrôle. L'élimination de ces solvants doit faire l'objet d'une attention particulière.

Déterminer la masse des spécimens de référence à  $\pm 1 \text{ mg}$ . Protéger une face des spécimens de référence avec un revêtement amovible (un film plastique adhésif, par exemple). Les bords des spécimens de référence peuvent également être protégés par la bande adhésive.

<sup>1</sup> L'expression "pratiquement impeccable" signifie que la surface ne présente aucun pore, aucune marque, aucune rayure, ni aucune légère coloration.

### B.3 Disposition des spécimens de référence

Positionner au moins quatre spécimens de référence en acier dans quatre quadrants (en présence de six spécimens, les placer dans six positions différentes incluant les quatre quadrants) dans la zone de la chambre dans laquelle les spécimens d'essai sont placés, face non protégée vers le haut, et selon un angle de  $20^\circ \pm 5^\circ$  par rapport à la verticale. Le support des spécimens de référence doit être constitué ou recouvert de matériau inerte (du plastique, par exemple). Le bord inférieur des spécimens de référence doit être au niveau du sommet du collecteur de brouillard salin.

Il convient de vérifier la chambre pendant les essais des spécimens d'essai. Dans ce cas, les spécimens de référence et les spécimens d'essai ne doivent avoir aucun effet les uns sur les autres. Sinon, la chambre doit être remplie de spécimens de remplacement afin de maintenir son homogénéité. La procédure de vérification doit être réalisée à l'aide des mêmes réglages que ceux des sessions d'essai.

### B.4 Durée de l'essai

L'essai doit durer 48 h.

### B.5 Détermination de la perte de masse (masse surfacique)

À la fin de l'essai, retirer immédiatement les spécimens de référence de la chambre et enlever le revêtement de protection. Enlever les produits de corrosion par nettoyage mécanique et chimique, comme cela est décrit dans l'ISO 8407. Comme option de nettoyage chimique, utiliser une solution pendant 10 min à  $23^\circ\text{C}$  avec de l'hydrogénocitrate de diammonium dissous  $[(\text{NH}_4)_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7]$  (de qualité analytique reconnue) dans l'eau pour obtenir une concentration de 200 g/l.

Après chaque décapage, nettoyer soigneusement les spécimens de référence à la température ambiante avec de l'eau, puis avec de l'éthanol, et sécher.

Peser les spécimens de référence à 1 mg près. Diviser la perte de masse déterminée par l'aire de la surface exposée du spécimen de référence afin d'évaluer la perte de masse métallique par mètre carré du spécimen de référence.

Il est recommandé d'utiliser la solution qui vient d'être préparée lors de chaque procédure pour éliminer les produits de corrosion.

### B.6 Fonctionnement satisfaisant de l'appareillage

L'appareillage a fonctionné de manière satisfaisante si la perte de masse de chaque spécimen de référence se situe dans la plage  $70 \text{ g/m}^2 \pm 20 \text{ g/m}^2$  après 48 h d'essai.

## Bibliographie

- [1] IEC 60068-2-52, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*
  - [2] ISO 3574, *Cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing qualities* (disponible en anglais seulement)
  - [3] ISO 8407, *Corrosion des métaux et alliages – Élimination des produits de corrosion sur les éprouvettes d'essai de corrosion*
  - [4] ISO 9227, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins*
  - [5] Shigeru Suga & Shigeo Suga, Report on the results from the ISO/TC 156/WG 7 International Round Robin Test Programme on ISO 9227 Salt spray tests. *J. Surface Finish. Soc. Japan.* 2005, **56**, p. 28
-





