

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Environmental testing –
Part 1: General and guidance**

**Essais d'environnement –
Partie 1: Généralités et lignes directrices**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 60068-1

Edition 7.0 2013-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Environmental testing –
Part 1: General and guidance**

**Essais d'environnement –
Partie 1: Généralités et lignes directrices**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

V

ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-1110-6

**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.....	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Standard atmospheric conditions	11
4.1 Standard reference atmosphere	11
4.2 Standard atmospheres for referee measurements and tests	12
4.3 Standard atmospheric conditions for measurements and tests.....	12
4.4 Recovery conditions	13
4.4.1 General	13
4.4.2 Controlled recovery conditions.....	13
4.4.3 Recovery procedure	14
4.5 Standard conditions for assisted drying	14
5 Use of test methods.....	14
6 Climatic sequence	14
7 Component climatic category.....	15
8 Application of tests	15
9 Significance of the numerical value of a quantity	15
9.1 General	15
9.2 Quantity expressed as nominal value with tolerance	15
9.3 Quantity expressed as a range of values	16
Annex A (normative) Component climatic category	18
Annex B (informative) General guidance	19
Annex C (informative) Environmental test tailoring	25
Bibliography.....	31
Figure C.1 – Environmental test tailoring process	26
Table 1 – Standard atmospheres for referee measurements and tests	12
Table 2 – Standard atmospheres for measurements and tests	13
Table 3 – Standard conditions for assisted drying	14
Table B.1 – Choice of tests as a function of objectives and applications	21
Table B.2 – General sequence of tests	23
Table B.3 – Principal effects of single environmental parameters	24
Table C.1 – Test tailoring process with information flow and the corresponding activities	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 1: General and guidance

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60068-1 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

This seventh edition cancels and replaces the sixth edition, published in 1988, and constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- updated normative reference list;
- indication of normative and informative annexes;
- new informative Annex C, *Environmental test tailoring*.

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

FDIS	Report on voting
104/618/FDIS	104/627/RVD

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

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

A list of all the parts in the IEC 60068 series, published under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

This standard should be used in conjunction with the relevant specification which will define the tests to be used, the required degree of severity for each of them, their order (if relevant), and the permissible performance limits.

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

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

INTRODUCTION

The IEC 60068 series contains fundamental information on environmental testing procedures and severities of tests. In addition, this Part 1 contains information on atmospheric conditions for measurement and testing.

It is intended to be used in those cases where a relevant specification for a certain type of product (electrical, electromechanical or electronic equipment and devices, their subassemblies and constituent parts and components), hereinafter referred to as the “specimen”, is to be prepared, so as to achieve uniformity and reproducibility in the environmental testing of this product.

NOTE 1 Although primarily intended for electrotechnical products, many of the environmental testing procedures in Part 2 of this series are equally applicable to other industrial products.

The expression “environmental conditioning” or “environmental testing” covers the natural and artificial environments to which specimens may be subjected and exposed to in practice so that an assessment can be made of their performance under conditions of storage, transportation, installation and use.

The requirements for the performance of specimens subjected to environmental conditioning are not covered by this standard. The relevant specification for the specimen under test defines the allowed performance limits during and after environmental testing.

When drafting a relevant specification or purchasing contract, only those tests should be specified that are necessary for the relevant specimen, taking into account the technical and economic aspects.

The IEC 60068 series consists of:

- a) this first part, IEC 60068-1 – *General and guidance*, which deals with generalities;
- b) the second part, IEC 60068-2 – *Tests* – which publishes particular tests separately for different applications;
- c) the third part, IEC 60068-3 – *Supporting documentation and guidance*, which deals with background information on a family of tests.

The families of tests comprising Part 2 of the IEC 60068 series are designated by the following upper-case letters:

- A: Cold
- B: Dry heat
- C: Damp heat (steady-state)
- D: Damp heat (cyclic)
- E: Impact (for example shock and rough handling shocks)
- F: Vibration
- G: Acceleration (steady state)
- H: (Awaiting allocation)

NOTE 2 Originally allotted to storage tests.

- J: Mould growth
- K: Corrosive atmospheres (for example salt mist)
- L: Dust and sand
- M: Air pressure (high or low)
- N: Change of temperature

P: (Awaiting allocation)

NOTE 3 Originally allotted to “flammability”.

Q: Sealing (including panel sealing, container sealing and protection against ingress and leakage of fluid)

R: Water (for example rain, dripping water)

S: Radiation (for example solar, but excluding electromagnetic)

T: Soldering (including resistance to heat from soldering)

U: Robustness of terminations (of components)

V: (Awaiting allocation)

NOTE 4 Originally allocated to “acoustic noise” but “vibration, acoustically induced” will now be Test Fg, one of the “vibration” family of tests.

W: (Awaiting allocation)

Y: (Awaiting allocation)

The letter X is used as a prefix together with a second lower-case letter providing for extension of the list of families of tests, e.g. Test Xa: Immersion in cleaning solvents. The letter Z is used to denote combined tests and composite tests as follows: Z is followed by a solidus (slash) and a group of lower-case letters relating to the combined or composite stresses, for example Test Z/am: Combined cold and low air pressure tests.

If appropriate, a test may be designated as “primarily intended for components” or “primarily intended for equipment”.

To provide for future expansion within a family of tests and to maintain consistency of presentation, each family of tests may be subdivided. The subdivisions are identified by the addition of a (lower-case) second letter, for example:

U: Robustness of terminations and integral mounting devices

Test Ua: Subdivided as Test Ua₁: Tensile; and Test Ua₂: Thrust

Test Ub: Bending

Test Uc: Torsion

Test Ud: Torque

This subdivision is made even though only one test is published and no further tests are immediately contemplated in the relevant family.

In order to avoid confusion with numbers, the letters i, l, o and O are not used.

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 1: General and guidance

1 Scope

The IEC 60068 series includes a series of methods for environmental testing along with their appropriate severities, and prescribes various atmospheric conditions for measurements and tests designed to assess the ability of specimens to perform under expected conditions of transportation, storage and all aspects of operational use.

Although primarily intended for electrotechnical products, this standard is not restricted to them and may be used in other fields where desired.

Other methods of environmental testing, specific to the individual types of specimen, may be included in the relevant specifications.

The framework of environmental test tailoring process is given in order to assist the production of test specifications with appropriate tests and test severities.

The IEC 60068 series provides a series of uniform and reproducible environmental, climatic, dynamic and combined tests, performed and measured under standard atmospheric conditions, for those preparing specifications and those engaged in the testing of products.

These test methods are based upon available international engineering experience and judgement and are primarily designed to provide information on the following properties of specimens:

- a) the ability to operate within specified limits of temperature, pressure, humidity, mechanical stress or other environmental conditions and combinations of these conditions;
- b) the ability to withstand conditions of transportation, storage and installation.

NOTE 1 The IEC 60721 series provides a system for classification of environmental conditions and gives relevant definitions.

The tests in this standard permit the comparison of the performance of sample products. To assess the quality or useful life of a given production lot, the test methods should be applied in accordance with a suitable sampling plan and may be supplemented by appropriate additional tests, if necessary.

NOTE 2 ISO defines “quality” as the degree to which a set of inherent characteristics fulfils requirements..

NOTE 3 “Useful life”: under given conditions, the time interval beginning, at a given instant of time, and ending when the failure intensity becomes unacceptable or when the item is considered unrepairable as a result of a fault.

To provide tests appropriate to the different intensities of an environmental condition, some of the test procedures have a number of degrees of severity. These different degrees of severity are obtained by varying the time, temperature, air pressure or some other determining factor, separately or in combination.

As the tests and their degrees of severity should be based on real environmental conditions that a particular specimen might encounter, the framework and the necessary phases for the environmental test tailoring process are provided. The test tailoring process may be used to produce the required relevant test specification for the particular specimen.

2 Normative references

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

IEC 60068-2 (all parts), *Environmental testing – Tests*

3 Terms and definitions

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

NOTE Tests covered by this standard may, in themselves, consist of a series of operations in order to determine the effect of such a test, or series of tests, on a specimen.

3.1

test

complete series of operations implied by its title, normally comprising the following operations, if required:

- a) pre-conditioning;
- b) initial examination and measurements;
- c) testing;
- d) recovery;
- e) final examination and measurements.

Note 1 to entry: Intermediate measurements may be required during conditioning and/or recovery.

Note 2 to entry: When the temperature and humidity for conditioning of a specimen for measurement are the same as those prescribed for pre-conditioning, the pre-conditioning and conditioning may be merged, and the pre-conditioning may be said to take the place of conditioning for measurement.

3.2

pre-conditioning

treatment of a specimen with the object of removing, or partly counteracting, the effects of its previous history

Note 1 to entry: Where pre-conditioning is called for, it is the first process in the test procedure.

Note 2 to entry: Pre-conditioning may be affected by subjecting the specimen to climatic, electrical, or any other conditions required by the relevant specification in order that the properties of the specimen may be stabilized before measurement and test.

3.3

testing

exposure of a specimen to environmental conditions in order to determine the effect of such conditions on the specimen

3.4

recovery

treatment of a specimen, after conditioning, in order that the properties of the specimen may be stabilized before measurement

3.5

specimen

product designated to be tested in accordance with the procedures of the IEC 60068 series

Note 1 to entry: The term “specimen” includes any auxiliary parts or systems that are integral functional features of the specimen, for example systems for cooling and heating.

3.6

heat-dissipating specimen

specimen with the hottest point on its surface, measured in free air conditions and under the air pressure as specified in 4.3, more than 5 K above the ambient temperature of the surrounding atmosphere after thermal stability has been reached

Note 1 to entry: Measurements required to prove that a specimen can be classified as either heat-dissipating or non-heat-dissipating can be made under standard atmospheric conditions for measurement and tests if care has been taken that no outside influence (for example draughts or sunlight) affects the measurements. In the case of large or complicated specimens, it may be necessary to make measurements at several points.

3.7

air conditions

conditions within an infinite space where the movement of the air is affected only by the heat-dissipating specimen itself

3.8

relevant specification

set of requirements to be satisfied by a specimen, indicating the method(s) necessary to determine whether the requirements given are satisfied

3.9

ambient temperature

temperature of the air (further defined in 3.9.1 and 3.9.2)

Note 1 to entry: In applying these definitions, guidance should be sought from IEC 60068-3-1.

3.9.1

non-heat-dissipating specimens

temperature of the air surrounding the specimen

3.9.2

heat-dissipating specimens

temperature of the air in free air conditions at such a distance from the specimen that the effect of the dissipation is negligible

Note 1 to entry: In practice, the ambient temperature is taken as the average of temperatures measured at a number of points in a horizontal plane situated between 0 mm and 50 mm below the specimen, at half the distance between the specimen and the wall of the chamber, or at 1 m distance from the specimen, whichever is less. Suitable precautions should be taken to avoid heat radiation affecting these measurements.

3.10

surface temperature

case temperature

temperature measured at one or more specified points on the surface of the specimen

3.11

thermal stability

state when the temperatures of all parts of the specimen are within 3 K, or as otherwise prescribed by the relevant specification, of their final temperature

Note 1 to entry: For non-heat-dissipating specimens, the final temperature will be the mean (in time) temperature of the chamber in which the specimen is placed. For heat-dissipating specimens, it is necessary to make repeated measurements to determine the interval of time for the temperature to change 3 K, or as otherwise prescribed by the relevant specification. Thermal stability has been reached when the ratio between two consecutive time intervals exceeds 1,7.

Note 2 to entry: Where the thermal time constant of the specimen is short compared with the duration of the exposure to a given temperature, no measurement is needed. Where the thermal time constant of the specimen is of the same order as the duration of the exposure, checks should be made to ascertain that

a) non-heat-dissipating specimens are within the required limit of the mean (in time) ambient temperature,

- b) for heat-dissipating specimens the ratio between two consecutive time intervals exceeds 1,7 when repeated measurements are made to determine the interval of time required for the temperature to change by 3 K, or as otherwise prescribed by the relevant specification.

IEC 60068-3-1 gives background information on the testing of specimens with and without heat-dissipation.

Note 3 to entry: In practice, it may not be possible to make direct measurements of the internal temperature of the specimen. A check may then be made by measuring some other parameter which is temperature-dependent and for which the temperature dependence is known.

3.12 chamber

enclosure or space in some part of which the specified conditions can be achieved

3.13 working space

part of the chamber in which the specified conditions can be maintained within the specified tolerances

3.14 combined test

tests during which a specimen is subjected simultaneously to two or more environmental influences

Note 1 to entry: Tests with a simultaneous influence of a) temperature and humidity; b) temperature, humidity and a specific (including chemically active) medium; and c) temperature and solar radiation, are not related to combined tests.

Note 2 to entry: Combined tests, as a rule, are used to provide simultaneous climatic and mechanical influences.

Note 3 to entry: Measurements are usually taken at the start and at the end of the test.

3.15 composite test

test in which the specimen is exposed to two or more test environments in close succession

Note 1 to entry: The intervals of time between the exposures to different test environments are defined precisely since they may have a significant effect on the specimen.

Note 2 to entry: Pre-conditioning, recovery or stabilization periods are usually not included between each exposure.

Note 3 to entry: Measurements are usually taken prior to the start of the first exposure and at the conclusion of the last exposure.

3.16 sequence of tests

sequence in which the specimen is exposed successively to two or more test environments

Note 1 to entry: The durations of interval between the exposures to different test environments are such that they normally have no significant effect on the specimen.

Note 2 to entry: Pre-conditioning and recovery periods are usually performed between the different exposures.

Note 3 to entry: Measurements are usually taken before and after each exposure, the final measurement of one test being the initial measurement of the next.

3.17 reference atmosphere

atmosphere to which values measured under any other conditions are corrected by calculation

3.18 referee measurements

measurements repeated under closely controlled atmospheric conditions when the correction factors to adjust atmospheric-sensitive parameters to their standard reference atmosphere

values are unknown, and measurements under the recommended range of ambient atmospheric conditions are unsatisfactory

3.19 conditioning (of a specimen for measurement)

subjection of the specimen to an atmosphere of a specified relative humidity, or complete immersion in water or other liquid, at a specified temperature for a specified period of time

Note 1 to entry: According to circumstances, the space used for conditioning of a specimen for measurement may be a whole laboratory room in which the specified conditions are maintained within the prescribed tolerances, or a special chamber.

3.20 environmental test tailoring

process of producing testing procedures and test specifications on the basis of actual field conditions encountered by the particular specimen, derived from measurements, literature or other relevant sources and reduced and transformed so that it can be used for a test specification

Note 1 to entry: The environmental test tailoring process described in this standard is given in a general form in order to give a framework for consistent flow of information.

Note 2 to entry: There are various methods and practices for test tailoring and care should be taken to ensure the consistent tailoring process with compatible analysis methods and test procedures.

Note 3 to entry: In practice, it may not be possible to obtain reliable data, e.g. from literature, or to make measurements of the physical parameters of the specimen and its environment. Numerical simulation may be used to determine the environmental conditions and product responses needed to be used for the derivation of the test specifications. In particular, simulation may be valuable for the determination of product subassembly and constituent part and component level environmental conditions.

Note 4 to entry: For the specifications derived from the environmental test tailoring process, the tests and severities of this standard should be used. Other test procedures and test severities may be used only if reliable technical and/or proven economical benefits are found. In this case, the reasoning of the diversion from the standard tests should be included in the specification.

Note 5 to entry: With environmental test tailoring, it is not essential to reproduce the environmental conditions, only the critical failure mechanisms.

Note 6 to entry: If acceleration factors are used, they should always be chosen so as to avoid the introduction of mechanisms of failure which differ from those occurring in service, storage, or transportation.

Note 7 to entry: With environmental test tailoring, checks should be made to ascertain:

- a) specimen life cycle profile;
- b) critical failure mechanisms;
- c) proper acceleration factors;
- d) proper specimen modelling.

3.21 quality ability of a product or a service to satisfy user's need

3.22 useful life

under given conditions, the time interval of the beginning, at a given instance of time, and ending when the failure intensity becomes unacceptable or when the item is considered unrepeatable as a result of a fault

4 Standard atmospheric conditions

4.1 Standard reference atmosphere

- temperature: 20 °C;
- air pressure: 101,3 kPa (1 013 mbar).

NOTE No requirement for relative humidity is given because correction by calculation is generally not possible.

If the parameters to be measured depend on temperature and/or pressure, and the law of dependence is known, the values shall be measured under the conditions specified in 4.3 and, if necessary, corrected by calculation to the standard reference atmosphere above.

4.2 Standard atmospheres for referee measurements and tests

If the parameters to be measured depend on temperature, pressure and humidity, and the law of dependence is unknown, the atmospheres to be specified shall be selected from Table 1.

Table 1 – Standard atmospheres for referee measurements and tests

Temperature °C			Relative humidity ^a %		Air pressure ^a	
Nominal value	Close tolerance	Wide tolerance	Close range	Wide range	kPa	mbar
20	±1	±2	63 to 67	60 to 70	86 to 106	(860 to 1 060)
23	±1	±2	48 to 52	45 to 55	86 to 106	(860 to 1 060)
25	±1	±2	48 to 52	45 to 55	86 to 106	(860 to 1 060)
27	±1	±2	63 to 67	60 to 70	86 to 106	(860 to 1 060)
NOTE 1 The above values include those published in this standard as well as those given in ISO 554 and ISO 3205.						
NOTE 2 The value of 25 °C is included primarily because of its interest for the testing of semiconductor devices and integrated circuits (It does not appear in ISO 554 and ISO 3205).						
NOTE 3 The close tolerances may be used for the referee measurements. The wider tolerances may be used only when allowed by the relevant specification.						
NOTE 4 The relative humidity may be disregarded when it has no influence on the test results.						
^a Inclusive values.						

4.3 Standard atmospheric conditions for measurements and tests

The standard range of atmospheric conditions for carrying out measurements and tests is shown in Table 2.

Table 2 – Standard atmospheres for measurements and tests

Temperature ^a °C	Relative humidity ^a %	Air pressure ^a
15 to 35	25 to 75	86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1 060 mbar)
^a Inclusive values.		

Variations in temperature and humidity should be kept to a minimum during a series of measurements carried out as a part of one test on one specimen.

NOTE 1 For large specimens or in test chambers where it is difficult to maintain the temperature within the limits specified above, the range may be extended beyond these limits either down to 10 °C or up to 40 °C, when allowed by the relevant specification. Absolute humidity should not exceed 22 g/m³.

Where the relevant specification recognizes that it is impracticable to carry out measurements in standard atmospheric conditions, a note stating the actual conditions shall be added to the test report.

NOTE 2 The relative humidity may be disregarded when it has no influence on the results of the test.

4.4 Recovery conditions

4.4.1 General

After the conditioning period and before making the final measurements, the specimens should be allowed to stabilize at the ambient temperature. Measurements shall be made after stabilization.

The “controlled recovery conditions” shall be applied if the electrical parameters to be measured are affected by absorbed humidity or by surface conditions of the specimens and if such parameters change rapidly, for example if the insulation resistance rises considerably within approximately 2 h after removal of the specimens from a humidity chamber.

If the electrical parameters of the specimens affected by absorbed humidity or surface conditions do not vary rapidly, recovery may be carried out in the conditions of standard atmospheric conditions for tests and measurements.

If recovery and measurements are performed in separate chambers, the combination of temperature and humidity conditions shall be such that condensation on the surface of the specimens does not occur when the specimen is transferred to the measurement chamber.

Most of the tests of IEC 60068-2 give the appropriate recovery conditions and duration. These conditions shall apply, unless otherwise prescribed by the relevant specification.

4.4.2 Controlled recovery conditions

NOTE 1 Controlled recovery conditions are also referred to as “standard recovery conditions”.

The controlled recovery conditions are as follows:

- temperature: actual laboratory temperature ± 1 °C provided that it is within the limits specified in 4.3, between +15 °C and +35 °C;
- relative humidity: between 73 % and 77 %;
- air pressure: between 86 kPa and 106 kPa (860 mbar and 1 060 mbar);
- recovery period: to be stated in the relevant specification if different from that given in the appropriate method of test of IEC 60068-2.

If, for specific cases, different recovery conditions are necessary, they shall be prescribed by the relevant specification.

NOTE 2 These controlled recovery conditions may also be used for pre-conditioning.

4.4.3 Recovery procedure

The specimen shall be placed in the recovery chamber (if a separate chamber is necessary) within 10 min of the completion of conditioning. Where the relevant specification requires measurements to be made immediately after the recovery period, these measurements shall be completed within 30 min of removal from the recovery chamber. Those characteristics which are expected to change most rapidly after the specimen is removed from the recovery atmosphere shall be measured first.

In order to prevent moisture being absorbed or lost by the specimen when removed from the recovery chamber, the temperature of the recovery chamber shall not deviate from the laboratory ambient temperature by more than 1 °C. This necessitates the use of a chamber having good thermal conductivity in which the relative humidity can be closely controlled.

4.5 Standard conditions for assisted drying

Where assisted drying is required before commencing a series of measurements, the conditions in Table 3 shall be used for 6 h, unless otherwise prescribed by the relevant specification.

Table 3 – Standard conditions for assisted drying

Temperature °C	Relative humidity %	Air pressure ^a
55 ± 2	Not exceeding 20	86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1 060 mbar)
^a Inclusive values.		

If it is impracticable to carry out assisted drying under the standard conditions for assisted drying, a note stating the actual conditions shall be added to the test report.

When the specified temperature for the dry heat test is lower than 55 °C, the assisted drying shall be carried out at that lower temperature.

5 Use of test methods

As prescribed by the relevant specification test methods may be used for type approval, qualification, quality conformance or any related purposes.

6 Climatic sequence

In order to have available for use when required a sequence of climatic tests primarily intended for components, the cold, dry heat, low air pressure and damp heat cyclic conditioning are regarded as interdependent and are referred to as the “climatic sequence”. The order in which these conditionings shall be carried out is as follows:

- dry heat;
- damp heat, cyclic (first cycle of test Db with the upper temperature of 55 °C);
- cold;
- low air pressure (if required);

- damp heat, cyclic (remaining cycles of test Db with the upper temperature of 55 °C).

An interval of not more than three days is permitted between any two of these conditionings except for the interval between the first cycle of the damp heat cyclic conditioning and the cold conditioning when the interval shall be not more than 2 h, including recovery. Measurements are normally made only at the commencement and conclusion of the climatic sequence, except when prescribed during conditioning.

7 Component climatic category

Where it is desired to adopt a system of component climatic classification, it shall be based on the general principles contained in Annex A. The common part of all systems shall be the climatic categories.

8 Application of tests

General guidance on environmental testing is given in Annex B.

The relevant specification shall prescribe whether tests are to be carried out on specimens in the “energized” or “non-energized” condition. The relevant specification may also, when applicable, prescribe that testing shall be carried out on “packed” specimens if a transport case is considered to be a part of the specimen.

When the sizes and/or weights of specimens are such that testing of the complete specimens is not justified or practicable, the necessary information may be obtained by testing major subassemblies separately. Details of the procedures to be followed shall be given in the relevant specification.

NOTE This procedure is applicable only to those cases where the subassemblies are not subject to mutual influence(s) unless such influences are taken into account.

9 Significance of the numerical value of a quantity

9.1 General

The numerical values of quantities for the various parameters (temperature, humidity, stress, duration, etc.) given in IEC 60068-2 are expressed in different ways according to the needs of each individual test.

The two cases which most frequently arise are

- a) the quantity is expressed as a nominal value with a tolerance,
- b) the quantity is expressed as a range of values.

For these two cases, the significance of the numerical value is discussed below.

9.2 Quantity expressed as nominal value with tolerance

Examples of two forms of presentation:

- a) $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$
 $(2 \pm 0,5) \text{ s}$
- b) $(93^{+2}_{-3}) \% \text{ RH}$

The expression of a quantity as a numerical value indicates the intention that the test should be carried out at the stated value. The object of stating tolerances is to take account of, in particular, the following factors:

- difficulties in adjusting some regulating devices and of their drift (undesired slow variation) during the test;
- instrumental errors;
- non-uniformity of environmental parameters, for which no specific tolerances are given, in the working space in which the specimens under test are located.

These tolerances are not intended to allow latitude in the adjustment of the values of the parameters within the test space. Hence, when a quantity is expressed by a nominal value with a tolerance, the test apparatus shall be adjusted so as to obtain this nominal value making allowance for instrumental errors.

In principle, the test apparatus shall not be adjusted to maintain a limiting value of the tolerance zone, even if its inaccuracy is so small as to ensure that this limiting value would not be exceeded.

If the quantity is expressed numerically as 100 ± 5 , the test apparatus should be adjusted to maintain a target value of 100, making allowance for instrumental errors and should in no case be adjusted to maintain a target value of 95 or 105.

In order to avoid exceeding any limiting value applicable to the specimen during the carrying out of the test, it may be necessary in some cases to set test apparatus near to one tolerance limit.

In the particular case where the quantity is expressed by a nominal value with a unilateral tolerance (which is generally deprecated unless justified by special conditions, for example a non-linear response), the test apparatus should be set as close as possible to the nominal value (which is also a tolerance limit) taking into account the inaccuracy of measurement, which depends on the apparatus used for the test (including the instruments used to measure the values of the parameters).

If the quantity is expressed numerically as $100 \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix}$ and the test apparatus is capable of an overall inaccuracy in the control of the parameter of ± 1 , then the test apparatus should be adjusted to maintain a target value of 99. If, on the other hand, the overall inaccuracy is $\pm 2,5$, then the adjustment should be to maintain a target value of 97,5.

9.3 Quantity expressed as a range of values

EXAMPLE

- from 15 °C to 35 °C;
- relative humidity from 80 % to 100 %;
- from 1 h to 2 h.

NOTE The use of words in expressing a range may lead to ambiguity, for example "from 80 % to 100 %" may, for some readers, exclude the values 80 and 100 whilst for others they may be included.

The use of symbols, for example ">80" or "≥80" is generally less likely to be ambiguous and is therefore to be preferred.

The expression of a quantity as a range of values indicates that the value to which the test apparatus is adjusted has only a small influence on the result of the test.

Where the inaccuracy of the control of the parameter (including instrumental errors) permits, any desired value within the given range may be chosen. For example, if it is stated that the

temperature shall be from 15 °C to 35 °C, any value within this range can be used (but it is not intended that the temperature should be programmed to vary over the range). In fact, the writer of the test intends that it should be carried out at normal ambient temperature.

Annex A (normative)

Component climatic category

The very large number of possible combinations of tests and severities may be reduced by the selection of a few standard groupings in the relevant specification.

To provide a reasonable basic code which will indicate generally the climatic conditions for which components are suitable, the following is recommended.

The category is indicated by a series of three groups of digits separated by oblique strokes corresponding respectively to the temperature in the cold test and that in the dry heat test, and the number of days of exposure to damp heat (steady state) the components will withstand, as follows:

- First set: two digits denoting the minimum ambient temperature of operation (cold test). Where the temperature requires the use of only one digit, it shall be prefixed by the figure “0” for a negative temperature or the symbol “+” for a positive temperature to make up the two-character group.
- Second set: three digits denoting the maximum ambient temperature of operation (dry heat test). Where the temperature requires the use of only two digits, they shall be prefixed by the figure “0” to make up the three-digit group.
- Third set: two digits denoting the number of days of the damp heat, steady-state test (Test Ca). Where the duration requires the use of only one digit, it shall be prefixed by the figure “0” to make up the two-digit group. The figures “00” shall be used to indicate that the component is not required to be exposed to damp heat (steady state).

In order to belong to a given category, components shall comply with the requirements of the relevant specification when subjected to the whole set of tests prescribed for their category.

To belong to the category 55/100/56, a component shall comply with the requirements of at least a), b) and c):

a) Cold	–55 °C
b) Dry heat	+100 °C
c) Damp heat (steady state)	56 days

To belong to the category 25/085/04, a component shall comply with the requirements of at least d), e) and f):

d) Cold	–25 °C
e) Dry heat	+85 °C
f) Damp heat (steady state)	4 days

To belong to the category 10/070/21, a component shall comply with the requirements of at least g), h) and i):

g) Cold	–10 °C
h) Dry heat	+70 °C
i) Damp heat (steady state)	21 days

To belong to the category +5/055/00, a component shall at least comply with the requirements of j) and k):

j) Cold	+5 °C
k) Dry heat	+55 °C
l) Damp heat (steady state)	No requirement

Annex B (informative)

General guidance

B.1 General

Environmental testing is intended to demonstrate, with some degree of assurance, that a specimen will survive and perform under specified environmental conditions, either by simulating the real environmental conditions or by reproducing their effects.

The test methods of IEC 60068-2 have the following aims:

- to determine the suitability of a specimen for storage, transportation and operation under specific environmental conditions, taking account of its expected useful life;
- to provide information about the quality of a design or a tested product.

The selection from IEC 60068-2 of the severity of a method of test, or even, in part, the choice of the test itself, that will correspond with a given environmental stress can be difficult. Although it is not possible to give a rule universally valid for all specimens relating test conditions to real environmental conditions, it is nevertheless possible, in most cases, to establish such relations.

Consequently, IEC 60068-1 is restricted to an enumeration of the essential points which need to be taken into consideration when choosing a test and test severities. It should be stressed that the order or sequence in which tests are carried out on a specimen can be important.

For some tests, specific guidance is to be found in the individual standards of IEC 60068-2.

B.2 Basic considerations

When there is a requirement for environmental testing, the test methods of IEC 60068-2 should always be used, unless there is no appropriate test available. The reasons are the following:

- a) Full compliance with a test method of IEC 60068-2 is necessary to achieve the intended repeatability and reproducibility defined in the International Electrotechnical Vocabulary.
- b) The tests of IEC 60068-2 are liable to be applied to very varied specimens. They have consequently been designed so as to be independent, as far as possible, of the kind of specimen tested. The specimen need not be an electrotechnical product.
- c) The results obtained by different laboratories may be compared.
- d) The proliferation of slightly differing methods of test and apparatus can be avoided.
- e) The continued employment of the same test enables the results to be related to the results of earlier tests on specimens for which information about the performance in service is available.

As far as possible, the tests are specified in terms of the test parameters and not by a description of the test facilities. However, for some tests, it has been necessary to specify the test apparatus.

In choosing the method of test to be applied, the specification writer should always take into account the economic aspects, particularly where two different methods of test exist, both capable of providing the same specific information.

When the separate successive application of two or more environmental parameters does not provide the desired information, recourse should be had to combined or composite tests. The most significant combined and composite tests are in IEC 60068-2.

In some cases, other combinations of environmental parameters may be chosen, provided that the information obtained will be clearly better than that from the application of a sequence of tests. Account should then be taken of the possible difficulties:

- in describing and carrying out the tests;
- in interpreting the results.

B.3 Relation between test conditions and real environmental conditions

In order to describe the test, the precise nature of the environmental conditions to which the specimens are to be subjected should first be defined. However, on the one hand it is scarcely possible to reproduce the real environmental conditions, which follow ill-defined laws, and, on the other hand, testing would probably take as long as the life expectancy of the specimen.

NOTE The IEC 60721 series gives information that may be of value in defining the environmental conditions that may be encountered in practice. The guidance to some individual tests in IEC 60068-2 gives advice on the selection of suitable severities.

Moreover, the conditions of operational use are not always defined. For these reasons, environmental tests are generally accelerated tests with, in the majority of cases, the real stresses increased to give a quicker result.

The acceleration factor for a test will depend upon the specimen to which it is to be applied. For this reason, and because the relation between the required reduction in testing time and the appropriate intensification of stress is not always known, it is difficult to give a figure for the acceleration factor, and this has not been attempted.

Acceleration factors should always be chosen to avoid the introduction of mechanisms of failure which differ from those occurring in service.

The process of environmental test tailoring given in this standard may be used to derive test specifications, reproducing the critical environmental stresses with appropriate acceleration factors based on systematic engineering evaluation.

B.4 Principal effects of environmental parameters

The principal effects on a specimen of environmental parameters include: corrosion, cracking, embrittlement, moisture absorption or adsorption and oxidation. These may result in a change in the physical and/or chemical properties of materials.

The principal effects of some single environmental parameters and of resulting typical failures are listed in Table B.3. Nuclear radiation and mould growths are examples of environmental parameters which are not listed.

B.5 Difference between tests for components and for other specimens

B.5.1 Testing of components

In general, the precise environment in which the given component may have to operate is not known at the time of its design. Also, the component may be used in a variety of products where the environmental conditions differ from those in which the products are themselves subjected.

Components are frequently available in sufficient quantities to permit different tests to be applied to several samples from different lots. The number of specimens tested may allow statistical analysis of the results. It is often possible for destructive testing to be adopted.

B.5.2 Testing of other specimens

Specimens for testing are often available only in small numbers because of their cost. Very often, for complex equipment and other products, there is only one specimen, either complete or as part of an assembly, available for testing. Destructive testing is not, therefore, usually possible and the sequence of the tests is of particular importance. In certain cases, information from tests on components, assemblies of components and subassemblies may allow the testing otherwise required to be reduced.

B.6 Sequence of tests

B.6.1 Introductory remark

When the effect of one environmental parameter on the specimen depends on the previous conditions to which the specimen has been exposed, it is necessary that it be exposed to the different tests in a specified order.

In a sequence of tests, the intervals of time between the exposures to different environmental parameters are such that they normally have no significant effect on the specimen. If the interval does have an influence, recourse should be had to a composite test, in which the intervals of time between the exposures to different environmental parameters are defined precisely because they have a significant effect on the specimen.

EXAMPLE

- | | | |
|----|--------------------|---------------------------------------|
| a) | Composite test: | Test Z/AD (IEC 60068-2-38) |
| b) | Sequence of tests: | Test T (IEC 60068-2-20) |
| | | followed by Test Na (IEC 60068-2-14) |
| | | followed by Test Ea (IEC 60068-2-27). |

B.6.2 Choice of a sequence of tests

The choice of a sequence of tests as a function of the intended objectives depends upon considerations which may sometimes be contradictory. These objectives and appropriate applications are discussed in Table B.1.

Table B.1 – Choice of tests as a function of objectives and applications

Objectives		Principal applications
a)	Obtain information about failure tendencies from the early part of the test sequence, i.e. by starting with the most severe tests. However, tests which result in the inability of the specimen to resist further testing are placed at the end of the sequence	Development testing: generally used as part of the investigations into the capabilities of prototypes
b)	Obtain as much information as possible before the specimen is damaged, i.e. by starting with the least severe tests, for example non-destructive tests	Development testing: generally used as part of the investigations into the capabilities of prototypes, especially when a limited number of specimens is available
c)	Use a sequence of tests which will give the most significant effects; in particular, certain tests may reveal damage caused by previous tests	Standardized type approval testing of components and equipment
d)	Use a sequence of tests which simulates the sequence of environmental parameters most likely to occur in practice	Type approval testing of equipment and complete systems where the conditions of use are known

B.6.3 Sequence of tests for components

Because of the difficulty of standardizing a general sequence of tests applicable to all types of components, appropriate sequences should be given in the relevant specifications.

However, when choosing a sequence, the following considerations should be taken into account:

- a) A test with a rapid change of temperature should come at the start of the sequence.
- b) Tests for robustness of terminations and soldering (including resistance to heat from soldering) should be placed early in the sequence of tests.
- c) All or part of the mechanical tests should then be performed, so as to accentuate the faults likely to have been produced by rapid temperature changes and to provoke new faults, such as cracks or leaks. Such faults are easily detected by climatic tests carried out at the end of the sequence. Unless otherwise specified, these climatic tests should be those prescribed for the "Climatic sequence" in Clause 6.
- d) The cold and dry heat phases should be applied early in the sequence of climatic tests so that the short-term effects of temperature can be recognized. The damp heat cyclic phase will introduce moisture into any cracks and the effects of this will be accentuated by the cold phase, and possibly by a low air pressure phase. The application of a further damp heat cyclic phase will introduce more moisture into any cracks present and, after recovery, this may be demonstrated by changes in the electrical parameters measured.
- e) In some cases, sealing tests may be used for the rapid detection of cracks or leaks.
- f) A damp heat, steady-state test is often applied at the end of the whole sequence of tests or, where not included in the sequence, on separate specimens in order to determine the long-term behaviour of the component in a humid atmosphere.
- g) Tests such as corrosion drop and topple and solar radiation are not normally included in a sequence of tests and should, if they are required, be made on separate samples.

B.6.4 Sequence of tests for other specimens

B.6.4.1 Choice of sequence

Whenever possible, the sequence of tests should be determined on the basis of information about the conditions in service.

When this information is not available, it is recommended that a sequence giving the most significant effect be used. A sequence suitable for most types of specimen is described below. It is, however, stressed that only those tests which are significant in relation to the intended use should be applied.

B.6.4.2 General sequence of tests to give the most significant effects

An example of a general sequence of tests, as referred to above, suitable for most types of equipment, is shown in Table B.2.

Table B.2 – General sequence of tests

Test		Comment
A	Cold	May cause mechanical stress which may make the specimen more sensitive to later tests
B	Dry heat	
N	Rapid change of temperature	
E	Impact ^a	Cause mechanical stresses which may make the specimen fail immediately or make it more sensitive to later tests
F	Vibration ^a	
M	Air pressure	Application of these tests will reveal the effects of the preceding thermal and mechanical stress tests
Db	Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)	
C	Damp heat (steady state) ^b	Application of these tests may aggravate the effects of the preceding thermal and mechanical stress tests
K	Corrosion ^b	
L	Dust and sand	
Ingress of solid bodies Ingress of water, for example rain		The tests of IEC 60529 should be used pending the completion of work on Test L and Test R in 60068-2
^a The order of application of tests E and F may be reversed.		
^b Tests for damp heat (steady state) and corrosion should be made on different samples whenever possible.		

B.6.4.3 Tests for special applications

The following tests should be specified only for special applications where products are likely to be affected by such environmental parameters in service:

- G Acceleration, steady state
- J Mould growth
- S Solar radiation
 - Ozone ¹
 - Icing ¹

Tests for mould growth should be made on different samples whenever possible.

¹ No test method under study for IEC 60068-2.

Table B.3 – Principal effects of single environmental parameters

Environmental parameters	Principal effects	Typical failure resulting
High temperature	Thermal ageing: oxidation, cracking and chemical reactions; softening; melting; sublimation; viscosity reduction; evaporation; expansion	Insulation failure, mechanical failure, increased mechanical stress, increased wear on moving parts due to expansion or loss of lubricant properties
Low temperature	Embrittlement; ice formation; increased viscosity and solidification; loss of mechanical strength; physical contraction	Insulation failure, cracking, mechanical failure, increased wear on moving parts due to contraction or loss of lubricant properties, seal and gasket failure
High relative humidity	Moisture absorption and adsorption; swelling; loss of mechanical strength; chemical reactions: corrosion and electrolysis; increased conductivity of insulators	Physical breakdown, insulation failure, mechanical failure
Low relative humidity	Desiccation; embrittlement; loss of mechanical strength; shrinkage; increase of abrasion between moving contacts	Mechanical failure, cracking
High pressure	Compression, deformation	Mechanical failure, leaks (failure of sealing)
Low pressure	Expansion; reduced electric strength of air; corona and ozone formation; reduced cooling	Mechanical failure, leaks (failure of sealing), flashover, overheating
Solar radiation	Chemical, physical and photochemical reactions; surface deterioration; embrittlement; discolouration, ozone formation; heating; differential heating and mechanical stresses	Insulation failure See also "High temperature"
Dust and sand	Abrasion and erosion; seizure and clogging; reduced thermal conductivity; electrostatic effects	Increased wear, electrical failure, mechanical failure, overheating
Corrosive atmospheres	Chemical reactions: corrosion and electrolysis; surface deterioration; increased conductivity; increased contact resistance	Increased wear, mechanical failure, electrical failure
Wind	Force application; fatigue; deposition of materials; clogging; erosion; induced vibration	Structural collapse, mechanical failure See also "dust and sand" and "corrosive atmospheres"
Rain	Water absorption; temperature shock; erosion and corrosion	Electrical failure; cracking; leaks; surface deterioration
Hail	Erosion; temperature shock; mechanical deformation	Structural collapse, surface damage
Snow or ice	Mechanical loading; water absorption; temperature shock	Structural collapse; See also "Rain"
Rapid change of temperature	Temperature shock; differential heating	Mechanical failure; cracking; seal damage; leaks
Ozone	Rapid oxidation; embrittlement (especially rubber); reduced electric strength of air	Electrical failure, mechanical failure, crazing, cracking
Acceleration (steady state); vibration; bump or shock	Mechanical stress; fatigue; resonance	Mechanical failure; increased wear of moving parts; structural collapse

Annex C **(informative)**

Environmental test tailoring

C.1 General

The process of producing realistic testing procedures on the basis of actual field conditions is often called environmental test tailoring. The idea is not to reproduce the environmental conditions but their effects on a specimen. This process is used if there is uncertainty in the occurring environmental stresses and their level of severities.

In this standard a general framework for environmental test tailoring process is presented. The general approach is chosen as there are numerous tools and methods for test tailoring for different environmental factors and their combinations. The test tailoring process may be quite complicated and the parties involved should understand the basic assumptions and goals of the conducted work. The given framework provides a common process with the essential main phases ensuring a unified engineering approach and proper flow of information with the commonly agreed terminology.

C.2 Basic considerations

A general simplified process for the environmental test tailoring is given. The process may be applied at system or subsystem level for any environmental factor.

The critical environmental stresses shall be reproduced with the developed test specifications, using appropriate acceleration factors and test combinations based on systematic engineering evaluation.

The principles of dealing with uncertainties of the product life cycle profile, environmental conditions, product physical properties and number of tested specimens should be stated.

Environmental testing is intended to demonstrate, with some degree of assurance, that a specimen will survive and perform under specified environmental conditions. The test tailoring process can be used to produce information for the degree of assurance, e.g. for the evaluation of the acceleration factor.

When there is a requirement for environmental testing, the test methods of IEC 60068-2 should always be used, unless there is no appropriate test available.

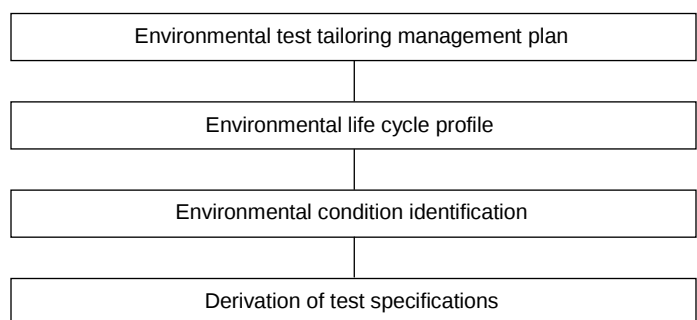
The given environmental test tailoring process is not obligatory and another tailoring process with somewhat different phases and terminology may be used. However, the main phases presented in this standard should be considered and the listed output documentation should ensure the right evaluation of the critical factors for a successful test tailoring process.

C.3 Environmental test tailoring process

C.3.1 General process

The main phases of the environmental test tailoring process are presented in Figure C.1. In practice, each phase of the process is further divided into more detailed steps. This final, more detailed process will depend on each set of goals, applications and available knowledge of the particular specimen.

In an ideal situation, the tailoring work is carried out with the co-operation of product developers, end customers, subcontractors, consultants and test laboratories. The content and responsibilities of each phase of the tailoring process are agreed within the parties involved. The results are documented and saved for future use and development. The documents should be updated when new information becomes available. The goal is to have a flexible and iterative work process, with the documentation providing the reasoning behind the work carried out. An example of the information flow and the corresponding activities within the main phases is given in Table C.1.



IEC 2467/13

Figure C.1 – Environmental test tailoring process

Table C.1 – Test tailoring process with information flow and the corresponding activities

Input	Activity	Output
1. Environmental test tailoring management plan		
Background Need, market possibility, technical and economical circumstances. New or updated requirements. System or subsystem level. Test tailoring standards and handbooks	Planning Goal, strategy, participants, responsibilities, resources, timetable and financing. System and subsystem level. Boundary conditions, limitations. Level of tailoring: difficulty, costs. Technological and financial risk	Environmental test tailoring management plan (ETTMP) - overview; goal and strategy - deliverables
2. Environmental life cycle profile		
Existing knowledge of life cycle profile and environments Experience, customers, literature, standards, handbooks and databases. Life cycle, duty cycle. Internal and external environments. Self-generated influences	Data collection and development Basic information of all possible environments and their characteristics and statistics. The existence and influence of environments: co-existence, parallel or in series. Possible failure modes. Evaluation of the critical environmental factors and corresponding failure modes. Teamwork of all participants	Environmental life cycle profile (ELCP) - baseline document - clear technical information - state-of-the-art information - critical environments - critical failure modes - updated when necessary
3. Environmental condition identification		
Environmental life cycle profile (ELCP) Existing knowledge of critical environmental conditions Product characteristics System and subsystem behaviour. Product, mounting system and platform information. Physical properties: material, geometry, etc. Critical functional properties	Data collection, field and laboratory measurement, computer simulation Detailed information of environments. Product properties and behaviour. Interaction phenomena. Determination of critical failure modes and mechanisms The controlling physical laws and equations for corresponding failure mechanisms. Interaction phenomena. Test acceleration laws. Combined environmental factors	Critical environment descriptions (CED) - detailed information of collected critical environments Critical failure modes and mechanisms (CFMM) - failure modes and mechanisms - the controlling physical laws for failure control and test specification determination
4. Derivation of test specifications		
Environmental test tailoring management plan (ETTMP) Environmental life cycle profile (ELCP) Critical environmental descriptions (CED) Critical failure modes and mechanisms (CFMM) Data for verification Test requirements and the corresponding technical data from all test tailoring process phases. State of art knowledge	Derivation of testing conditions Raw environmental data, combination of environments, events, statistics. Reliability considerations. System and subassembly. Test acceleration. Financial and technical factors. Resources and facilities. Verification of realistic testing Comparison to existing requirements and specifications. Comparison of different testing levels and time duration. System level and subsystem level testing and simulation. Failure identification: means and results. Failure mechanism controlling laws. Collection of field feedback from real environmental conditions	Test specifications (TS) - format according to the ETTMP - test program - system and subsystem level - raw environmental data - test type and purpose Test specification verification (TSV) - existing test requirements – at different test loads – at different test durations - critical failure modes and mechanisms - field feedback - feedback from testing - recommendations for long term verification plan - recommendations for test updating

C.3.2 Environmental test tailoring management plan

The development and documentation of the environmental test tailoring management plan (ETTMP) is the first phase in the test tailoring process. ETTMP is used to achieve an overview and agreement on the general framework of the environmental test tailoring process. The tasks and points to be considered here are, e.g.

- need and overview,

- system and subsystem evaluation,
- restrictions and boundaries of the tailoring programme,
- goal, methods, budget, resources and timetable (people, time, money),
- participants and their responsibilities (resources, financing),
- level of tailoring: level of uncertainty and reliability, difficulty and costs,
- risks, and
- deliverables and outcomes (reporting, documentation, database, quality management).

C.3.3 Environmental life cycle profile (ELCP)

The environmental life cycle profile (ELCP) determination and documentation is important due to both administrative (schedule, budget) and technical (reliability, usability) reasons. The environmental conditions of each life cycle phase should be determined and included in the ELCP. The emphasis is on the most critical life cycle phases. In the tailoring process, the ELCP may be determined for the system or subsystem level with the same basic steps.

The environmental life cycle profile can be described as follows:

- a) all phases and environments of a product's life, e.g.
 - manufacturing, distribution and end user profiles,
NOTE 1 Typical main parts of a product life cycle.
 - maintenance, disassembly, re-use, withdraw from service,
 - all environmental factors (vibration, temperature, pressure etc.),
 - different platforms,
NOTE 2 Any vehicle, surface, or medium where the product is attached or loaded on.
 - character, sequence, co-existence, correlation of events and environments, and
 - statistic information: e.g. probabilities, extreme and mean values.
- b) research and development tool, e.g.
 - integrated information of environmental conditions,
 - current state-of-art situation, level of knowledge,
 - cost-effective approach for design and testing, and
 - risk management (load/durability).
- c) useful documentation, e.g.
 - important product characterization baseline,
 - the same baseline for design and testing, and
 - administrative tools,
- d) teamwork with all parties ensures the best results.

ELCP is an evolving document and may be updated during design, test tailoring, or later, e.g. with feedback from the end users. Thus, it may be connected closely to product documentation (e.g. quality management). ELCP does not give the answer as to what to do or how to deal with a particular situation, but serves as a document and baseline for further considerations. It should be a document simple enough to be understood by all parties on all project management levels. The production of ELCP is critical as exclusion of important events or inclusion of unrealistic situations may cause significant costs and unreliable results.

C.3.4 Environmental condition identification

During the phase of environmental condition identification, the environmental conditions of the most critical life cycle phases are determined in more detail. The critical environmental influences should be determined as realistically and in as detailed a manner as possible. In studying these influences, e.g. the platform, where the product is installed, the product

properties and critical failure modes should be taken into account. One should also note if a packed or unpacked specimen is studied.

Information can be gathered from, e.g. literature, field measurements, computer simulation and database systems. In addition, common sense and information from end users should be applied. Not only environmental conditions are studied; the critical properties of relevant specimens are also considered. Specimen properties are important due to the possible interaction with the environment and in order to have a proper description of the environment for the critical failure mechanisms. The results are presented in two documents:

- critical environment descriptions (CED);
- critical failure modes and mechanisms (CFMM).

The main results should be used to update ELCP.

C.3.5 Derivation of the test specifications

The previous steps of the tailoring process give the environment-specific life cycle information. The test specifications (TS) should be derived on the basis of the obtained results. In addition, one should adjust the tests, and test levels, according to the desired level of reliability.

To carry out the test, the following information is necessary:

- environmental life cycle;
- environmental conditions;
- critical failure modes;
- cause and effect relationships and acceleration laws.

For the test severity determination, an important question is the combination of different encountered events. In addition, environmental factors may not only co-exist but have combined effects which should be taken into account. Furthermore, time compression and test acceleration are typical objectives for more efficient test development. The challenge is to be able to accelerate the correct failure modes with realistic testing methods and severity.

C.3.6 Derivation of testing conditions

For each environmental factor there exists various methodologies for the derivation of testing severity and conditions. The danger is that, even with the same input data, variations in test severity may result if different methodologies are used. This may be a question of different strategy and test purpose, but may also be due to variation in the accuracy of the analysis procedure or in the wanted level of reliability of the final product. Therefore, this phase in test tailoring is very critical and needs special emphasis.

One has to be careful to have a clear strategy and to fully understand the tailoring process. The purpose of testing as well as its application area should be well established. Important issues in the derivation of testing conditions are, e.g. the combination of events and environments, evaluation of the interaction phenomena, the level of reliability and the statistical methodologies used. It is interesting to note that the tailoring process offers a natural bridge between the traditionally more separate environmental testing procedures and the reliability testing procedures.

To establish test severity, it is necessary to identify properly the target levels of structural and operational reliability. The target probability of failure is basically product dependent: e.g. high reliability equipment (space, medical, military etc.) need higher margins for uncertainty. In addition, the number of test specimens submitted has an influence on the defined test severity.

NOTE See IEC/TR 62130 and the IEC/TR 62131 series for information on environmental data.

C.3.7 Verification

After developing the test specifications, it is necessary to ensure that the obtained results are realistic. This step is documented in the test specification verification (TSV) report. The tests should simulate the effects of the true environmental conditions. Thus, the effects and failures of tests should correspond to the feedback from the actual field use. This information is critical to time reduction, where one has to ensure successful acceleration of the relevant failure modes.

On the basis of test verification results, one can further optimize acceleration, e.g. by increasing or decreasing the test levels. The test tailoring process enables the modification of test specifications according to the best available data. With the use of more conservative test levels, the need for updating is reduced, but then the tests are not as optimized and efficient.

Bibliography

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-38, *Environmental testing – Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test*

IEC 60068-3-1, *Environmental testing – Part 3-1: Supporting documentation and guidance – Cold and dry heat tests*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60721 (all parts), *Classification of environmental conditions*

IEC 62130, *Climatic field data including validation*

IEC 62131 (all parts), *Environmental conditions – Vibration and shock of electrotechnical equipment*

ISO 554, *Standard atmospheres for conditioning and/or testing – Specifications*

ISO 3205, *Preferred test temperatures*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	33
INTRODUCTION.....	35
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	38
3 Termes et définitions	38
4 Conditions atmosphériques normales	42
4.1 Conditions atmosphériques normales de référence.....	42
4.2 Conditions atmosphériques normales pour les mesures d'arbitrage et les essais.....	42
4.3 Conditions atmosphériques normales pour les mesures et les essais	43
4.4 Conditions de reprise	43
4.4.1 Généralités.....	43
4.4.2 Conditions de reprise contrôlées	43
4.4.3 Modalités d'exécution de la reprise.....	44
4.5 Conditions normales de séchage assisté	44
5 Utilisation des méthodes d'essai.....	44
6 Séquence climatique	45
7 Catégorie climatique des composants.....	45
8 Application des essais	45
9 Signification de la valeur numérique d'une grandeur	45
9.1 Généralités.....	45
9.2 Grandeur exprimée comme une valeur nominale avec une tolérance	46
9.3 Grandeur exprimée comme une plage de valeurs	46
Annexe A (normative) Catégorie climatique des composants	48
Annexe B (informative) Guide général.....	50
Annexe C (informative) Adaptation des essais d'environnement	56
Bibliographie.....	62
Figure C.1 – Processus d'adaptation des essais d'environnement	57
Tableau 1 – Conditions atmosphériques normales pour les mesures d'arbitrage et les essais	42
Tableau 2 – Conditions atmosphériques normales pour les mesures et les essais	43
Tableau 3 – Conditions normales de séchage assisté	44
Tableau B.1 – Choix des essais en fonction des objectifs et des applications	53
Tableau B.2 – Séquence d'essais générale.....	54
Tableau B.3 – Effets principaux des agents d'environnement pris isolément	55
Tableau C.1 – Processus d'adaptation des essais avec flux d'informations et activités correspondantes	58

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 1: Généralités et lignes directrices

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60068-1 a été établie par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Cette septième édition annule et remplace la sixième édition, publiée en 1988, et constitue une révision technique.

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

- une liste de références normatives mise à jour;
- une indication des annexes normatives et informatives;
- Une nouvelle Annexe informative – Annexe C: *"Adaptation des essais d'environnement"*.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
104/618/FDIS	104/627/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60068, publiées sous le titre général *Essais d'environnement*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Il convient d'utiliser la présente norme conjointement avec la spécification particulière qui définit les essais à effectuer, le degré de sévérité requis pour chacun d'entre eux, leur ordre d'exécution (le cas échéant) et les limites des caractéristiques admissibles.

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

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

La série CEI 60068 contient les renseignements fondamentaux relatifs aux essais d'environnement et à leurs sévérités. De plus, cette Partie 1 contient des indications relatives aux conditions atmosphériques pour les mesures et les essais.

Elle est destinée à être utilisée dans les cas où une spécification particulière applicable à un type déterminé de produit (appareils et dispositifs électriques, électromécaniques ou électroniques, leurs sous-ensembles ainsi que leurs éléments constitutifs et composants), dénommé ci-après «spécimen», est à établir afin d'avoir l'assurance de l'uniformité et de la reproductibilité des méthodes d'essais d'environnement appliquées à ce produit.

NOTE 1 Bien qu'elles aient été initialement prévues pour être appliquées aux produits électrotechniques, un grand nombre des méthodes d'essais en environnement figurant dans la Partie 2 de la présente série sont également applicables à d'autres produits industriels.

L'expression «épreuve d'environnement» ou «essai d'environnement» recouvre les conditions d'environnement naturelles ou artificielles auxquelles les spécimens peuvent être soumis ou exposés dans la pratique de façon à pouvoir réaliser une évaluation de leurs performances dans les conditions de stockage, de transport, d'installation et d'utilisation.

Les exigences auxquelles les caractéristiques des spécimens soumis aux épreuves d'environnement ont à répondre ne sont pas du domaine de la présente norme. La spécification particulière du spécimen soumis à l'essai fournit les limites permises des caractéristiques pendant et après l'essai d'environnement.

Lors de l'établissement d'une spécification particulière ou d'un contrat d'achat, il convient de ne spécifier que les essais dont l'application est nécessaire au spécimen considéré en tenant compte des aspects techniques et économiques.

La série CEI 60068 comporte:

- a) la présente première partie, CEI 60068-1 – *Généralités et lignes directrices*, qui traite des généralités;
- b) la deuxième partie, CEI 60068-2 – *Essais* – qui publie sous forme de fascicules séparés les essais particuliers pour différentes applications;
- c) la troisième partie, CEI 60068-3 – *Documentation d'accompagnement et guide*, qui donne les informations fondamentales relatives à une famille d'essais.

Les familles d'essais qui constituent la Partie 2 de la série CEI 60068 sont désignées par les lettres majuscules suivantes:

- A: Froid
- B: Chaleur sèche
- C: Chaleur humide (essai continu)
- D: Chaleur humide (essai cyclique).
- E: Impact (par exemple, chocs et chocs brutaux de manipulation)
- F: Vibrations.
- G: Accélération constante
- H: (En attente d'attribution)

NOTE 2 Prévu initialement pour les essais de stockage.

- J: Moisissures
- K: Atmosphères corrosives (par exemple, brouillard salin)
- L: Poussières et sable

M: Pression atmosphérique (haute et basse)

N: Variations de température

P: (En attente d'attribution)

NOTE 3 Prévu initialement pour les essais d'«inflammabilité».

Q: Étanchéité (comprenant l'étanchéité des panneaux, des boîtiers et la protection contre les pénétrations et les fuites de fluides)

R: Eau (par exemple, pluie, gouttes d'eau)

S: Rayonnements (par exemple, solaire, mais à l'exclusion des rayonnements électromagnétiques)

T: Soudage (comprenant la résistance à la chaleur de soudage)

U: Robustesse des sorties (des composants)

V: (En attente d'attribution)

NOTE 4 A l'origine, attribuée aux essais de «bruit acoustique», mais les «vibrations induites acoustiquement» feront l'objet de l'Essai Fg de la famille des essais de «vibrations».

W: (En attente d'attribution)

Y: (En attente d'attribution)

La lettre X est utilisée en tant que préfixe d'une seconde lettre minuscule pour permettre l'extension de la liste des familles d'essais, par exemple, l'Essai Xa: Immersion dans les solvants de nettoyage. La lettre Z est utilisée pour l'appellation des essais combinés et composites de la façon suivante: Z est suivi d'une barre oblique (slash) et d'un groupe de lettres minuscules relatives aux contraintes combinées ou composites, par exemple, Essai Z/am: Essai combiné de froid et de basse pression atmosphérique.

Un essai déterminé peut, s'il y a lieu, être désigné comme étant «destiné en premier lieu aux composants» ou «destiné en premier lieu aux matériels».

Afin de permettre des extensions à l'avenir, et pour conserver une présentation cohérente, chaque famille d'essais peut être subdivisée. Les subdivisions sont identifiées par l'adjonction d'une seconde lettre (minuscule), par exemple:

U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation

Essai Ua: Subdivisé en essai Ua₁: Traction; et essai Ua₂: Poussée

Essai Ub: Pliage

Essai Uc: Torsion

Essai Ud: Couple

Cette subdivision est faite même si un seul essai est publié et si aucun autre essai n'est immédiatement envisagé dans la famille considérée.

Afin d'éviter toute confusion avec des chiffres, les lettres i, l, o et O ne sont pas utilisées.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 1: Généralités et lignes directrices

1 Domaine d'application

La série CEI 60068 comporte une série de méthodes d'essais d'environnement et leurs sévérités appropriées et spécifie différentes conditions atmosphériques pour les mesures et les essais, conçues pour garantir l'aptitude de spécimens à être utilisés dans des conditions prévisibles de transport, de stockage et d'utilisation opérationnelle sous toutes ses formes.

Bien qu'elle soit destinée en premier lieu à des produits électrotechniques, la présente norme ne s'applique pas uniquement à ceux-ci et peut être utilisée dans d'autres domaines, si on le désire.

D'autres méthodes d'essais d'environnement, spécifiques à des types particuliers de spécimens, peuvent être incluses dans la spécification particulière correspondante.

Le cadre du processus d'adaptation des essais d'environnement est donné afin d'aider à l'établissement de spécifications d'essai proposant des essais et des sévérités appropriés.

La série CEI 60068 fournit aux rédacteurs de spécifications et aux personnes chargées des essais des produits, une série de méthodes d'essais d'environnement, climatiques, dynamiques et combinés qui soient uniformes et reproductibles dans les conditions atmosphériques normales de mesures et de réalisation.

Ces méthodes d'essai reposent sur l'expérience industrielle acquise et sur les avis disponibles au niveau international; elles sont établies en premier lieu pour fournir des renseignements sur les propriétés suivantes des spécimens:

- a) l'aptitude à fonctionner dans des limites spécifiées de température, de pression, d'humidité, de contraintes mécaniques ou d'autres conditions d'environnement et de combinaisons de ces conditions;
- b) l'aptitude à supporter les conditions de transport, de stockage et d'installation.

NOTE 1 La série CEI 60721 donne un système de classification des conditions d'environnement et les définitions afférentes.

Les essais contenus dans la présente norme permettent de comparer les caractéristiques d'échantillons de produits. Pour s'assurer de la qualité d'ensemble ou de la durée de vie utile d'un lot de production donné, il convient d'appliquer les méthodes d'essai au prélèvement résultant de l'application d'un plan d'échantillonnage convenable, et, si nécessaire, des essais supplémentaires appropriés peuvent y être ajoutés.

NOTE 2 L'ISO définit la «qualité» comme étant le degré auquel une série de caractéristiques inhérentes répond aux exigences établies.

NOTE 3 "Durée de vie utile": dans des conditions données, intervalle de temps commençant à un instant donné et se terminant lorsque l'intensité instantanée de défaillance devient inacceptable ou lorsque l'entité est considérée comme irréparable à la suite d'une panne

Pour avoir des essais appropriés aux différents niveaux de conditions d'environnement, certains de ces essais ont plusieurs degrés de sévérité. Ces différents degrés de sévérité sont obtenus en faisant varier la durée, la température, la pression atmosphérique ou d'autres facteurs déterminants, séparément ou en combinaison.

Dans la mesure où il convient que les essais et leurs degrés de sévérité reposent sur les conditions d'environnement réelles auxquelles risque d'être soumis un spécimen donné, on donne le cadre et les phases nécessaires au processus d'adaptation de l'essai d'environnement au produit. Le processus d'adaptation de l'essai peut être utilisé pour établir la spécification d'essai nécessaire applicable à un spécimen particulier.

2 Références normatives

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

CEI 60068-2 (toutes les parties), *Essais d'environnement – Partie 2: Essais*

3 Termes et définitions

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

NOTE Les essais concernés par la présente norme peuvent eux-mêmes consister en une série d'opérations qui ont pour but de déterminer l'effet d'un tel essai ou d'une série d'essais sur un spécimen.

3.1

essai

totalité des opérations impliquées par son titre; l'essai consistant habituellement à réaliser les opérations suivantes, s'il y a lieu:

- a) préconditionnement;
- b) examen initial et mesures initiales;
- c) essais;
- d) reprise;
- e) examen final et mesures finales

Note 1 à l'article: Des mesures intermédiaires peuvent être requises pendant l'épreuve et/ou pendant la reprise.

Note 2 à l'article: Lorsque la température et l'humidité prévues pour le conditionnement d'un spécimen pour les mesures sont les mêmes que celles spécifiées pour le préconditionnement, le préconditionnement et le conditionnement peuvent être confondus et le préconditionnement peut alors remplacer le conditionnement.

3.2

préconditionnement

traitement d'un spécimen dans le but d'enlever ou de contrecarrer partiellement les effets dus à ses états antérieurs

Note 1 à l'article: Lorsqu'un préconditionnement est spécifié, il constitue la première opération de l'essai.

Note 2 à l'article: Le préconditionnement peut être effectué en soumettant le spécimen à des conditions climatiques, électriques ou à toute autre condition spécifiée par la spécification particulière, afin que les propriétés du spécimen puissent être stabilisées avant l'exécution des mesures et de l'essai.

3.3

essais

épreuve

exposition d'un spécimen à des conditions d'environnement dans le but de déterminer l'effet de telles conditions sur le spécimen

3.4

reprise

traitement d'un spécimen, effectué après l'épreuve, pour que les propriétés du spécimen puissent être stabilisées avant les mesures

3.5 **spécimen**

produit destiné à être soumis aux essais conformément aux méthodes de la série CEI 60068

Note 1 à l'article: Le terme «spécimen» couvre toutes parties ou tous systèmes auxiliaires qui sont des dispositifs incorporés essentiels au fonctionnement du spécimen, par exemple, systèmes de refroidissement, de chauffage.

3.6 **spécimen dissipant de l'énergie**

spécimen dont le point le plus chaud de sa surface, mesuré dans les conditions d'air calme et sous la pression atmosphérique définie en 4.3, est à une température supérieure de 5 K à la température ambiante de l'atmosphère environnante lorsque la stabilité thermique a été atteinte

Note 1 à l'article: Les mesures requises pour prouver qu'un spécimen peut être classé comme dissipant ou ne dissipant pas de chaleur peuvent être faites dans les conditions atmosphériques normales pour les mesures et les essais si on a pris soin qu'aucune influence extérieure (par exemple, courants d'air ou rayonnement solaire) n'affecte les mesures. Dans le cas de spécimens de grandes dimensions ou complexes, il peut être nécessaire d'effectuer des mesures en plusieurs points.

3.7 **conditions d'air calme**

conditions existant dans un espace infini où le mouvement de l'air n'est affecté que par le spécimen dissipant de la chaleur lui-même

3.8 **spécification particulière**

série d'exigences devant être satisfaites par un spécimen et indiquant les méthodes nécessaires pour s'assurer que ces exigences sont satisfaites

3.9 **température ambiante**

température de l'air (définie plus précisément en 3.9.1 et 3.9.2)

Note 1 à l'article: Pour l'application de ces définitions, il convient de se reporter au guide donné dans la CEI 60068-3-1.

3.9.1 **spécimens ne dissipant pas de chaleur**

température de l'air entourant le spécimen

3.9.2 **spécimens dissipant de la chaleur**

température de l'air, dans les conditions d'air calme, à une distance du spécimen telle que l'effet de la dissipation est négligeable

Note 1 à l'article: En pratique, la température ambiante est prise comme la moyenne des températures mesurées en un certain nombre de points d'un plan horizontal situé entre 0 mm et 50 mm en dessous du spécimen, à mi-distance entre le spécimen et la paroi de la chambre ou à une distance de 1 m du spécimen, si cette dernière distance est inférieure. Il convient de prendre les précautions convenables pour éviter que le rayonnement de chaleur n'affecte ces mesures.

3.10 **température de surface**

température de boîtier

température mesurée en un ou en plusieurs points spécifiés de la surface du spécimen

3.11 **stabilité thermique**

état lorsque les températures de tous les points du spécimen ne diffèrent pas de plus de 3 K de la température finale, ou de l'écart spécifié par la spécification particulière

Note 1 à l'article: Pour les spécimens ne dissipant pas de chaleur, la température finale est la moyenne (dans le temps) de la température de la chambre dans laquelle le spécimen est placé. Pour les spécimens dissipant de la chaleur, il est nécessaire d'effectuer des mesures répétées pour déterminer les intervalles de temps correspondant à une variation de température de 3 K ou à l'écart spécifié par la spécification particulière. On considère que la stabilité thermique a été atteinte lorsque le rapport entre deux intervalles de temps consécutifs est supérieur à 1,7.

Note 2 à l'article: Lorsque la constante de temps thermique du spécimen est faible par rapport à la durée de l'exposition à une température donnée, il n'est pas nécessaire d'effectuer des mesures. Lorsque la constante de temps thermique du spécimen est du même ordre de grandeur que la durée d'exposition, il convient d'effectuer des vérifications pour s'assurer que:

- a) les spécimens ne dissipant pas de chaleur sont dans les limites requises de la température ambiante moyenne (dans le temps);
- b) pour les spécimens dissipant de la chaleur, le rapport entre deux intervalles de temps consécutifs est supérieur à 1,7 lorsque des mesures sont répétées pour déterminer l'intervalle de temps correspondant à une variation de température de 3 K ou à l'écart spécifié par la spécification particulière.

La CEI 60068-3-1 donne des informations de base sur les essais des spécimens dissipant ou ne dissipant pas de chaleur.

Note 3 à l'article: En pratique, il peut ne pas être possible d'effectuer des mesures directes des températures internes du spécimen. Une vérification peut être effectuée en mesurant d'autres paramètres thermosensibles dont la loi de variation en fonction de la température est connue.

3.12

chambre

enceinte ou espace dans une partie duquel les conditions spécifiées peuvent être obtenues

3.13

espace de travail

partie de la chambre dans laquelle les conditions spécifiées peuvent être maintenues dans les tolérances spécifiées

3.14

essai combiné

essais au cours desquels un spécimen est soumis simultanément à deux ou plus de deux influences d'environnement

Note 1 à l'article: Les essais avec influence simultanée de a) température et d'humidité, b) de température, d'humidité et d'un milieu spécifique (y compris chimiquement actif) et c) de température et de rayonnement solaire ne s'apparentent pas aux essais combinés.

Note 2 à l'article: En règle générale, les essais combinés sont utilisés pour fournir des influences climatiques et mécaniques simultanées.

Note 3 à l'article: Des mesures sont habituellement effectuées au début et à la fin de l'essai.

3.15

essai composite

essai pendant lequel le spécimen est exposé successivement à deux ou à plus de deux environnements d'essai

Note 1 à l'article: Les durées des intervalles entre les expositions aux différents environnements d'essai sont définies avec précision, car elles peuvent avoir un effet significatif sur le spécimen.

Note 2 à l'article: Des périodes de préconditionnement, de reprise ou de stabilisation ne sont habituellement pas prévues entre les différentes expositions.

Note 3 à l'article: Des mesures sont habituellement effectuées avant la première exposition et après la dernière.

3.16

séquence d'essais

séquence pendant laquelle le spécimen est exposé successivement à deux ou à plus de deux environnements d'essai

Note 1 à l'article: Les durées d'intervalle entre les expositions aux différents environnements d'essai sont telles qu'elles n'ont normalement pas d'effet significatif sur le spécimen.

Note 2 à l'article: Des périodes de préconditionnement et de reprise sont habituellement prévues entre les différentes expositions.

Note 3 à l'article: Des mesures sont habituellement effectuées avant et après chaque exposition, la mesure finale d'un essai étant la mesure initiale du suivant.

3.17

atmosphère de référence

atmosphère à laquelle sont ramenées par le calcul les valeurs obtenues à la suite de mesures effectuées dans d'autres conditions

3.18

mesures d'arbitrage

mesures répétées dans des conditions atmosphériques étroitement contrôlées lorsqu'on ne connaît pas les facteurs de correction à utiliser pour ramener les paramètres qui varient en fonction des conditions atmosphériques aux conditions atmosphériques normales de référence et lorsque les mesures effectuées dans la plage des conditions atmosphériques ambiantes ne sont pas satisfaisantes

3.19

conditionnement (d'un spécimen pour les mesures)

exposition d'un spécimen à une atmosphère ayant une humidité relative spécifiée ou immersion complète dans l'eau ou dans tout autre liquide, à une température spécifiée et pendant une durée déterminée

Note 1 à l'article: Suivant les cas, le local utilisé pour conditionner un spécimen avant les mesures peut être le laboratoire tout entier dans lequel les conditions spécifiées sont maintenues dans les tolérances spécifiées, ou une chambre spéciale.

3.20

adaptation des essais d'environnement

processus consistant à établir des méthodes et des spécifications d'essai à partir des conditions réelles en situation qu'un spécimen particulier rencontre, à partir des mesures, des documents techniques ou d'autres sources pertinentes et qui sont condensées et transformées de manière à pouvoir être utilisées pour une spécification d'essai

Note 1 à l'article: Le processus d'adaptation des essais d'environnement décrit dans la présente norme est donné de manière générale afin de constituer un cadre pour un flux cohérent d'informations.

Note 2 à l'article: Il existe différentes méthodes et pratiques pour réaliser l'adaptation des essais et il convient de s'assurer que le processus d'adaptation est cohérent avec les méthodes d'analyse et d'essai compatibles.

Note 3 à l'article: En pratique, il peut ne pas être possible d'obtenir des données fiables (dans les documents techniques, par exemple) ou de réaliser des mesures de paramètres physiques du spécimen et de son environnement. Une simulation numérique peut être utilisée pour déterminer les conditions d'environnement et les réponses des produits à utiliser pour en tirer les spécifications d'essai. La simulation peut être particulièrement intéressante pour la détermination des sous-ensembles de produits et des éléments constitutifs et des conditions d'environnement au niveau composant.

Note 4 à l'article: Pour les spécifications tirées du processus d'adaptation des essais d'environnement, il convient d'utiliser les essais et les sévérités de la présente norme. D'autres méthodes et sévérités d'essai peuvent être utilisées uniquement dans le cas où cela permet d'en tirer des bénéfices techniques fiables et/ou des bénéfices économiques prouvés. Dans un tel cas, il convient d'inclure dans la spécification le raisonnement ayant conduit à diverger des essais normaux.

Note 5 à l'article: Dans le cadre de l'adaptation des essais d'environnement, il n'est pas essentiel de reproduire les conditions d'environnement, mais les mécanismes de défaillance critique.

Note 6 à l'article: Si des facteurs d'accélération sont utilisés, il convient de les choisir afin d'éviter l'introduction de mécanismes de défaillance différents de ceux susceptibles de survenir en service, pendant le stockage ou le transport.

Note 7 à l'article: Il convient d'accompagner l'adaptation des essais d'environnement des vérifications suivantes afin de s'assurer:

- a) du profil du cycle de vie du spécimen;
- b) des mécanismes de défaillance critique;

- c) des facteurs d'accélération corrects;
- d) de la modélisation correcte des spécimens.

3.21

qualité

aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire aux besoins de l'utilisateur

3.22

durée de vie utile

dans des conditions données, intervalle de temps commençant à un instant donné et se terminant lorsque l'intensité instantanée de défaillance devient inacceptable ou lorsque l'entité est considérée comme irréparable à la suite d'une panne

4 Conditions atmosphériques normales

4.1 Conditions atmosphériques normales de référence

- température: 20 °C;
- pression atmosphérique: 101,3 kPa (1 013 mbar).

NOTE Aucune exigence n'est donnée pour l'humidité relative, une correction par le calcul n'étant, en général, pas possible.

Si les paramètres à mesurer dépendent de la température et/ou de la pression et si la loi de variation correspondante est connue, leurs valeurs doivent être mesurées dans les conditions spécifiées en 4.3 et, si nécessaire, ramenées par le calcul aux conditions atmosphériques normales de référence données ci-dessus.

4.2 Conditions atmosphériques normales pour les mesures d'arbitrage et les essais

Si les paramètres à mesurer dépendent de la température, de la pression et de l'humidité, et si la loi de variation correspondante n'est pas connue, les atmosphères à spécifier doivent être choisies dans le Tableau 1.

**Tableau 1 – Conditions atmosphériques normales
pour les mesures d'arbitrage et les essais**

Température °C			Humidité relative ^a %		Pression atmosphérique ^a	
Valeur nominale	Tolérance étroite	Tolérance large	Tolérance étroite	Tolérance large	kPa	mbar
20	±1	±2	63 à 67	60 à 70	86 à 106	(860 à 1 060)
23	±1	±2	48 à 52	45 à 55	86 à 106	(860 à 1 060)
25	±1	±2	48 à 52	45 à 55	86 à 106	(860 à 1 060)
27	±1	±2	63 à 67	60 à 70	86 à 106	(860 à 1 060)
NOTE 1 Les valeurs ci-dessus incluent celles publiées dans la présente norme et celles données dans l'ISO 554 et l'ISO 3205.						
NOTE 2 La valeur de 25 °C est incluse principalement à cause de son intérêt pour les essais des dispositifs à semi-conducteurs et des circuits intégrés (elle ne figure pas dans les normes ISO 554 et ISO 3205).						
NOTE 3 Les tolérances étroites peuvent être appliquées pour les mesures d'arbitrage. Les tolérances les plus larges ne peuvent être appliquées que lorsque la spécification particulière les autorise.						
NOTE 4 L'humidité relative peut être négligée si elle n'a pas d'influence sur le résultat des essais.						
^a Valeurs extrêmes comprises.						

4.3 Conditions atmosphériques normales pour les mesures et les essais

La gamme normale des conditions atmosphériques pour l'exécution des mesures et des essais est présentée au Tableau 2.

Tableau 2 – Conditions atmosphériques normales pour les mesures et les essais

Température ^a °C	Humidité relative ^a %	Pression atmosphérique ^a
15 à 35	25 à 75	86 kPa à 106 kPa (860 mbar à 1 060 mbar)
^a Valeurs extrêmes comprises.		

Il convient de réduire au minimum les variations de température et d'humidité pendant le déroulement d'une série de mesures faisant partie d'un essai effectué sur un seul spécimen.

NOTE 1 Pour les spécimens de grandes dimensions ou dans le cas de chambres d'essai où il est difficile de maintenir la température dans les limites spécifiées ci-dessus, la gamme peut être étendue au-delà de ces limites, soit à partir de 10 °C, soit jusqu'à 40 °C, lorsque la spécification particulière l'autorise. Il convient que l'humidité absolue ne dépasse pas 22 g/m³.

Si la spécification particulière admet qu'il est impossible en pratique d'effectuer des mesures dans les conditions atmosphériques normales, une note donnant les conditions réelles de mesure doit être jointe au rapport d'essai.

NOTE 2 L'humidité relative peut être négligée si elle n'a pas d'influence sur les résultats des essais.

4.4 Conditions de reprise

4.4.1 Généralités

A l'issue de l'épreuve et avant de procéder aux mesures finales, il convient de permettre aux spécimens de se stabiliser à la température ambiante. Les mesures doivent être réalisées après stabilisation.

Les «conditions de reprise contrôlées» doivent être appliquées si les paramètres électriques à mesurer sont influencés par l'humidité absorbée ou par les états de surface des spécimens et si ces paramètres varient rapidement, par exemple si la résistance d'isolement s'élève considérablement dans, environ, les 2 h qui suivent le retrait des spécimens de la chambre de chaleur humide.

Si les paramètres électriques des spécimens influencés par l'humidité absorbée ou par les états de surface ne varient pas rapidement, la reprise peut être conduite dans les conditions atmosphériques normales pour les mesures et les essais.

Si la reprise et les mesures sont effectuées dans des chambres séparées, la condition associant température et humidité doit être telle que la condensation à la surface des spécimens ne se produise pas lorsque ceux-ci sont transférés dans la chambre de mesures.

La plupart des essais de la CEI 60068-2 donnent les conditions appropriées de la reprise et sa durée. Ces conditions doivent être respectées, sauf spécification contraire figurant dans la spécification particulière.

4.4.2 Conditions de reprise contrôlées

NOTE 1 Les conditions de reprise contrôlées sont également désignées sous le terme "conditions normales de reprise".

Les conditions de reprise contrôlées sont les suivantes:

- température: température réelle du laboratoire à ± 1 °C près, à condition qu'elle soit dans les limites fixées en 4.3, c'est-à-dire comprise entre + 15 °C et +35 °C;
- humidité relative: entre 73 % et 77 %;
- pression atmosphérique: entre 86 kPa et 106 kPa (860 mbar et 1 060 mbar);
- durée de reprise: durée spécifiée par la spécification particulière si elle est différente de la valeur indiquée dans la méthode d'essai correspondante de la CEI 60068-2.

Si, dans des cas spécifiques, des conditions de reprise différentes sont nécessaires, celles-ci doivent être spécifiées dans la spécification particulière.

NOTE 2 Ces conditions de reprise contrôlées peuvent aussi être utilisées pour le préconditionnement.

4.4.3 Modalités d'exécution de la reprise

Le spécimen doit être placé dans la chambre de reprise (si une chambre séparée est nécessaire) dans les 10 min qui suivent la fin de l'épreuve. Lorsque la spécification particulière requiert que des mesures soient effectuées immédiatement après la fin de la reprise, ces mesures doivent être achevées dans les 30 min qui suivent le retrait du spécimen de la chambre de reprise. Les caractéristiques que l'on s'attend à voir varier le plus rapidement après le retrait du spécimen de la chambre de reprise doivent être mesurées les premières.

La température de la chambre de reprise ne doit pas s'écarter de la température ambiante du laboratoire de plus de 1 °C pour éviter que de l'humidité ne soit absorbée ou perdue par le spécimen lorsqu'on le retire de la chambre de reprise. Cela nécessite l'utilisation d'une chambre de reprise ayant une bonne conductivité thermique et dans laquelle l'humidité relative peut être contrôlée avec précision.

4.5 Conditions normales de séchage assisté

Lorsqu'un séchage assisté est requis avant le commencement d'une série de mesures, les conditions du Tableau 3 doivent, sauf spécification contraire figurant dans la spécification particulière, être appliquées au spécimen pendant 6 h.

Tableau 3 – Conditions normales de séchage assisté

Température °C	Humidité relative %	Pression atmosphérique ^a
55 $\pm$ 2	Ne dépassant pas 20	86 kPa à 106 kPa (860 mbar à 1 060 mbar)

^a Valeurs extrêmes comprises.

S'il est impossible d'effectuer un séchage assisté dans les conditions normales de séchage assisté, une note indiquant les conditions réelles du séchage effectué doit être jointe au rapport d'essai.

Le séchage assisté doit être effectué à la température spécifiée pour l'essai de chaleur sèche, lorsque celle-ci est inférieure à 55 °C.

5 Utilisation des méthodes d'essai

Les méthodes d'essai peuvent, suivant les spécifications de la spécification particulière, être utilisées pour l'agrément de type, la qualification, la vérification de conformité de la qualité ou pour tout autre besoin s'y rattachant.

6 Séquence climatique

Pour disposer d'une séquence d'essais climatiques, destinée en premier lieu aux composants, les épreuves de froid, de chaleur sèche, de basse pression atmosphérique et l'épreuve cyclique de chaleur humide sont considérées comme interdépendantes et la séquence est nommée «séquence climatique». L'ordre dans lequel ces épreuves doivent être effectuées est le suivant:

- chaleur sèche;
- chaleur humide, essai cyclique (premier cycle de l'essai Db avec la température supérieure de 55 °C);
- froid;
- basse pression atmosphérique (lorsqu'elle est requise);
- chaleur humide, essai cyclique (cycles restants de l'essai Db avec la température supérieure de 55 °C).

Un intervalle n'excédant pas trois jours est autorisé entre deux quelconques de ces épreuves, sauf entre le premier cycle de l'épreuve cyclique de chaleur humide et l'épreuve de froid où l'intervalle ne doit pas excéder 2 h, durée de reprise comprise. Les mesures sont normalement effectuées au début et à la fin de la séquence climatique, à l'exception de celles qui sont spécifiées en cours d'épreuve.

7 Catégorie climatique des composants

Lorsqu'on désire adopter un système de classification climatique des composants, il doit être fondé sur les principes généraux contenus dans l'Annexe A. La partie commune à tous les systèmes doit être la catégorie climatique.

8 Application des essais

Le guide général pour les essais d'environnement est donné dans l'Annexe B.

La spécification particulière doit spécifier si les essais sont à effectuer sur des spécimens placés dans les conditions «alimenté» ou «non alimenté». La spécification particulière peut également, s'il y a lieu, spécifier que les essais doivent être effectués sur des spécimens «emballés» si le moyen de conditionnement utilisé pour le transport est considéré comme faisant partie des spécimens eux-mêmes.

Quand les dimensions et/ou la masse d'un spécimen sont telles que l'essai du spécimen complet n'est ni justifié, ni réalisable, les renseignements nécessaires peuvent être obtenus en soumettant à essai séparément des sous-ensembles principaux. Les détails des modalités à suivre doivent être donnés dans la spécification particulière.

NOTE Cette procédure n'est applicable que lorsque les sous-ensembles ne sont pas sujets à des influences mutuelles, à moins que l'on n'ait tenu compte de ces influences.

9 Signification de la valeur numérique d'une grandeur

9.1 Généralités

Les valeurs numériques des grandeurs de certains paramètres (température, humidité, contrainte, durée, etc.) données dans la CEI 60068-2 ont des expressions diverses d'un essai à l'autre selon les nécessités.

Deux cas se présentent habituellement:

- a) la grandeur est exprimée comme une valeur nominale avec une tolérance;
- b) la grandeur est exprimée comme une plage de valeurs.

Pour ces deux cas, la signification de la valeur numérique est expliquée ci-après.

9.2 Grandeur exprimée comme une valeur nominale avec une tolérance

Exemples de deux formes de présentation:

- a) $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$
 $(2 \pm 0,5) \text{ s}$
- b) $(93^{+2}_{-3}) \% \text{ HR}$

L'expression d'une grandeur comme une valeur numérique signifie qu'il convient de réaliser l'essai à cette valeur. Les tolérances que l'on y associe ont pour but de tenir compte, en particulier, des facteurs suivants:

- difficultés de réglage de certains dispositifs de régulation et leur dérive pendant l'essai (variation parasite lente);
- erreurs instrumentales;
- absence d'homogénéité des agents d'environnement quand il n'y a pas de tolérances spécifiques pour l'espace de travail où sont placés les spécimens en essai.

Ces tolérances n'ont pas pour but de laisser une latitude de réglage des valeurs des paramètres dans l'espace de travail. En conséquence, lorsqu'une grandeur est exprimée par une valeur nominale avec une tolérance, l'appareil d'essai doit être réglé de façon à obtenir cette valeur nominale, en tenant compte des erreurs instrumentales.

En principe, l'appareil d'essai ne doit pas être réglé de manière à maintenir une limite de la zone de tolérance, même si sa précision permet de garantir que l'on ne dépassera jamais cette valeur limite.

Lorsque l'expression numérique d'une grandeur est 100 ± 5 , il convient de régler l'appareil d'essai pour maintenir une valeur cible de 100 en tenant compte des erreurs instrumentales, mais en aucun cas de le régler sur 95 ou 105.

Dans certains cas, pour éviter de dépasser toute valeur limite du spécimen pendant l'exécution de l'essai, il peut être nécessaire de régler l'appareil d'essai au voisinage d'une limite de la tolérance.

Dans le cas particulier où la grandeur est exprimée par une valeur nominale associée à une tolérance unilatérale (ce qui n'est généralement pas recommandé, sauf si cela est justifié par des conditions particulières, par exemple une réponse non linéaire), il convient de régler l'appareil d'essai aussi près que possible de la valeur nominale (qui est aussi une limite de la tolérance) en tenant compte de l'erreur de mesure qui dépend de l'appareil d'essai utilisé (y compris les appareils de mesure des valeurs des paramètres).

Lorsque l'expression numérique d'une grandeur est $100 \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix}$ et que l'appareil d'essai permet une maîtrise des paramètres avec une précision globale de ± 1 , il convient de régler l'appareil d'essai pour maintenir une valeur cible de 99. Si, par contre, la précision globale ne peut être que de $\pm 2,5$, il convient de régler l'appareil d'essai sur 97,5.

9.3 Grandeur exprimée comme une plage de valeurs

EXEMPLE

- de 15 °C à 35 °C;
- de 80 % à 100 % d'humidité relative;
- de 1 h à 2 h.

NOTE L'utilisation de mots pour exprimer une plage peut conduire à des ambiguïtés, par exemple «de 80 % à 100 %» peut, pour certains lecteurs, exclure les valeurs 80 et 100, alors que, pour d'autres, elles peuvent être incluses.

L'utilisation de symboles, par exemple «> 80» ou «≥ 80», conduit généralement à moins d'ambiguïté et, de ce fait, est à adopter de préférence.

L'expression d'une grandeur comme une plage de valeurs signifie que la valeur choisie pour le réglage de l'appareil d'essai n'a qu'une influence mineure sur les résultats de l'essai.

On peut, dans le cas où la précision de maîtrise des paramètres (y compris les erreurs instrumentales) le permet, choisir une valeur quelconque dans la plage donnée. Par exemple, lorsqu'on indique qu'un essai doit être effectué entre 15 °C et 35 °C, n'importe quelle valeur de cette plage peut être utilisée (mais cela ne veut pas dire qu'il convient de faire volontairement varier la température dans toute cette plage). En fait, le rédacteur a voulu indiquer qu'il convient de réaliser l'essai à la température ambiante normale.

Annexe A (normative)

Catégorie climatique des composants

Le très grand nombre de combinaisons possibles d'essais et de sévérités peut être réduit par le choix d'un petit nombre de groupements dans la spécification particulière.

Pour fournir un code fondamental raisonnable, qui indiquera généralement les conditions climatiques pour lesquelles les composants conviennent, il est recommandé de se référer aux principes suivants.

La catégorie est désignée par une série de trois groupes de chiffres, séparés par une barre oblique, qui correspondent respectivement à la température de l'essai de froid, à la température de l'essai de chaleur sèche et au nombre de jours d'épreuve de l'essai continu de chaleur humide, essais auxquels le composant doit satisfaire. Ces groupes sont constitués comme suit:

- Premier groupe: deux chiffres indiquant la température ambiante minimale de fonctionnement (essai de froid). Lorsque la température ne s'exprime que par un seul chiffre, il doit être précédé du symbole «0» dans le cas d'une température négative ou du signe «+» dans le cas d'une température positive pour constituer le groupe de deux caractères.
- Deuxième groupe: trois chiffres indiquant la température ambiante maximale de fonctionnement (essai de chaleur sèche). Lorsque la température ne s'exprime que par deux chiffres, on doit faire précéder ces deux chiffres du symbole «0» pour constituer le groupe de trois caractères.
- Troisième groupe: deux chiffres indiquant le nombre de jours d'épreuve de l'essai continu de chaleur humide (essai Ca). Lorsque la durée de l'épreuve ne s'exprime que par un chiffre, on doit faire précéder ce chiffre du symbole «0» pour constituer le groupe de deux caractères. Le symbole «00» doit être utilisé pour indiquer qu'il n'est pas exigé que le composant soit soumis à l'essai continu de chaleur humide.

Pour appartenir à une catégorie donnée, les composants doivent satisfaire aux exigences de la spécification particulière pour la totalité des essais qui y sont spécifiés pour leur catégorie.

Pour appartenir à la catégorie 55/100/56, un composant doit satisfaire au moins aux exigences a), b) et c):

a) Froid	–55 °C
b) Chaleur sèche	+100 °C
c) Chaleur humide (essai continu)	56 jours

Pour appartenir à la catégorie 25/085/04, un composant doit satisfaire au moins aux exigences d), e) et f):

d) Froid	–25 °C
e) Chaleur sèche	+85 °C
f) Chaleur humide (essai continu)	4 jours

Pour appartenir à la catégorie 10/070/21, un composant doit satisfaire au moins aux exigences g), h) et i):

g) Froid	–10 °C
h) Chaleur sèche	+70 °C
i) Chaleur humide (essai continu)	21 jours

Pour appartenir à la catégorie + 5/055/00, un composant doit satisfaire au moins aux exigences j) et k):

j) Froid	+5 °C
k) Chaleur sèche	+55 °C
l) Chaleur humide (essai continu)	Aucune exigence

Annexe B (informative)

Guide général

B.1 Généralités

Les essais d'environnement sont destinés à prouver, avec un certain degré de certitude, qu'un spécimen est capable de survivre et de fonctionner dans des conditions d'environnement déterminées, soit en simulant les conditions réelles d'environnement auxquelles il sera soumis, soit en reproduisant leurs effets.

Les méthodes d'essai de la CEI 60068-2 ont pour but:

- de déterminer l'aptitude d'un spécimen à être stocké, à être transporté et à fonctionner dans des conditions d'environnement spécifiques en rapport avec sa durée de vie utile probable;
- de fournir des renseignements sur la qualité de la conception ou un produit soumis à essai.

Le choix, dans la CEI 60068-2, de la sévérité d'une méthode d'essai ou même, en partie, le choix de l'essai proprement dit correspondant à une contrainte d'environnement donnée peut se révéler difficile. S'il est impossible de donner une règle, valable pour tous les spécimens et destinée à rattacher les conditions d'essai aux conditions réelles d'environnement auxquelles ils seront soumis, il est toutefois possible, dans la plupart cas, d'établir de telles relations.

La CEI 60068-1 se borne, par conséquent, à énumérer les points essentiels qu'il est nécessaire de prendre en considération lors du choix des essais et des sévérités. Il convient de souligner aussi le fait que l'ordre des essais à effectuer sur un spécimen peut être important.

Pour certains essais, des recommandations spécifiques figurent dans les normes particulières de la CEI 60068-2.

B.2 Considérations fondamentales

Lorsqu'une exigence impose de réaliser des essais d'environnement, il convient d'utiliser toujours les méthodes d'essai de la CEI 60068-2, sauf si aucun essai approprié n'est présenté. Les raisons en sont les suivantes:

- a) Une conformité totale avec une méthode d'essai de la CEI 60068-2 est nécessaire pour obtenir la répétabilité et la reproductibilité recherchées définies dans le Vocabulaire Électrotechnique International.
- b) Les essais de la CEI 60068-2 sont susceptibles d'être appliqués à des spécimens très variés. En conséquence, ils ont été conçus de façon à faire abstraction, dans la mesure du possible, du type de spécimen soumis à essai. Il n'est pas nécessaire que le spécimen soit un produit électrotechnique.
- c) Les résultats obtenus par des laboratoires différents peuvent être comparés.
- d) La prolifération de méthodes et d'appareils d'essai ne présentant que de très légères différences peut être évitée.
- e) L'utilisation continue du même essai permet de rattacher les résultats à des résultats précédemment obtenus sur des spécimens dont le fonctionnement en service est connu.

Dans la mesure du possible, les essais sont définis par leurs paramètres propres et non par une description des installations d'essai. Cependant, pour certains essais, il a été nécessaire de spécifier l'appareillage d'essai.

Lorsqu'il choisit la méthode d'essai à appliquer, il convient que le rédacteur de la spécification tienne toujours compte de l'aspect économique, tout particulièrement lorsque deux méthodes d'essai différentes existent dont les résultats ont toutes les chances de fournir les mêmes renseignements spécifiques.

Lorsque l'application successive de deux ou de plus de deux agents d'environnement ne fournit pas les renseignements recherchés, il convient de recourir à des essais combinés ou à des essais composites. Les essais combinés et les essais composites les plus significatifs figurent dans la CEI 60068-2.

Dans certains cas, d'autres combinaisons d'agents d'environnement peuvent être choisies, à condition que les informations obtenues soient meilleures que celles qu'aurait pu donner l'application d'une séquence d'essais. Il convient alors de tenir compte d'éventuelles difficultés:

- de description et de réalisation de ces essais;
- d'interprétation des résultats.

B.3 Relations entre les conditions d'essai et les conditions réelles d'environnement

Pour décrire un essai, il convient tout d'abord de définir la nature précise des conditions d'environnement auxquelles pourront être soumis les spécimens à soumettre à essai. Toutefois, d'une part, il n'est guère possible de reproduire les conditions réelles d'environnement qui obéissent à des lois mal connues et, d'autre part, les essais risquent d'être aussi longs que la durée de vie prévue du spécimen.

NOTE La série CEI 60721 donne des informations qui peuvent être intéressantes pour définir les conditions d'environnement qui peuvent être rencontrées dans la pratique. Les lignes directrices de quelques essais particuliers de la CEI 60068-2 renseignent sur le choix des sévérités appropriées.

De plus, les conditions d'utilisation opérationnelle ne sont pas toujours connues. C'est pourquoi les essais d'environnement sont généralement des essais accélérés avec, dans la majorité des cas, un accroissement des contraintes réelles pour connaître plus rapidement les résultats.

Le facteur d'accélération d'un essai varie suivant le spécimen auquel il s'applique. Pour cette raison, et parce que la relation entre la réduction de la durée d'essai et l'augmentation appropriée des contraintes n'est pas toujours connue, il est difficile de chiffrer le facteur d'accélération; on y a donc renoncé.

Il convient que le choix d'un facteur d'accélération permette toujours d'éviter l'introduction de mécanismes de défaillance différents de ceux susceptibles de survenir en service.

Le processus d'adaptation des essais d'environnement donné dans la présente norme peut être utilisé pour établir les spécifications d'essai reproduisant les contraintes environnementales critiques avec les facteurs d'accélération appropriés fondés sur une évaluation d'ingénierie systématique.

B.4 Principaux effets des agents d'environnement

Les principaux effets des agents d'environnement sur un spécimen sont: la corrosion, les fissures, la fragilisation, l'absorption ou l'adsorption de l'humidité et l'oxydation. Ces effets peuvent occasionner un changement des propriétés physiques et/ou chimiques des matériaux.

Les principaux effets de certains agents d'environnement individuels et les défaillances types qui en résultent sont donnés au Tableau B.3. Les rayonnements nucléaires et les moisissures sont des exemples d'agents d'environnement qui ne sont pas énumérés.

B.5 Différences entre les essais de composants et les essais d'autres spécimens

B.5.1 Essais des composants

En général, les conditions précises d'environnement dans lesquelles un composant donné peut être amené à fonctionner ne sont pas connues au moment de sa conception. De plus, le composant peut être utilisé dans une grande variété de produits à l'intérieur desquels les conditions d'environnement peuvent être différentes de celles auxquelles les produits eux-mêmes sont soumis.

Les composants sont fréquemment disponibles en quantités suffisantes pour permettre à différents essais d'être appliqués à plusieurs échantillons provenant de différents lots. Le nombre de spécimens soumis aux essais peut permettre une analyse statistique des résultats. Il est souvent possible de procéder à des essais destructifs.

B.5.2 Essais d'autres spécimens

Les spécimens destinés aux essais ne sont souvent disponibles qu'en petites quantités en raison de leur coût. Très souvent, pour des matériels et des produits complexes, on ne dispose, pour les essais, que d'un seul spécimen, celui-ci étant, soit complet, soit une partie d'un ensemble. Il n'est donc généralement pas possible d'effectuer des essais destructifs, et l'ordre de succession des essais est d'une importance primordiale. Dans certains cas, les renseignements fournis par des essais sur les composants, sur les composants assemblés et sur les sous-ensembles peuvent permettre de réduire le nombre d'essais spécifiés sur le matériel lui-même.

B.6 Séquence d'essais

B.6.1 Remarque préliminaire

Lorsque l'effet d'un agent d'environnement sur le spécimen dépend des conditions antérieures auxquelles il a été exposé, il est nécessaire de soumettre celui-ci aux différents essais dans un ordre spécifié.

Dans une séquence d'essais, les intervalles de temps entre les expositions aux différents agents d'environnement sont tels qu'ils n'ont normalement pas d'effets significatifs sur le spécimen. Si l'intervalle de temps a une influence, il convient de faire appel à un essai composite dans lequel les intervalles de temps entre les expositions aux différents agents d'environnement sont définis avec précision, car ils ont un effet significatif sur le spécimen.

EXEMPLE

- a) Essai composite: Essai Z/AD (CEI 60068-2-38)
- b) Séquence d'essais: Essai T (CEI 60068-2-20)
suivi par l'essai Na (CEI 60068-2-14)
suivi par l'essai Ea (CEI 60068-2-27).

B.6.2 Choix d'une séquence d'essais

Le choix d'une séquence d'essais en fonction des objectifs recherchés repose sur des considérations qui peuvent, parfois, être contradictoires. Ces objectifs et applications appropriées sont présentés au Tableau B.1.

Tableau B.1 – Choix des essais en fonction des objectifs et des applications

Objectifs		Applications principales
a)	Obtenir des informations sur les tendances à défaillance dès le début de la séquence d'essais; c'est-à-dire, débiter par les essais les plus sévères. Toutefois, les essais qui conduisent à l'incapacité du spécimen à résister à d'autres essais sont placés à la fin de la séquence	Essais de développement: généralement utilisés en tant que partie des recherches destinées à déceler les aptitudes des prototypes
b)	Obtenir autant de renseignements que possible avant que le spécimen soit endommagé; c'est-à-dire, débiter par les essais les moins sévères, par exemple les essais non destructifs	Essais de développement: généralement utilisés en tant que partie des recherches destinées à déceler les aptitudes des prototypes, tout spécialement lorsque le nombre de spécimens est limité.
c)	Utiliser une séquence d'essais qui donnera les résultats les plus significatifs; certains essais peuvent, en particulier, constituer des révélateurs de dégradations provoquées par des essais antérieurs	Essais d'homologation type normalisés des composants et des matériels
d)	Utiliser une séquence d'essais susceptible de simuler la séquence d'agents d'environnement qui aurait le plus de chances de se produire dans la pratique	Essais d'homologation type des matériels et des systèmes complets lorsque les conditions d'utilisation sont connues

B.6.3 Séquence d'essais applicable aux composants

Comme il est difficile de normaliser une séquence d'essais générale applicable à tous les types de composants, il convient de donner des séquences appropriées dans les spécifications particulières.

Toutefois, lorsque l'on choisit une séquence, il convient de prendre en compte les considérations suivantes:

- Il convient de prévoir, en début de séquence, un essai comportant une variation rapide de température.
- Il convient de placer le plus tôt possible les essais de robustesse des sorties et de soudabilité (comprenant la résistance à la chaleur due aux opérations de soudage).
- Il convient ensuite d'effectuer tout ou partie des essais mécaniques, de façon, d'une part, à accentuer les défauts qui auraient pu être produits par les variations rapides de température et, d'autre part, à provoquer de nouveaux défauts, tels que fissures ou défauts d'étanchéité. Ces défauts sont facilement détectés par les essais climatiques effectués à la fin de la séquence. Sauf spécification contraire, il convient que ces essais climatiques soient ceux spécifiés dans la «Séquence climatique» de l'Article 6.
- Il convient d'effectuer la phase de chaleur sèche et la phase de froid au début de la séquence d'essais climatiques pour permettre de connaître les effets à court terme de la température. La phase de chaleur humide cyclique introduira l'humidité dans les fissures éventuelles, et son effet sera encore accentué par la phase de froid et, éventuellement, par une phase de basse pression atmosphérique. L'application d'une nouvelle phase de chaleur humide cyclique introduira une plus grande quantité d'humidité dans les fissures éventuelles, ce qui, après la reprise, pourra être mis en évidence par les changements intervenant dans les paramètres électriques mesurés.
- Dans certains cas, un essai d'étanchéité peut être utilisé pour mettre rapidement en évidence des fissures ou des défauts d'étanchéité.
- Un essai continu de chaleur humide est souvent effectué à la fin de toute la séquence d'essais ou, lorsqu'il n'est pas inclus dans la séquence, sur des spécimens distincts, afin de déterminer le comportement à long terme du composant sous atmosphère humide.
- Les essais tels que la corrosion, les chutes et culbutes, le rayonnement solaire ne figurent généralement pas dans une séquence d'essais et il convient donc, s'ils sont spécifiés, de les réaliser sur des échantillons distincts.

B.6.4 Séquence d'essais applicable aux autres spécimens

B.6.4.1 Choix de la séquence

Chaque fois que possible, il convient que la séquence d'essais soit déterminée en fonction des renseignements recueillis sur les conditions en service.

Lorsqu'on ne dispose pas de tels renseignements, il est recommandé d'utiliser une séquence qui donne les effets les plus significatifs. Une séquence qui convient à la plupart des types de spécimens est indiquée ci-dessous. On souligne toutefois qu'il convient de retenir les seuls essais qui sont importants du point de vue de l'utilisation prévue.

B.6.4.2 Séquence générale d'essais donnant les effets les plus significatifs

Un exemple de séquence d'essais générale, conforme à celle présentée ci-dessus, adapté à la plupart des matériels est présenté au Tableau B.2.

Tableau B.2 – Séquence d'essais générale

Essais	Observations
A Froid	Peut provoquer une contrainte mécanique susceptible de rendre le spécimen plus sensible aux essais ultérieurs
B Chaleur sèche	
N Variations rapides de température	
E Impact ^a	Peut provoquer des contraintes mécaniques susceptibles de provoquer immédiatement des défaillances ou de rendre le spécimen plus sensible aux essais ultérieurs
F Vibration ^a	
M Pression atmosphérique	L'application de ces essais révélera les effets des contraintes thermiques et mécaniques provoqués par les essais précédents
Db Chaleur humide, cyclique (essai cyclique de 12 h + 12 h)	
C Chaleur humide (essai continu) ^b	L'application de ces essais peut aggraver les effets des contraintes thermiques et mécaniques provoqués par les essais précédents
K Corrosion ^b	
L Poussières et sable	
Pénétration de corps solides Pénétration de l'eau, par exemple, pluie	Il convient d'utiliser les essais de la CEI 60529 en attendant que soient achevés les travaux sur l'essai L et sur l'essai R de la CEI 60068-2
^a L'ordre d'application des essais E et F peut être inversé.	
^b Il convient d'effectuer les essais continus de chaleur humide et de corrosion sur des échantillons différents, chaque fois que cela est possible.	

B.6.4.3 Essais destinés à des applications particulières

Il convient que les essais suivants soient uniquement spécifiés pour les applications particulières dans lesquelles les produits peuvent être affectés, en service, par les agents d'environnement correspondants:

- G Accélération constante
- J Moisissures
- S Rayonnement solaire
 - Ozone ¹
 - Givrage ¹

¹ Aucune méthode d'essai à l'étude pour la CEI 60068-2.

Il convient d'effectuer les essais de moisissures sur des échantillons différents, chaque fois que cela est possible.

Tableau B.3 – Effets principaux des agents d'environnement pris isolément

Agents d'environnement	Effets principaux	Types de défaillances résultantes
Température élevée	Vieillessement thermique: oxydation, fissuration et réactions chimiques; ramollissement, fusion, sublimation; réduction de la viscosité, évaporation; dilatation	Défaut d'isolation, défaillances mécaniques, accroissement des contraintes mécaniques, accroissement de l'usure des parties mobiles due à la dilatation ou la perte des propriétés lubrifiantes
Basse température	Fragilisation; formation de glace; accroissement de la viscosité et solidification; perte de la résistance mécanique; contraction physique	Défaut d'isolation, fissuration, défaillances mécaniques, accroissement de l'usure des parties mobiles due à la contraction ou la perte des propriétés lubrifiantes, défauts des joints de scellements et de joints
Humidité relative élevée	Absorption et adsorption de l'humidité; gonflement; perte de la résistance mécanique; réactions chimiques: corrosion et électrolyse; accroissement de la conductivité des isolants	Rupture physique, défaut d'isolement, défaillances mécaniques
Humidité relative faible	Dessiccation; fragilisation; perte de la résistance mécanique; retrait; augmentation de l'abrasion entre contacts mobiles	Défaillances mécaniques, fissuration,
Haute pression	Compression, déformation	Défaillances mécaniques, fuites (défauts d'étanchéité)
Basse pression	Dilatation; diminution de la rigidité diélectrique de l'air; formation de décharges électriques par effet corona et formation d'ozone; diminution du refroidissement	Défaillances mécaniques, fuites (défauts d'étanchéité), contournement, surchauffe
Rayonnement solaire	Réactions chimiques, physiques et photochimiques; détériorations de surface; fragilisation; décoloration, formation d'ozone; échauffement; échauffement différentiel et contraintes mécaniques	Défaut d'isolement Voir aussi "Température élevée"
Poussières et sable	Abrasion et érosion; grippage et encrassement; perte de conductivité thermique; effets électrostatiques	Accroissement de l'usure, défaillances électriques, défaillances mécaniques, surchauffe
Atmosphères corrosives	Réactions chimiques: corrosion et électrolyse; détériorations de surface; accroissement de la conductivité; accroissement des résistances de contact	Accroissement de l'usure, défaillances mécaniques, défaillances électriques
Vent	Application d'une force; fatigue; dépôt de matière; encrassement; érosion; vibrations induites	Déformation de la structure, défaillances mécaniques Voir également «poussières et sable» et «atmosphères corrosives»
Pluie	Absorption d'eau; choc thermique; érosion et corrosion	Défaillances électriques; fissurations; fuites; détériorations de surface
Grêle	Érosion; choc thermique; déformation mécanique	Déformation de la structure, endommagement des surfaces
Neige ou glace	Charges mécaniques; absorption d'eau; choc thermique	Déformation de la structure; Voir aussi "Pluie"
Variations rapides de température	Choc thermique; échauffement différentiel	Défaillances mécaniques; fissures; détérioration des joints; fuites
Ozone	Oxydation rapide; fragilisation (particulièrement du caoutchouc); diminution de la rigidité diélectrique de l'air	Défaillances électriques, défaillances mécaniques, craquelures, fissures
Accélération constante; Vibrations; Secousses ou chocs	Contraintes mécaniques; fatigue; résonance	Défaillances mécaniques accroissement de l'usure des parties mobiles; déformation de la structure

Annexe C **(informative)**

Adaptation des essais d'environnement

C.1 Généralités

Le processus qui consiste à établir des méthodes d'essai réalistes à partir des conditions réelles en situation est souvent désigné comme «l'adaptation des essais d'environnement». L'idée est non de reproduire les conditions d'environnement mais leurs effets sur un spécimen. Ce processus est utilisé s'il y a des incertitudes concernant les contraintes environnementales et leurs niveaux de sévérité.

La présente norme présente un cadre général pour le processus d'adaptation des essais d'environnement. L'approche générale est choisie dans la mesure où il existe de nombreux outils et de nombreuses méthodes pour l'adaptation des essais pour différents facteurs d'environnement et leurs combinaisons. Le processus d'adaptation des essais peut être assez complexe et il convient que les parties prenantes comprennent les hypothèses de base et les objectifs des travaux réalisés. Le cadre donné fournit un processus commun avec les principales phases essentielles assurant une approche d'ingénierie cohérente et un flux correct d'informations avec la terminologie communément acceptée.

C.2 Considérations fondamentales

On donne ici un processus général simplifié pour l'adaptation des essais d'environnement. Le processus peut être appliqué au niveau système ou sous-système pour tout facteur d'environnement.

Les contraintes environnementales critiques doivent être reproduites avec les spécifications d'essai qui sont développées en utilisant des facteurs d'accélération appropriés et des combinaisons d'essai fondées sur une évaluation d'ingénierie systématique.

Il convient d'indiquer les principes de traitement des incertitudes du profil de cycle de vie du produit, les conditions d'environnement, les propriétés physiques du produit et le nombre de spécimens soumis aux essais.

Les essais d'environnement sont destinés à démontrer, avec un certain degré d'assurance qu'un spécimen survivra et fonctionnera dans des conditions d'environnement spécifiques. Le processus d'adaptation des essais peut être utilisé pour produire des informations pour le degré d'assurance par exemple pour l'évaluation du facteur d'accélération.

Lorsqu'une exigence impose de réaliser des essais d'environnement, il convient d'utiliser toujours les méthodes d'essai de la CEI 60068-2, sauf si aucun essai approprié n'est présenté.

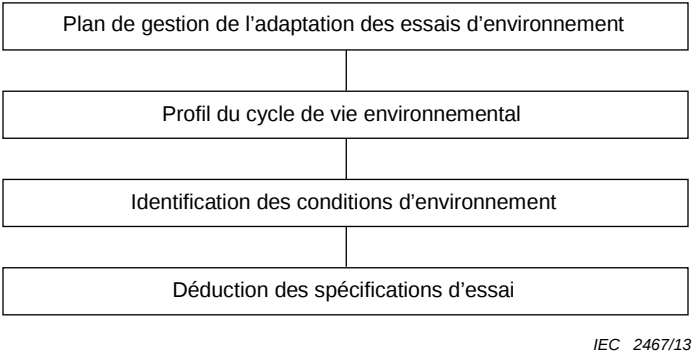
Le processus d'adaptation des essais d'environnement donné n'est pas obligatoire et un autre processus d'adaptation avec des phases et une terminologie un peu différentes peut être utilisé. Toutefois, il convient de prendre en considération les principales phases présentées dans la présente norme et il convient que la documentation obtenue en sortie assure l'évaluation des facteurs critiques pour que le processus d'adaptation des essais soit réussi.

C.3 Processus d'adaptation des essais d'environnement

C.3.1 Processus général

Les principales phases du processus d'adaptation des essais d'environnement sont présentées à la Figure C.1. En pratique, chaque phase du processus est ensuite subdivisée en étapes plus détaillées. Ce processus final plus détaillé dépendra de chaque ensemble d'objectifs, d'applications et de connaissances disponibles du spécimen particulier.

Dans l'idéal, les travaux d'adaptation sont réalisés en coopération avec les développeurs des produits, les clients finaux, les sous-traitants, les consultants et les laboratoires d'essai. Le contenu et les responsabilités concernant chacune des phases du processus d'adaptation font l'objet d'un accord avec les parties prenantes. Les résultats sont documentés et sauvegardés en vue d'une utilisation et d'un développement dans l'avenir. Il convient que les documents soient mis à jour lorsque de nouvelles informations sont mises à disposition. L'objectif consiste à avoir un processus de travail souple et itératif avec la documentation donnant le raisonnement ayant présidé aux travaux réalisés. Le Tableau C.1 donne un exemple de flux d'informations avec les activités correspondantes dans les phases principales.



IEC 2467/13

Figure C.1 – Processus d'adaptation des essais d'environnement

Tableau C.1 – Processus d'adaptation des essais avec flux d'informations et activités correspondantes

Entrée	Activité	Sortie
1. Plan de gestion de l'adaptation des essais d'environnement		
Informations de base Besoins, possibilités du marché, circonstances techniques et économiques. Exigences nouvelles ou mises à jour. Niveau système ou sous-système. Normes et manuels d'adaptation des essais	Planification Objectif, stratégie, participants, responsabilités, ressources, calendrier de réalisation et financement. Niveau système et sous-système. Conditions limites, limitations. Niveau d'adaptation: difficulté, coûts. Risques technologiques et financiers	Plan de gestion de l'adaptation des essais d'environnement (ETTMP – Environmental test tailoring management plan) - vue d'ensemble; objectif et stratégie - documents à fournir
2. Profil du cycle de vie environnemental		
Connaissances existantes du profil du cycle de vie et des environnements Expérience, clients, documents techniques, normes, manuels et bases de données. Cycle de vie, cycle de service. Environnements internes et externes. Influences d'origine interne	Collecte et développement des données Informations de base sur tous les environnements possibles et leurs caractéristiques et statistiques. Existence et influence des environnements: coexistence, parallèle ou en série. Modes de défaillances possibles. Évaluation des facteurs d'environnement critiques et des modes de défaillance correspondants. Travail en équipe de tous les participants	Profil du cycle de vie environnemental (ELCP – Environmental life cycle profile) - document de base - informations techniques claires - informations sur l'état de l'art - environnements critiques - modes de défaillance critique - mises à jour si nécessaire
3. Identification des conditions d'environnement		
Profil du cycle de vie environnemental (ELCP) Connaissances existantes des conditions d'environnements critiques Caractéristiques du produit Comportement du système et du sous-système. Informations sur le produit, le système de montage et la plateforme. Propriétés physiques: matériel, géométrie, etc. Propriétés fonctionnelles critiques	Collecte de données, mesures en situation et en laboratoire, simulation informatique Informations détaillées sur les environnements. Propriétés du produit et comportement. Phénomènes d'interaction. Détermination des modes et mécanismes de défaillance critique Lois physiques de contrôle et équations pour les mécanismes de défaillance correspondants. Phénomènes d'interaction. Lois d'accélération des essais. Facteurs d'environnement combinés	Descriptions d'environnements critiques (CED – Critical environment descriptions) - informations détaillées sur les environnements critiques collectés Modes et mécanismes de défaillance critique (CFMM – Critical failure modes and mechanisms) - modes et mécanismes de défaillance - lois physiques de contrôle pour la détermination du contrôle de défaillance et de la spécification d'essais
4. Déduction des spécifications d'essai		
Plan de gestion de l'adaptation des essais d'environnement (ETTMP) Profil du cycle de vie environnemental (ELCP) Descriptions d'environnements critiques (CED) Modes et mécanismes de défaillance critique (CFMM) Données de vérification Exigences d'essai et données techniques correspondantes provenant de toutes les phases du processus d'adaptation des essais. Connaissance de l'état de l'art	Déduction des conditions d'essai Données d'environnement brutes, combinaison des environnements, des événements et des statistiques. Considérations relatives à la fiabilité. Système et sous-ensemble. Accélération des essais. Facteurs financiers et techniques. Ressources et installations. Vérification des essais réalistes Comparaison avec les exigences et spécifications existantes. Comparaison de différents niveaux et durées des essais. Essais et simulation au niveau système et sous-système. Identification des défaillances: Moyens et résultats Lois de contrôle des mécanismes de défaillance. Collecte des informations de situation dans les conditions réelles d'environnement	Spécifications d'essai (TS – Test specifications) - format conforme à l'ETTMP - programme d'essai - Niveau système et sous-système - données d'environnement brutes - type et objectif des essais Vérification de la spécification d'essai (TSV – Test specification verification) - exigences d'essai existantes - à différentes charges d'essai - à différentes durées d'essai - modes et mécanismes de défaillance critique - retours du terrain - retour sur les essais - recommandations pour le plan de vérification à long terme - recommandations pour la mise à jour des essais

C.3.2 Plan de gestion de l'adaptation des essais d'environnement

Le développement et la documentation du plan de gestion de l'adaptation des essais d'environnement (ETTMP: *Environmental Test Tailoring Management Plan*) constituent la première phase du processus d'adaptation des essais. Le plan ETTMP est utilisé pour acquérir une vue d'ensemble et un accord sur le cadre général du processus d'adaptation des essais d'environnement. Les tâches et les points à prendre en considération ici sont par exemple:

- les besoins et la vue d'ensemble,
- l'évaluation du système et du sous-système,
- les restrictions et limites du programme d'adaptation,
- l'objectif, les méthodes, le budget, les ressources et le calendrier de réalisation (personnes impliquées, durée, financement),
- les participants et leurs responsabilités (ressources, financement),
- le niveau d'adaptation: le niveau d'incertitude et de fiabilité, les difficultés et les coûts,
- les risques, et
- les documents à fournir et les résultats (rapport, documentation, base de données, management de la qualité).

C.3.3 Profil du cycle de vie environnemental (ELCP)

La détermination et la documentation du profil du cycle de vie environnemental (ELCP: *Environmental Life Cycle Profile*) sont importantes en raison des aspects à la fois administratifs (calendrier, budget) et techniques (fiabilité, facilité d'utilisation). Il convient que les conditions d'environnement de chaque phase du cycle de vie soient déterminées et incluses dans l'ELCP. L'accent est mis sur les phases les plus critiques du cycle de vie. Dans le processus d'adaptation, l'ELCP peut être déterminé pour le niveau système ou sous-système avec les mêmes étapes de base.

Le profil du cycle de vie environnemental peut être décrit comme suit:

- a) toutes les phases et tous les environnements de la vie d'un produit, par exemple.
 - fabrication, distribution et profils des utilisateurs finaux,
NOTE 1 Principales parties du cycle de vie d'un produit.
 - maintenance, démontage, réutilisation, retrait du service,
 - tous les facteurs d'environnement (vibrations, température, pression etc.),
 - plateformes différentes,
NOTE 2 Un véhicule, une surface ou un support auquel est fixé ou sur lequel repose le produit.
 - caractère, séquence, coexistence, corrélation des événements et des environnements, et
 - informations statistiques: par exemple probabilités, valeurs extrêmes et moyennes.
- b) outil de recherche et développement, par exemple
 - informations intégrées et conditions d'environnement,
 - situation de l'état de l'art, niveau de connaissance,
 - approche rentable de la conception et des essais, et
 - gestion des risques (charge/durabilité).
- c) documentation utile, par exemple
 - la ligne de base importante de la caractérisation des produits,
 - la même ligne de base pour la conception et les essais, et
 - les outils administratifs,
- d) le travail en équipe avec toutes les parties assure les meilleurs résultats.

Le profil ELCP est un document qui évolue et qui peut être mis à jour au cours de la conception, de l'adaptation des essais ou plus tard, par exemple avec les retours transmis par les utilisateurs finaux. Par conséquent, il peut être étroitement lié à la documentation produite (par exemple, management de la qualité). Le profil ELCP n'apporte pas de réponse concernant les actions à mener et la manière de traiter une situation donnée, mais il sert de document et de ligne de base pour une prise en compte ultérieure. Il convient que ce document soit suffisamment simple pour être compris par toutes les parties sur tous les niveaux de gestion de projet. La production de l'ELCP est critique dans la mesure où l'exclusion d'événements importants ou la prise en compte de situations irréalistes peut générer des coûts significatifs et des résultats qui ne sont pas fiables.

C.3.4 Identification des conditions d'environnement

Au cours de la phase d'identification des conditions d'environnement, les conditions d'environnement des phases les plus critiques du cycle de vie sont déterminées de manière plus détaillée. Il convient que les influences environnementales critiques soient déterminées d'une manière aussi réaliste et détaillée que possible. Dans l'étude de ces influences, il convient par exemple de prendre en compte la plateforme sur laquelle est installé le produit, les propriétés du produit et les modes de défaillance critique. Il convient aussi de noter si le spécimen étudié est emballé ou non.

Des informations peuvent être tirées d'ouvrages techniques, des mesures en situation, des simulations informatisées et des systèmes de bases de données. En outre, il convient de faire preuve de bon sens et d'appliquer les informations transmises par les utilisateurs finaux. Les conditions d'environnement ne sont pas les seules à être étudiées; les propriétés critiques des spécimens concernés sont également prises en considération. Les propriétés des spécimens sont importantes en raison de leur interaction possible avec l'environnement et pour disposer d'une description correcte de l'environnement pour les mécanismes de défaillance critique. Les résultats sont présentés dans deux documents:

- descriptions d'environnements critiques (CED – critical environment descriptions);
- modes et mécanismes de défaillance critique (CFMM – critical failure modes and mechanisms).

Il convient que les principaux résultats soient utilisés pour mettre l'ELCP à jour.

C.3.5 Déduction des spécifications d'essai

Les étapes précédentes du processus d'adaptation donnent les informations du cycle de vie qui sont spécifiques à l'environnement. Il convient que les spécifications d'essai (TS – test specifications) soient établies à partir des résultats obtenus. En outre, il convient d'ajuster les essais et les niveaux d'essai au niveau de fiabilité désiré.

Pour réaliser les essais, les informations suivantes sont nécessaires:

- le cycle de vie environnemental;
- les conditions d'environnement;
- les modes de défaillance critique;
- les relations de cause à effet et lois d'accélération.

En ce qui concerne la détermination de la sévérité d'essai, une question importante est la combinaison des différents événements rencontrés. En outre, les facteurs d'environnement peuvent ne pas seulement coexister mais avoir des effets combinés qu'il convient de prendre en compte. De plus, la réduction des temps de réalisation et l'accélération des essais sont des objectifs types pour un développement d'essais plus efficace. Le défi consiste à pouvoir accélérer les modes de défaillance corrects avec des méthodes d'essai et des sévérités réalistes.

C.3.6 Déduction des conditions d'essai

Pour chaque facteur d'environnement, il existe différentes méthodologies pour la déduction de la sévérité et des conditions d'essai. Même avec les mêmes données en entrée, il y a un risque de variations de la sévérité d'essai si des méthodologies différentes sont utilisées. Il peut s'agir d'une stratégie ou d'un objectif d'essai différent, mais cela peut aussi être dû à des variations de la précision de la procédure d'analyse ou du niveau désiré de fiabilité du produit final. C'est la raison pour laquelle cette phase de l'adaptation des essais est très critique et nécessite une attention particulière.

Il faut veiller à avoir une stratégie claire et à bien comprendre le processus d'adaptation. Il convient que l'objectif des essais et leurs domaines d'application soient bien établis. Des aspects importants dans la déduction des conditions d'essai sont par exemple la combinaison d'événements et d'environnements, l'évaluation de phénomènes d'interaction, le niveau de fiabilité et les méthodologies statistiques utilisées. Il est intéressant de noter que le processus d'adaptation offre une passerelle naturelle entre les méthodes d'essai d'environnement traditionnellement plus individuelles et les méthodes d'essai de fiabilité.

Pour l'établissement de la sévérité d'essai, il est nécessaire d'identifier correctement les niveaux cibles de la fiabilité structurelle et opérationnelle. La probabilité de défaillance cible est fondamentalement liée au produit: par exemple, les équipements à haute fiabilité (applications spatiales, médicales, militaires, etc.) ont besoin de marges d'incertitude plus élevées. De plus, le nombre de spécimens soumis aux essais a une influence sur la sévérité d'essai définie.

NOTE Voir, par exemple, la CEI/TR 62130 et la série CEI/TR 62131 pour les données d'environnement.

C.3.7 Vérification

Après avoir développé les spécifications d'essai, il est nécessaire d'assurer que les résultats obtenus sont réalistes. Cette étape est documentée dans le rapport de vérification de la spécification d'essai (TSV: *Test specification verification*). Il convient que les essais simulent les conditions réelles d'environnement. Par conséquent, il convient que les effets et les défaillances des essais correspondent aux retours provenant de l'utilisation réelle en situation. Cette information est critique pour la réduction des durées, lorsqu'il s'agit d'assurer l'accélération satisfaisante des modes de défaillances pertinents.

À partir des résultats de vérification des essais, on peut encore aller plus loin dans l'optimisation de l'accélération par exemple en augmentant ou en diminuant les niveaux d'essai. Le processus d'adaptation des essais permet la modification des spécifications d'essai conformément aux meilleures données disponibles. Avec l'utilisation de niveaux d'essai moins contraignant, le besoin de mise à jour est réduit, mais dans ce cas, les essais ne sont pas aussi optimisés et efficaces qu'ils pourraient l'être.

Bibliographie

CEI 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

CEI 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

CEI 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-38, *Essais d'environnement – Partie 2-38: Essais – Essai Z/AD: Essai cyclique composite de température et d'humidité*

CEI 60068-3-1, *Essais d'environnement – Partie 3-1: Documentation d'accompagnement et guide – Essais de froid et de chaleur sèche*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60721 (toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement*

IEC/TR 62130, *Climatic field data including validation* (disponible en anglais seulement)

IEC/TR 62131-1, *Environmental conditions – Vibration and shock of electrotechnical equipment – Part 1: Process for validation of dynamic data*
(disponible en anglais seulement)

ISO 554, *Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai – Spécifications*

ISO 3205, *Températures préférentielles d'essai*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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