

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Recommended climatic, electromagnetic and mechanical performance requirements and methods of tests

Instrumentation pour la radioprotection – Exigences recommandées en matière de performances climatiques, électromagnétiques et mécaniques et méthodes d'essai

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62706:2019



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Recommended climatic, electromagnetic and mechanical performance requirements and methods of tests

Instrumentation pour la radioprotection – Exigences recommandées en matière de performances climatiques, électromagnétiques et mécaniques et méthodes d'essai

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.280

ISBN 978-2-8322-7567-2

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

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
1 Scope	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions, abbreviated terms and symbols, quantities and units	9
3.1 Terms and definitions	9
3.2 Abbreviated terms and symbols	10
3.3 Quantities and units	10
4 General characteristics and requirements	11
5 General test procedure	11
5.1 Nature of tests	11
5.2 Standard test conditions	11
5.3 Use of this document	11
5.3.1 General	11
5.3.2 Recommendations for influence quantities	12
5.3.3 Climatic requirements	12
5.3.4 Mechanical requirements	12
5.3.5 Electromagnetic requirements	13
5.3.6 Functionality test	13
5.3.7 Additional requirements and test methods	13
6 Radiation detection requirements	13
7 Climatic requirements	13
7.1 General	13
7.2 Ambient temperature	14
7.2.1 Requirements	14
7.2.2 Method of test	14
7.2.3 Setup guidance	15
7.3 Temperature shock	15
7.3.1 Requirements	15
7.3.2 Method of test	15
7.3.3 Setup guidance	16
7.4 Low/high temperature start-up	16
7.4.1 Requirements	16
7.4.2 Method of test	16
7.5 Relative humidity	16
7.5.1 Requirements	16
7.5.2 Method of test	16
7.5.3 Setup guidance	17
7.6 IP (degree of protection) classification	17
7.6.1 Requirements	17
7.6.2 Method of test	17
7.6.3 Setup guidance	18
7.7 Other environments and long-term installations	18
7.7.1 Other environments – Guidance	18
7.7.2 Long-term installations – Guidance	18

7.7.3	Recommended method of test	18
8	Mechanical requirements	19
8.1	General	19
8.2	Drop	19
8.2.1	Requirements	19
8.2.2	Method of test	19
8.2.3	Setup recommendations	19
8.3	Vibration test	20
8.3.1	Requirements for handheld, body-worn, backpack and transportable instruments	20
8.3.2	Requirements for installed instruments	20
8.3.3	Requirements for mobile instruments	21
8.4	Microphonics/impact	21
8.4.1	Requirements for handheld and body-worn instruments	21
8.4.2	Requirements – All others	21
8.4.3	Method of test	21
8.4.4	Setup recommendations	22
8.5	Mechanical shock	22
8.5.1	Requirements	22
8.5.2	Method of test	22
8.5.3	Setup recommendations	22
9	Electromagnetic requirements	22
9.1	General setup recommendations	22
9.2	Electrostatic discharge	23
9.2.1	Requirements – all instrument types	23
9.2.2	Method of test	23
9.2.3	Setup recommendations	24
9.3	Radio frequency (RF) immunity	24
9.3.1	Requirements	24
9.3.2	Setup recommendations	24
9.3.3	Method of test – body-worn instruments	25
9.3.4	Method of test – handheld instruments	25
9.3.5	Method of test – installed instruments	25
9.4	Radiated emissions	26
9.4.1	Requirements	26
9.4.2	Method of test	26
9.4.3	Setup recommendations	26
9.5	Magnetic fields	26
9.5.1	Requirements	26
9.5.2	Method of test	27
9.5.3	Setup recommendations	27
9.6	AC line powered equipment requirements	27
9.6.1	Voltage and frequency fluctuations	27
9.6.2	Immunity from conducted RF	28
9.6.3	Surges and ring waves	28
10	Documentation	29
Annex A (informative)	Identifying mutually orthogonal (perpendicular) planes	30
Bibliography		31

Figure A.1 – Cartesian coordinate system.....	30
Table 1 – Standard test conditions.....	11
Table 2 – Field use temperature and IP requirements	14
Table 3 – Mechanical requirements.....	19
Table 4 – Electromagnetic requirements	23
Table 5 – Emission frequency range	26
Table A.1 – Numbered IUT sides and the corresponding Cartesian coordinate reference	30

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62706:2019

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
RECOMMENDED CLIMATIC, ELECTROMAGNETIC AND MECHANICAL
PERFORMANCE REQUIREMENTS AND METHODS OF TESTS**

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 62706 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

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

- a) addition of more details to selected methods of test;
- b) revised radio frequency testing requirements based on measurements made at various locations;
- c) added equipment and instrument setup guidance and recommendations.

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

FDIS	Report on voting
45B/942/FDIS	45B/947/RVD

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62706:2019

INTRODUCTION

Radiation protection instrumentation including those instruments used for the detection and identification of radioactive material and radionuclides are used in many different environments. They are typically exposed to different temperatures, humidity levels, electromagnetic fields, and mechanical stresses such as shock and vibration during normal use. Radiation detection instrumentation may be worn on the body, handheld, mounted to a vehicle, transported from location to location, or installed. All the conditions associated with these very different uses are considered when developing instrument-specific requirements. To ensure consistency between standards, this climatic, electromagnetic, and mechanical performance requirements standard was established.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62706:2019

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – RECOMMENDED CLIMATIC, ELECTROMAGNETIC AND MECHANICAL PERFORMANCE REQUIREMENTS AND METHODS OF TESTS

1 Scope

This document recommends the climatic, mechanical and electromagnetic performance requirements and methods of test for radiation protection instrumentation. This document also provides guidance regarding the setup of test equipment and instruments under test (IUT) for certain tests.

The object of this document is to define, for design and test purposes, the environments in which radiation protection instrumentation may be exposed. The environments addressed by this document are applicable to body-worn (e.g., personal radiation detectors, backpack, and dosimeters), handheld, transportable, mobile, and installed instrumentation.

2 Normative references

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

IEC 60050-395:2014, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 395: Nuclear instrumentation – Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-5, *Environmental testing – Part 2-5: Tests – Test S: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing and weathering*

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

IEC 60068-2-18, *Environmental testing – Part 2-18: Tests – Test R and guidance: Water*

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

IEC 60068-2-64, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60068-2-66, *Environmental testing – Part 2-66: Test methods – Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)*

IEC 60068-2-68, *Environmental testing – Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

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

IEC 60721-2-7, *Classification of environmental conditions – Part 2-7: Environmental conditions appearing in nature. Fauna and flora*

IEC 60721-3-4, *Classification of environmental conditions – Part 3-4: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at non-weather protected locations*

IEC 60721-3-5, *Classification of environmental conditions – Part 3-5: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 5: Ground vehicle installations*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-12, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-12: Testing and measurement techniques – Ring wave immunity test*

IEEE/ANSI C63.4, *American National Standard for Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9 kHz to 40 GHz*

3 Terms and definitions, abbreviated terms and symbols, quantities and units

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-395, as well as the following apply.

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

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

3.1.1

body-worn instruments

radiation detection instruments that are worn on the trunk or the extremities of the body while being used

3.1.2

g_n

standard acceleration due to the earth's gravity, which itself varies with altitude and geographical latitude

3.1.3

handheld or portable instruments

radiation detection instruments that are used while being held

3.1.4

influence quantity

quantity that is not the measurand but that affects the result of the measurement

[SOURCE: ISO/IEC Guide 98-3 (GUM): 2008, B.2.10]

3.1.5

influence quantity of type F

influence quantity whose effect on the indicated value is a change in response

Note 1 to entry: "F" stands for factor: The indication due to radiation is multiplied by a factor due to the influence quantity (e.g., the indication due to ^{60}Co radiation is 1,2 times that due to ^{137}Cs radiation).

Note 2 to entry: An example of a type F influence is when an instrument's response changes as a result of the radiation energy or angle of radiation incidence.

3.1.6

influence quantity of type S

influence quantity whose effect on the indicated value is a deviation independent of the indicated value

Note 1 to entry: "S" stands for sum: The indication is the sum of the indication due to radiation and due to the influence quantity, e.g., electromagnetic disturbance.

Note 2 to entry: An example of a type S influence includes positive or negative changes in an instrument's indication as a result of exposure to an electromagnetic disturbance or microphonic condition.

3.1.7

installed instruments

radiation detection instruments that are permanently mounted at a location for use

3.1.8

transportable instruments

radiation detection instruments that may be moved to different locations and do not operate while in transit

3.1.9

mobile instruments

radiation detection instruments that are mounted to moving platforms and operate while in motion

3.2 Abbreviated terms and symbols

CISPR	Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques
ESD	electrostatic discharge
IUT	instrument under test
RF	radio frequency
EM	electromagnetic
DC	direct current
AC	alternating current

3.3 Quantities and units

In this document, units of the International System (SI) are used¹. The definitions of radiation quantities are given in IEC 60050-395.

¹ International Bureau of Weights and Measures: The International System of Units, 8th edition, 2006.

The following units may also be used:

- for energy: electron-volt (symbol: eV), $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- for time: years (symbol: y), days (symbol: d), hours (symbol: h), minutes (symbol: min):
- for temperature: degrees Celsius (symbol: °C), $0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$.
- for acceleration: multiples of g (gravity) with $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Multiples and submultiples of SI units are used, when practicable, according to the SI system.

4 General characteristics and requirements

This document does not define the general characteristics and requirements for test systems or devices used to perform individual tests. General requirements are addressed in the instrument-specific standard.

5 General test procedure

5.1 Nature of tests

This document recommends the climatic, mechanical and electromagnetic performance requirements and methods of test for radiation protection instrumentation. The tests are based on existing IEC standards for electronic equipment and field-use experience. This document also provides guidance regarding IUT set up for individual tests that have been identified as being complicated to perform.

For a given radiation instrument specific standard, other requirements or those requirements from other instrument types may be used.

5.2 Standard test conditions

Table 1 contains the standard test conditions. Standard test conditions indicate the necessary tolerances in practical testing.

Table 1 – Standard test conditions

Influence quantity	Standard test conditions
Ambient temperature	18 °C to 25 °C
Relative humidity	< 75 %
Atmospheric pressure	86 kPa to 106,6 kPa
Electromagnetic field of external origin	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Less than twice the induction due to the earth's magnetic field

5.3 Use of this document

5.3.1 General

This document provides the climatic, electromagnetic and mechanical performance requirements and methods of tests when developing new or revising existing standards. These requirements should be established based on the type of instrument (e.g., handheld) and its expected use (e.g., indoor or outdoor) as defined in 3.1.

5.3.2 Recommendations for influence quantities

5.3.2.1 General

Unless stated otherwise, the functional requirements established in an instrument-specific standard shall be given in terms of change in functionality (e.g., alarm activation, loss of display, etc.) or indicated reading (e.g., $\pm 15\%$ of the average reading obtained in standard conditions).

The instrument-specific standard should indicate whether an influence quantity usually acts as type S or F. The radiation level chosen for each test should be based on the type of influence quantity as described in 5.3.2.2 and 5.3.2.3. In case the type of influence quantity is unknown (S or F), then tests should be performed according to both types (S and F), i.e., according to 5.3.2.2 and 5.3.2.3.

5.3.2.2 Tests for influence quantities of type S

These tests should be performed at a dose (rate) that is low enough to ensure that an effect from the test is measurable (e.g., 10 times the lower limit of the effective range of measurement but not zero in order to be able to detect a reduction in the indication).

5.3.2.3 Tests for influence quantities of type F

For these tests, the dose (rate) chosen should be high enough to ensure that statistical fluctuations are small enough to demonstrate whether the requirement is met (e.g., at least 10 times above the lower limit of the measuring range).

5.3.3 Climatic requirements

Climatic requirements apply to different types of radiation detection instruments based on their design and expected use. The climatic requirements that apply to a specific instrument type are addressed by that instrument-specific standard. As a minimum, ambient temperature and relative humidity tests should be required for all types of radiation detection instruments. Other climatic conditions should be established as appropriate for the expected conditions of use.

The following example text may be used in an individual standard as reference to this document: "The instrument shall undergo the tests specified in IEC 62706, Clause 7, concerning the climatic requirements for [insert instrument designation here, i.e., body-worn, handheld, installed, etc.] instrumentation." It is advisable not to insert the year of publication in the normative references citing IEC 62706. Thus, the latest edition of this document will be considered.

5.3.4 Mechanical requirements

Mechanical requirements apply to different types of radiation detection instruments based on their design and expected use. The mechanical requirements that apply to a specific instrument type are addressed by that specific standard. As a minimum, vibration, mechanical shock, and impact should be required for all types of radiation detection instruments.

The following example text may be used in an individual standard as reference to this document: "The instrument shall undergo the tests specified in IEC 62706, Clause 8, concerning the mechanical requirements for [insert instrument designation here, i.e., body-worn, handheld, installed, etc.] instrumentation." It is advisable not to insert the year of publication in the normative references citing IEC 62706. Thus, the latest edition of this document will be considered.

5.3.5 Electromagnetic requirements

Electromagnetic requirements apply to different types of radiation detection instruments based on their design and expected use. The electromagnetic requirements that apply to a specific instrument type are addressed by that specific standard. As a minimum, radio frequency immunity should be required for all types of radiation detection instruments.

The following example text may be used in an individual standard as reference to this document: "The instrument shall undergo the tests specified in IEC 62706, Clause 9, concerning the electromagnetic requirements for [insert instrument designation here, i.e., body-worn, handheld, installed, etc.] instrumentation." It is advisable not to insert the year of publication in the normative references citing IEC 62706. Thus, the latest edition of this document will be considered.

5.3.6 Functionality test

A functionality test verifying that the effects from a climatic, electromagnetic, or mechanical test condition are within the instrument-specific acceptance range shall be defined in the instrument-specific standard. These tests are generally performed before, during and after electromagnetic and climatic testing (e.g., temperature and humidity), and before and after mechanical tests. Appropriate radiation sources specific to the type of IUT should be used.

Functionality tests may include the following verifications:

- Instrument readings are within a specific range before and after exposure to an influence quantity (e.g., post-test instrument readings are within $\pm x$ % of the pre-test value).
- No alarms, radionuclide identifications, increase or decrease in readings, or spurious indications are observed during exposure to an influence quantity without the presence of a radiation source.
- The instrument radionuclide identification capabilities are not degraded after exposure to an influence quantity.

5.3.7 Additional requirements and test methods

Additional or alternative requirements and methods of test may be established as appropriate for the radiation detection instrument and its expected use.

6 Radiation detection requirements

Radiation detection requirements are addressed in the instrument-specific standard.

7 Climatic requirements

7.1 General

Instruments may consist of multiple components that form a system, e.g., a dosimetry system includes the reader and individual dosimeters. Individual components may be exposed to different environments. Selection of climatic requirements shall consider the expected conditions in which each component will be used. During testing, those components that will not be exposed to an influence for example, temperature changes, may be separated from the overall system.

If the instrument can be powered by batteries and AC power, select the method that represents the manner that the instrument will most likely be powered during use. If the instrument cannot function on a single battery charge for the duration of the test and can be powered by AC, use AC power for the test. If the instrument cannot run on AC power, replace the batteries as needed throughout the test.

Some climatic tests require more than one typical work shift. It may be necessary to extend the climatic tests to allow for measurements to be taken during business hours when the test personnel are present. It is recommended that only the soak times be extended past the minimum times specified in the applicable standard. The preferable soak times to extend would be those closest to nominal temperature, 22 °C.

If an instrument stops functioning during a climatic test, the instrument should be restarted to see if it recovers. Upon restart, verify the instrument is functional and has been restored to the original testing configuration.

A summary of the climatic requirements is provided in Table 2.

Table 2 – Field use temperature and IP requirements

Expected environment	Temperature °C	IP classification
Installed, weather protected controlled environment	+5 to +40	51
Installed, non-weather protected	–30 to +55	54
Body-worn	–10 to +40	54
Handheld, weather protected controlled environment	+5 to +40	51
Handheld, non-weather protected	–20 to +50	53
Mobile, non-weather protected	–30 to +55	55
Mobile, weather protected	–30 to +55	51
Transportable	–30 to +55	53
Backpack	–20 to +50	53

7.2 Ambient temperature

7.2.1 Requirements

The manufacturer shall state the temperature range over which the instrument and all system components will operate. Table 2 provides minimal temperature ranges for each instrument type based on expected usage environments. Instruments may also consist of components to form a system. In that system, individual components may be exposed to different environments. Temperature requirements shall be established considering the expected conditions in which each component will be used.

7.2.2 Method of test

Set up the temperature test system as stated in IEC 60068-2-1 and 60068-2-2, Cold and Dry heat, respectively.

Before starting the test, the IUT shall be at a temperature of $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for at least 30 min. The actual length of time (soak) should be determined based on the mass of the IUT. Heat generating equipment may never reach thermal equilibrium. Therefore, a minimum time period for all soak intervals should be provided in the instrument-specific standard. The relative humidity should be less than 65 % to prevent condensation during testing.

The test shall be performed by ramping the temperature to the high temperature extreme and then to the low temperature extreme. The temperature shall be linearly changed to the extreme high temperature at a rate not faster than $10\text{ °C}\cdot\text{h}^{-1}$. The temperature shall be maintained (soak) at the extreme temperature level for at least 4 h (IUT mass dependent). Readings or functional changes occurring while the temperature is changing shall be recorded. The readings (or other functions) of the IUT shall be recorded at the end of the soak

time as defined in the instrument-specific standard. The temperature shall then be reduced using the same change rate to the low temperature extreme following the same process.

Following low temperature exposure, the temperature shall be returned to $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ at a controlled rate not exceeding $10\text{ °C}\cdot\text{h}^{-1}$.

7.2.3 Setup guidance

It is recommended that the climatic chamber volume be at least three times the volume of all IUTs being tested. Due to the size and complexity of some radiation detection systems (e.g., large multiple detector contamination monitors), separating the detection components and other possibly temperature sensitive components is an acceptable practice, when necessary.

Multiple IUTs may be tested simultaneously in the same climatic chamber. IUTs should be oriented within the chamber to allow necessary access to the IUTs for the purpose of performing functional testing and to minimize the need for chamber access. If multiple IUTs are tested simultaneously, it is recommended that they are placed in a manner where they will all receive the same exposure rate from the radiation source(s). The IUTs should be arranged so one IUT does not shield another IUT from the radiation source(s).

If cable connections to each IUT are necessary, or if IUTs shall be manually manipulated, IUTs should be located in close proximity to a chamber access port according to available cable length or reach. Some IUTs may have displays that require visual verification during functional testing and, therefore, will need to be monitored by personnel or by video.

Sources may be placed inside the chamber or outside the chamber as long as the radiation exposure rate meets the requirements in the test standard. If inside the chamber, the sources should be sufficiently robust for the temperature extremes. Jigs, fixtures, or markings should be used to enable consistent source positioning for the test.

7.3 Temperature shock

7.3.1 Requirements

When appropriate, instruments shall be able to function within a manufacturer-stated period of time following exposure to a rapid change in temperature from nominal ($22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) to the high or low temperature value and back. The time required for an instrument to become functional after each temperature change shall be stated by the manufacturer. The instrument specific standard may state a maximum time if the manufacturer does not provide such information.

NOTE It is expected that handheld or body-worn instrumentation will be exposed to temperature shock. Installed and transportable equipment, including transportable equipment mounted on vehicle platforms, typically have relatively large thermal masses resulting in a slow temperature change even when the ambient-temperature change is rapid.

7.3.2 Method of test

Set up the climatic chamber as stated in IEC 60068-2-14, change of temperature.

Readings from the IUT shall be recorded while in a temperature of $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. The IUT shall then be exposed to the extreme temperature (high or low) with the change taking place over a time interval of not more than 5 min. The IUT should be kept in that temperature for at least 2 h. The actual length of time (soak) should be determined based on the mass of the IUT. Heat generating equipment may never reach thermal equilibrium. Therefore, the minimum time period for all soak intervals should be provided in the instrument-specific standard. Readings should be obtained at specified time intervals, e.g., every 5 min. At the end of this part of the test, the IUT shall be placed in a temperature of $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ with the change taking place over a time interval of not more than 5 min and held at that temperature for at least 2 h or as determined based on the mass of the IUT. Readings should be obtained using

the same technique as stated previously. Functionality tests shall be defined in the instrument-specific standard.

7.3.3 Setup guidance

See 7.2.3.

7.4 Low/high temperature start-up

7.4.1 Requirements

When operated in non-weather protected environments, instruments shall be able to operate when switched on at the cold or hot temperature limit.

7.4.2 Method of test

Set up the climatic chamber as stated in IEC 60068-2-1 and 60068-2-2, cold and dry heat, respectively.

The IUT shall be placed in the climatic chamber at a temperature of $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Switch on the IUT and verify functionality as required in the instrument-specific standard when the IUT is ready for measurement. The IUT shall then be switched off.

The temperature shall then be changed to the low temperature limit at a rate not exceeding $10\text{ °C}\cdot\text{h}^{-1}$. Allow the temperature to stabilize for a minimum of 2 h, or for a time period that is sufficiently long to ensure all components reach thermal equilibrium. Switch on the IUT and verify functionality as required in the instrument-specific standard when the IUT is ready for measurement.

Perform the same test starting from the nominal temperature going to the high temperature limit.

7.5 Relative humidity

7.5.1 Requirements

Instruments designed to operate in uncontrolled climatic environments shall be able to function at relative humidity levels of up to 93 % at temperatures up to 35 °C .

Based on the expected use and functional reliability requirements, some instruments may require additional tests to verify case or enclosure integrity. This can be achieved using a test where the temperature is cycled while maintaining high relative humidity conditions (IEC 60068-2-38).

If an instrument will be used in a marine environment, a salt fog/mist test should be performed (IEC 60068-2-52).

For certain radiation detection instruments, it may be desired to determine, in an accelerated manner, their resistance to the deteriorative effects of high temperature/humidity and cold conditions. The recommended test is found in IEC 60068-2-38.

7.5.2 Method of test

Set up the climatic chamber as stated in IEC 60068-2-66.

The IUT shall be placed in the climatic chamber at a temperature of $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and relative humidity of approximately 65 % and allowed to stabilize for a minimum of 30 min. The temperature shall then be increased to 35 °C at a rate not exceeding $10\text{ °C}\cdot\text{h}^{-1}$. The relative humidity shall then be increased to $93\% \pm 5\%$ at a rate of approximately 10 % relative

humidity per hour. The IUT should be observed during the entire test in order to identify changes in function that could occur as a result of the exposure to humidity. The relative humidity and temperature in the climatic chamber shall be maintained for a minimum of 16 h. The relative humidity shall then be reduced to $40\% \pm 3\%$ at a rate of approximately 10 % relative humidity per hour while maintaining the temperature at $+35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. After allowing a minimum of 2 h for equilibrium, the temperature and humidity shall be returned to the nominal conditions at the change rates stated previously. Functionality tests shall be defined in the instrument-specific standard.

7.5.3 Setup guidance

In addition to recommendations found in clause 7.2.3, openings and connector ports should be closed for the humidity test or in a configuration as they would be during use, if possible. This would include for example, the battery compartment cover or connector openings. When testing modular equipment, connections that would normally be closed to the ambient environment should be covered. Any identification labels that have been compromised should be replaced.

Sources may be placed inside the chamber or outside the chamber as long as the radiation exposure rate meets the requirements in the test standard. If inside the chamber, the sources should be sufficiently robust for the humidity levels. Jigs, fixtures, or markings should be used to enable consistent source positioning for the test.

7.6 IP (degree of protection) classification

7.6.1 Requirements

Enclosures or cases surrounding instruments or individual components of a system that may be used in non-weather protected locations shall be designed to meet IP classifications as defined in Table 2.

7.6.2 Method of test

The method of test shall follow the IP requirements stated in IEC 60529. Those tests shall include dust and moisture.

For testing against dust, set up the dust system and the IUT as defined in IEC 60068-2-68. Test protocol La2 should be used for non-installed IUTs with dust exposure established by the instrument specific standard. The typical exposure period for non-installed IUTs is 1 h.

For moisture testing non-installed instruments used in non-weather protected environments, set up the moisture system and IUT as defined in IEC 60529. Additional information is available in IEC 60068-2-18. All sides shall be exposed to the water spray starting with the nozzle directly pointed to the centre of the side being exposed. The spray nozzle or device shall be moved during the test such that the water direction is changed up to $+60^\circ$ and -60° in two orthogonal orientations (up, down and side to side) relative to each side of the device. The test duration shall be 1 min per m^2 calculated based on the surface area of the device with a minimum duration of 5 min.

It is not necessary to test the mounting side of a mobile instrument system installed in a vehicle.

For moisture testing installed instruments used in non-weather-protected environments, set up the moisture system and detection assembly as defined in IEC 60529. Additional information is available in IEC 60068-2-18. All sides of a detection assembly except for the bottom side shall be exposed to the water spray starting with the nozzle directly pointed to the centre of the side being exposed. The spray nozzle, held at 2 m from the detection assembly surface, shall be moved during the test such that the water direction is changed up to $+60^\circ$ and -60° in two orthogonal orientations (up, down and side to side) relative to each side of the detection

assembly. (See Annex A) The test duration shall be 1 min per m² calculated based on the surface area of the detection assembly with a minimum duration of 5 min.

Radiation portal monitors or similar type instruments that are mounted to a base structure such as a concrete slab or vehicle do not require water exposure directly to the base plate.

The IUT's functionality shall be verified according to the instrument-specific standard.

7.6.3 Setup guidance

Openings and connector ports should be closed or in a configuration as they would be during use. It is not recommended to test individual components of a modular system.

If testing multiple IUTs within a chamber, orient the IUTs as far apart from each other to allow maximum circulation of the moisture or dust. Some dust chambers employ a vibrator to agitate the dust that tends to collect along the inner walls and windows so finding a way to affix the IUTs to the platform may be necessary to keep small IUTs from moving during the test.

Once the IUTs have completed moisture and dust testing, either dry off or clean off the IUT prior to the next test. Replace any identification labelling that has been compromised. Post-test documentation with a photograph may be necessary. The picture should be capable of identifying close up details of small connection ports.

7.7 Other environments and long-term installations

7.7.1 Other environments – Guidance

Radiation detection instruments may be installed at locations where extremes in humidity and temperature, as well as the presence of mould (flora) and invasive fauna such as ants exist. It is recommended that users evaluate the expected installation conditions and add design requirements to prevent degradation of the instrument after installation. Guidance needed for the development of appropriate requirements and associated methods of test can be found in IEC 60721-3-4. Additional guidance regarding flora and fauna can be found in IEC 60721-2-7.

7.7.2 Long-term installations – Guidance

There have been observable effects on some installed instruments after long-term use that indicate incursion of moisture to the detector. Verification of susceptibility is difficult to quantify using the requirements and methods of test stated in a normal performance requirement standard such as this document and instrument-specific standards. To gain confidence in a detection assembly enclosure design, a type test is recommended. The type test should be performed on a typical detection assembly that does not need to include detectors. It should be in the configuration used to include the door seals and any penetrations for electrical connections. The method of test is based on a cyclic humidity condition to accelerate the stress on the enclosure materials that could be brought about by changes in temperature, relative humidity, and solar/ultraviolet light.

7.7.3 Recommended method of test

Obtain 2 to 3 detection assembly enclosures configured as they would be for a normal system, i.e., door seals, seal-type vents, and wiring penetrations (with means attached to ensure no moisture penetration) except without individual detectors included. Prior to the test, perform a moisture test as defined in 7.6 on each enclosure to verify that no moisture penetrates the enclosure. If the enclosure is acceptable, perform 4 cycles of procedure Sa 2 – 24 h cycle, 20 h irradiation and 4 h darkness from IEC 60068-2-5. Upon completion, repeat 7.6 and inspect as necessary.

8 Mechanical requirements

8.1 General

Instruments may consist of multiple components that form a system, e.g., a dosimetry system includes the reader and individual dosimeters. A portal monitor may include a detection assembly and a control assembly. Individual components may be exposed to different environments. Selection of mechanical requirements shall consider the expected conditions in which each component will be used. A summary of the requirements is shown in Table 3.

Table 3 – Mechanical requirements

Influence	Instrument type	Level
Drop	Body-worn	1 m onto concrete
	Handheld	30 cm onto hardwood
Vibration	Non-installed	$0,01 \text{ g}^2 \cdot \text{Hz}^{-1}$ from 5 Hz to 500 Hz
	Installed	$0,5 \text{ g}_n$ from 10 Hz to 150 Hz
	Mobile	$1 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$ over 10 Hz to 200 Hz and $0,3 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$ over 200 Hz to 500 Hz
Microphonic/impact	Handheld and body-worn	0,2 J
	All others	1,0 J
Mechanical shock	Non-installed	50 g at 11 ms

8.2 Drop

8.2.1 Requirements

Body-worn and backpack instruments shall continue to function correctly after being dropped from a height of 1 m onto a concrete surface on each of their six sides. Hand-held external devices used for indication such as mobile phones and tablets are excluded from the drop test.

Instruments required to be transported in protective cases shall function correctly after being dropped from a height of 1 m onto a concrete surface in their shipping case on each side. Hand-held instruments shall continue to function correctly after being dropped once from a height of 30 cm onto a hardwood surface from a normal operating orientation.

There are no drop requirements for installed, mobile, and transportable instruments.

8.2.2 Method of test

A functionality test shall be performed before and after each drop test as required by the instrument-specific standard. Drops shall be performed using methods to ensure only a single side is exposed to the drop.

8.2.3 Setup recommendations

The IUT should be configured as it would be during use. The dropping technique should be repeatable through the use of a positioning system, jigs, or stands, if allowed. Some standards allow for bounce.

If the standard requires the IUT to not topple, the method used to prevent toppling of the IUT following the drop test shall be designed so as to allow the IUT to fall freely without rotation. Prepare a large space if utilizing the free drop method so IUTs will not collide with stationary objects. Pulling off labels that mark each side after that side has been completed will help keep track of which sides have been tested.

8.3 Vibration test

8.3.1 Requirements for handheld, body-worn, backpack and transportable instruments

8.3.1.1 General

The IUT shall withstand exposure to random vibration environments using a spectral density of $0,01 \text{ g}^2\cdot\text{Hz}^{-1}$ with endpoints of 5 Hz and 500 Hz. The physical condition and functionality of the IUT shall not be affected by the vibration exposure (e.g., solder joints shall hold, nuts and bolts shall not come loose).

8.3.1.2 General setup recommendations

Prior to the performance of vibration testing, the axis definition for the IUT should be established for each of the three mutually perpendicular axes or as required by the standard (see Annex A). These orientations should be depicted in the test record.

If mounting fixtures are available, these fixtures should be utilized to mount the IUT during test. If no fixture is available, consult with the manufacturer of the IUT as to the preferred method of mounting the IUT.

If testing individual components of a modular system, each component should be mounted to the vibration table as they would be mounted in the field using the same mounting technique (e.g., dampers, bushings).

8.3.1.3 Method of test

Set up the vibration system and IUT (i.e., device under test) as defined in IEC 60068-2-64.

Conduct a visual inspection and verify that the IUT is functioning properly as required by the instrument-specific standard. Subject the IUT to a random vibration at $0,01 \text{ g}^2\cdot\text{Hz}^{-1}$ (spectral density) using 5 Hz and 500 Hz for the frequency endpoints for a period of 1 h in each of three orthogonal orientations. After each 1 h vibration interval, perform a functionality test based on the instrument-specific standard.

After the test, inspect the IUT for mechanical damage and loose components.

8.3.2 Requirements for installed instruments

8.3.2.1 General

Instruments or components that may be exposed to vibration (e.g., from heavy equipment movement, vehicles, etc.) shall function normally when exposed to vibrations of up to $0,5 \text{ g}_n$ over a frequency range from 10 Hz to 150 Hz. The physical condition of the component or instrument should not be affected by exposure (e.g., solder joints shall hold, nuts and bolts shall not come loose). The instrument shall function correctly as required by the instrument-specific standard throughout the vibration exposure and after the test.

8.3.2.2 Method of test

Set up the vibration system and detection assembly as defined in IEC 60068-2-64.

The test shall consist of 10 two-minute logarithmic sweep cycles of $0,5 g_n$ over a frequency range from 10 Hz to 150 Hz. The orientation used for testing shall be the same as that used when mounted in the field. The requirement is met if no alarms or other spurious indications occur, and there is no substantial change in response as specified by the instrument-specific standard. After the test, inspect the detection assembly for mechanical damage and loose components.

8.3.3 Requirements for mobile instruments

8.3.3.1 General

The instrument shall function correctly as required by the instrument-specific standard when exposed to vibrations associated with instruments installed on a ground vehicle. The vibration exposure is based on the 5M2 classification found in IEC 60721-3-5. The accelerated spectral densities for the test are $1 m^2 \cdot s^{-3}$ over 10 Hz to 200 Hz and $0,3 m^2 \cdot s^{-3}$ over 200 Hz to 500 Hz. The physical condition of the instrument should not be affected by exposure (e.g., solder joints shall hold, nuts and bolts shall not come loose).

Specific requirements for instruments mounted on airborne or marine platforms should be developed based on the expected platform type used.

8.3.3.2 Method of test

The test shall consist of a 1 h exposure to the vibration. The orientation used for testing shall be the same as that used when mounted. The requirement is met if the IUT functions as specified by the instrument-specific standard during and after the test. After the test, inspect the IUT for mechanical damage and loose components.

8.4 Microphonics/impact

8.4.1 Requirements for handheld and body-worn instruments

8.4.1.1 General

Handheld or body-worn radiation detection instrumentation shall be unaffected by microphonic conditions such as those caused by low intensity sharp contacts at energies up to 0,2 J.

8.4.1.2 Method of test

With the IUT functioning normally, expose the IUT to 3 impacts at an intensity of 0,2 J at different points on each side of the IUT while observing the response. The IUT shall be unaffected by the impacts. The functionality test should be performed as specified in the instrument-specific standard.

8.4.2 Requirements – All others

Transportable, mobile and installed radiation detection instrumentation shall be unaffected by microphonic conditions such as those caused by low intensity sharp contacts at energies up to 1,0 J.

8.4.3 Method of test

The impact test should be performed at 3 locations close to the electronics and at 3 other locations close to the detectors inside the monitor assembly while observing the IUT response. The IUT shall be unaffected by the impacts. The functionality test should be performed as specified in the instrument-specific standard.

8.4.4 Setup recommendations

The IUT should be configured as it would be used in the field. Choose locations close to the electronics or locations that will transmit the impact throughout the IUT. If testing with a spring hammer, orient the side to be tested between the hammer and the test surface.

8.5 Mechanical shock

8.5.1 Requirements

Non-installed radiation detection instrumentation shall function normally during exposure to 10 shock pulses of 50 g peak acceleration, each applied for a nominal time interval 11 ms in each of three mutually orthogonal axes. The physical condition of instruments shall not be affected by these shocks (e.g., solder joints shall hold; nuts and bolts shall not come loose).

There are no requirements for installed radiation detection systems.

8.5.2 Method of test

Set up the mechanical shock system and IUT as defined in IEC 60068-2-27.

With the IUT functioning normally, subject it to 10 pulses of peak acceleration of 50 g (half-sine-wave pulse), each applied for a nominal time interval of 11 ms in three orthogonal directions while observing the IUT response. After each set of 10 shocks per side, verify the functionality of the IUT based on the instrument-specific standard. After the test, inspect the IUT for mechanical damage and loose components.

8.5.3 Setup recommendations

Prior to the performance of shock testing, the axis definition for the IUT should be established for each of the three mutually perpendicular axes. These orientations should be documented. See Annex A.

Shock testing may be performed by using a drop shock machine or by an electrodynamic/electrohydraulic shaker. If using an electrodynamic/electrohydraulic shaker, a baseline unloaded run should be performed prior to running with a load (IUT mounted) to verify the test equipment is stable.

If mounting fixtures are available, these fixtures should be utilized to mount the IUT during the test. If no fixture is available, consult with the manufacturer of the IUT as to the preferred method of mounting the IUT to the shock test equipment. If testing individual components of a modular instrument system, each component should be mounted to the test system as they would be mounted in the field using the same mounting technique (for example, dampers, bushings).

9 Electromagnetic requirements

9.1 General setup recommendations

Instruments may consist of multiple components that form a system, e.g., a dosimetry system includes the reader and individual dosimeters. Individual components may be exposed to different environments. Selection of electromagnetic requirements shall consider the expected conditions in which each component will be used. A summary of the requirements is shown in Table 4.

Table 4 – Electromagnetic requirements

Influence	Instrument type	Level
Electrostatic discharge	All	6 kV/8 kV, contact/air discharge
Radio frequency (RF) immunity	Body-worn	80 MHz to 1 000 MHz at $50 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ and 1,4 GHz to 2,5 GHz at $10 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$
	Handheld	80 MHz to 1 000 MHz and 1,4 GHz to 2,5 GHz at $10 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$
	Installed	80 MHz to 2 500 MHz at $3 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$
Radiated emissions	All	Table 5
Magnetic field	Non-installed	$100 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$ at 50 Hz or 60 Hz
	Installed	Testing and level, if needed, established based on location.
Voltage and frequency	Line powered	Voltage +10 %/–12 % of nominal Frequency 47–53 Hz/57–63 Hz
Conducted RF	Line powered	150 kHz to 80 MHz at 140 dB(μV)
Surges and ring waves	Line powered	2 kV ring wave 1,2/50 μs and 8/20 μs at 2 kV Combination wave

The IUT should be powered in a fashion as close as possible to how it will be powered in the field. If it is battery powered, enough batteries should be provided to power the IUT through an entire test, or a means of charging those batteries should be made available. If it is AC powered, it should be powered via an AC power source throughout the testing (facility power is acceptable if it is adequately filtered and the appropriate voltage and frequency is available in the facility).

IUT cabling should replicate the cabling and wiring to be used in the field as closely as possible, with thought given to provisions for connecting the cabling to various pieces of test equipment as necessary.

A radioactive source may be placed anywhere in the test vicinity that is convenient and is appropriate to the measurement range of the IUT.

9.2 Electrostatic discharge

9.2.1 Requirements – all instrument types

The instrument shall function properly during and after exposure to ESD at 6 kV (contact discharge for conductive surfaces) or 8 kV (air discharge for non-conductive or insulating surfaces).

9.2.2 Method of test

For line-powered (e.g., installed) IUTs, follow the tabletop or floor-standing setup requirements stated in the IEC 61000-4-2, using severity level 3. Perform the contact discharge technique (non-insulated) or air discharge (insulated) based on the discharge point. Each discharge point shall be selected based on user accessibility during normal use. There shall be ten discharges per discharge point per polarity (positive and negative) with a minimum of 1 s recovery time between each discharge.

For battery powered or non-installed IUTs (e.g., ungrounded instruments), perform the contact discharge technique (non-insulated) or air discharge (insulated) as defined in IEC 61000-4-2, severity level 3, based on the selected discharge point(s). Each discharge point shall be selected based on user accessibility during normal use. There shall be ten discharges per

discharge point per polarity (positive and negative) with a minimum of 1 s recovery time between each discharge.

The IUT's functionality shall be monitored during and verified after the test according to the instrument-specific standard.

9.2.3 Setup recommendations

Climatic conditions, particularly relative humidity, are critical for this test. No testing should be performed if the climatic conditions are outside of their specified tolerances.

Only one IUT should be tested at a time. Discharge points on the IUT should be defined prior to beginning the test and should be limited to those points on the IUT that are user accessible during normal use (e.g., doors, handles, knobs, switches).

Criteria defining what constitutes a susceptibility resulting from the testing should be defined prior to starting the testing. Some effects may not be susceptibilities, if the circuitry in the IUT is responding in the intended way.

9.3 Radio frequency (RF) immunity

9.3.1 Requirements

The instrument shall be exposed to a RF fields at frequencies from 80 MHz to 1 000 MHz and 1,4 to 2,5 GHz amplitude modulated at 80 % with a 1 kHz sine wave at field intensities applicable to the type of instrument being tested. The instrument shall not be affected during exposure.

The requirement stated is minimum and for general use. Other ranges or field intensities may be selected based on expected conditions of use and the presence of RF emitters that could interfere with the proper functioning of the radiation instrument. The method of test can be used to identify RF fields and frequencies where an instrument is susceptible. This information could then be used to determine whether actions are needed to address the susceptibility.

9.3.2 Setup recommendations

Testing should be performed in a shielded, RF anechoic lined enclosure, e.g., semi-anechoic chamber or anechoic chamber, whenever possible. The RF anechoic lining on the walls and ceiling of the chamber help prevent reflections back into the chamber that could interfere with the field uniformity of the chamber.

Multiple IUTs may be tested simultaneously, provided that they can be arranged in such a fashion that they fit in the field uniformity area of the test chamber, and that the arrangement of the IUTs does not create any inadvertent shielding effects (i.e., one IUT is positioned in such a way that another IUT is not exposed to the full level of the radiated RF field). However, testing one IUT at a time is preferable. If testing multiple IUTs, positioning of the radioactive source should take into consideration potential shielding effects, to ensure that each unit receives the same RF exposure level.

Criteria defining what constitutes a susceptibility resulting from the testing should be defined prior to starting the testing. Some effects may not be susceptibilities, if the circuitry in the IUT is responding in the intended way.

Large IUTs may need to be tested with multiple sides facing the transmit antenna to ensure full exposure to the radiated field.

Adequate means of observing the IUT for susceptibility (in particular, shielded cameras) shall be employed as needed, and positioned so that they do not interfere with the field uniformity.

9.3.3 Method of test – body-worn instruments

Set up the RF test system and IUT as defined in IEC 61000-4-3 using severity level x. The RF test field shall be from 80 MHz to 1 000 MHz at $50 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ and 1,4 GHz to 2,5 GHz at $10 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ using 80 % amplitude modulation with a 1 kHz sine wave. Perform the test using a radioactive source that is appropriate to the measurement range of the IUT to verify compliance to the requirement. The radioactive source used should not exceed the alarm threshold of the IUT, when applicable.

With the IUT functioning normally, expose it to an RF field as required. The test should be performed using an automated stepwise sweep at a frequency change rate of not greater than 1 % of the fundamental (previous) frequency. Dwell time should be chosen based on the instrument's response time, but should not be less than 3 s.

The RF field shall be applied to each side of the IUT using vertical and horizontal antenna polarity.

The functionality of the IUT shall be verified during RF exposure based on the instrument-specific standard.

9.3.4 Method of test – handheld instruments

Set up the RF test system and IUT as defined in IEC 61000-4-3 using severity level 3. The RF test field is from 80 MHz to 1 000 MHz at $10 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ and 1,4 GHz to 2,5 GHz at $3 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ using 80 % amplitude modulation with a 1 kHz sine wave. Perform the test using a radioactive source that is appropriate to the measurement range of the IUT to verify compliance to the requirement. The radioactive source used should not exceed the alarm threshold of the IUT, when applicable.

With the IUT functioning normally, expose it to an RF field as required. The test should be performed using an automated stepwise sweep at a frequency change rate of not greater than 1 % of the fundamental (previous) frequency. Dwell time should be chosen based on the instrument's response time, but should not be less than 3 s.

The RF field shall be applied to each side of the IUT using vertical and horizontal antenna polarity.

The functionality of the IUT shall be verified during RF exposure based on the instrument-specific standard.

9.3.5 Method of test – installed instruments

Set up the RF test system and IUT as defined in IEC 61000-4-3 using severity level 3. The RF test field is from 80 MHz to 2 500 MHz at $3 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ using 80 % amplitude modulation with a 1 kHz sine wave. Perform the test using a radioactive source that is appropriate to the measurement range of the IUT to verify compliance to the requirement. The radioactive source used should not exceed the alarm threshold of the IUT, when applicable.

It is recommended the IUT be set up as it would be installed. Any connecting cables that are normally installed in conduit or underground should be set up to ensure consistency with an installation (e.g., inside electrical conduit).

RF exposure should be done using a windowing technique on surfaces that have the greatest chance of allowing penetration of the RF emissions. Solid metal surfaces do not require exposure.

The test orientation is based on where a detection assembly may be most likely susceptible to RF. Other orientations may be selected based on a physical inspection of the detection assembly case, e.g., cable connections, switch locations.

The functionality of the IUT shall be verified during RF exposure based on the instrument-specific standard.

9.4 Radiated emissions

9.4.1 Requirements

The electromagnetic fields emitted by an instrument at 3 m shall be less than what is shown in Table 5.

Table 5 – Emission frequency range

MHz	Field strength (peak) $\mu\text{V}\cdot\text{m}^{-1}$
30 – 88	100
88 – 216	150
216 – 960	200
> 960	500

9.4.2 Method of test

Place the IUT in an area with a low and controllable radio frequency environment (e.g., anechoic chamber). Position an antenna 3 m from the IUT.

For installed IUTs, verify that all external conducting cables are configured as they would be when installed.

With the IUT off, collect a background spectrum using a scanning bandwidth of 50 kHz. Switch the IUT on and perform an RF scan for each operating mode as applicable to the IUT type. The IUT or antenna shall be rotated or repositioned, respectively, to ensure all sides of the IUT are measured for emissions. The test shall be performed in the vertical and horizontal antenna orientation.

Radio frequency emissions shall be below the values stated in Table 5.

9.4.3 Setup recommendations

Testing can be performed at a variety of different types of test sites. Guidance regarding selection of test sites can be found in IEEE/ANSI C63.4 or CISPR 16-1-5. These standards specify the requirements for test sites in the frequency range from 9 kHz to 40 GHz, or 30 MHz to 1 000 MHz, respectively.

Only one IUT should be tested at a time. The preferred test distance is 3 m. However, if testing is performed at 10 m, or at 1 m, the emission limits need to be adjusted accordingly.

9.5 Magnetic fields

9.5.1 Requirements

Handheld, body-worn and backpack radiation detection instrumentation shall be fully functional when exposed to a $100 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$ 50 Hz or 60 Hz magnetic field. The indication of the magnitude of the radiation field as well as any spectral response, when applicable, shall not change while being exposed to either magnetic field.

The test level chosen is associated with heavy industrial switchyard areas and power plants. Other test levels may be used based on the existence of magnetic field producing equipment (e.g., accelerators). For instruments that may be used in proximity to those devices, special testing should be performed to ensure that the instrument operates properly while in the magnetic field.

9.5.2 Method of test

Set up the test conditions in accordance with IEC 61000-4-8, continuous field severity level 5.

Using the “immersion” or “proximity” method (depending on the size of the detection assembly), exposure to the magnetic field shall be completed in two orientations (0° and 90°) relative to the magnetic field lines. Perform the test using a radioactive source that is appropriate to the measurement range of the IUT to verify compliance to the requirement. The radioactive source used should not exceed the alarm threshold of the IUT, when applicable.

The IUT shall be exposed to a $100 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$ 50 Hz or 60 Hz AC magnetic field and its functionality monitored during and verified after the test according to the instrument-specific standard.

9.5.3 Setup recommendations

Only one IUT should be tested at a time. Selection of the coil size for a given magnetic field strength is dependent on the size of the IUT. Larger IUTs need a larger coil due to field uniformity requirements.

Large floor standing IUTs may require multiple loop positions. Different loop sizes may be necessary to accommodate three orthogonal orientations.

Criteria defining what constitutes a susceptibility resulting from the testing should be defined prior to starting the testing. Some effects may not be susceptibilities, if the circuitry in the IUT is responding in the intended way.

9.6 AC line powered equipment requirements

9.6.1 Voltage and frequency fluctuations

9.6.1.1 Requirements

Mains operated assemblies should be designed to operate from single-phase AC supply voltage of 100 V to 240 V and from 47 Hz to 63 Hz.

9.6.1.2 Method of test

Increase the supply voltage to 10 % above the nominal value and observe the readings and functionality of the IUT. Decrease the supply voltage to 12 % below the nominal value and repeat the functionality process.

The above tests shall be repeated but instead of changing the voltage, the frequency shall be changed from 57 Hz to 63 Hz for 60 Hz supply voltage or 47 Hz to 53 Hz for 50 Hz supply voltage.

The IUT's functionality shall be verified according to the instrument-specific standard.

9.6.1.3 Setup recommendations

This test only applies to IUTs that receive power from an external AC source. Multiple IUTs may be tested together, provided the AC power source has enough current capability to supply more than one IUT.

Criteria defining what constitutes a susceptibility resulting from the testing should be defined prior to starting the testing. Some effects may not be susceptibilities, if the circuitry in the IUT is responding in the intended way.

9.6.2 Immunity from conducted RF

9.6.2.1 Requirements

The instrument should not be affected by RF fields that can be conducted onto the instrument through an external conducting cable.

Instruments that have shielded (i.e., placed in conduit) external conducting cables are excluded.

9.6.2.2 Method of test

Set up the test conditions in accordance with IEC 61000-4-6.

Inject an RF signal into the power line and data cable, if applicable, over the frequency range of 150 kHz to 80 MHz at an intensity of 140 dB (μV) 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sine wave. The test should be performed using an automated stepwise sweep at a frequency change rate not greater than 1 % of the fundamental (previous) frequency. Dwell time should be chosen based on the IUT's response time but should not be less than 3 s. Perform the test using a radioactive source that is appropriate to the measurement range of the IUT to verify compliance to the requirement. The radioactive source used should not exceed the alarm threshold of the IUT, when applicable.

The IUT's functionality shall be verified according to the instrument-specific standard.

9.6.2.3 Setup recommendations

Only one IUT should be tested at a time. This test is only necessary for IUTs with conducting cables (i.e., electrical).

Testing using a coupling/decoupling network is the preferred method, but there are other means of performing the test.

Criteria defining what constitutes a susceptibility resulting from the testing should be defined prior to starting the testing. Some effects may not be susceptibilities, if the circuitry in the IUT is responding in the intended way.

9.6.3 Surges and ring waves

9.6.3.1 Requirements

Instruments should not be affected by surges or oscillatory waves of up to 2 kV in amplitude that are classified as "combination waves" (damped surges) with rise/decay times of 1,2/50 μs (open-circuit voltage waveform) and 8/20 μs (short-circuit current waveform) or "ring waves" (single-shot oscillatory transients or non-repetitive damped oscillatory transients) with 0,5 μs rise time and 100 kHz oscillation frequency, when such waves are conducted into the instrument through a power line.

9.6.3.2 Method of test

Set up the test conditions in accordance with IEC 61000-4-5 for combination waves and IEC 61000-4-12 for ring waves. Perform the test using a radioactive source that is appropriate to the measurement range of the IUT to verify compliance to the requirement. The radioactive source used should not exceed the alarm threshold of the IUT, when applicable.

Apply 10 combination wave pulses to the IUT's cables. The minimum time between each pulse shall be 1 min. Each pulse shall consist of a combination wave (1,2/50 μ s and 8/20 μ s) at an intensity of 2 kV. Repeat the procedure for each cable, if more than one cable exists. Repeat the test using 2 kV ring wave pulses.

The IUT's functionality shall be verified according to the instrument-specific standard.

10 Documentation

Documentation and report requirements are established in the instrument-specific standard.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62706:2019

Annex A (informative)

Identifying mutually orthogonal (perpendicular) planes

First, superimpose the Cartesian coordinate system over the IUT (see Figure A.1).

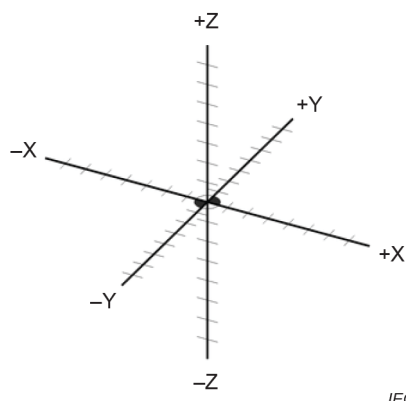


Figure A.1 – Cartesian coordinate system

X plane: Also referred to as transverse or lateral. Mutually perpendicular to Z and Y and parallel to ground plane.

Y plane: Also referred to as longitudinal – parallel to ground plane.

Z plane: Also referred to as vertical – perpendicular to ground plane. Always toward tracking changes that may be needed during testing Earth's center.

Using the Cartesian coordinate system and referencing to the way the user will use the IUT or IUT's usage, one should be able to figure out the XYZ planes from any picture and any type of instrument.

Finally, identify and number the sides of the IUT. This can be done by using a numbering system or the Cartesian system of planes, as shown in Table A.1.

Table A.1 – Numbered IUT sides and the corresponding Cartesian coordinate reference

X	Right	2
-X	Left	1
Y	Front	3
-Y	Back	4
Z	Top	5
-Z	Bottom	6

Bibliography

CISPR 16-1-5, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration sites and reference test sites for 5 MHz to 18 GHz*

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

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

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

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

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

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60721-3-1, *Classification of environmental conditions – Part 3-1: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Storage*

IEC 60721-3-2, *Classification of environmental conditions – Part 3-2: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Transportation and handling*

IEC 60721-3-3, *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weatherprotected locations*

IEC 60721-3-6, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Ship environment*

IEC 60721-3-7, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 7: Portable and non-stationary use*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	35
INTRODUCTION	37
1 Domaine d'application	38
2 Références normatives	38
3 Termes et définitions, termes abrégés et symboles, grandeurs et unités	39
3.1 Termes et définitions	39
3.2 Termes abrégés et symboles	40
3.3 Grandeurs et unités	41
4 Exigences et caractéristiques générales	41
5 Procédure générale d'essai	41
5.1 Nature des essais	41
5.2 Conditions normales d'essai	41
5.3 Utilisation du présent document	42
5.3.1 Généralités	42
5.3.2 Recommandations pour les grandeurs d'influence	42
5.3.3 Exigences climatiques	42
5.3.4 Exigences mécaniques	43
5.3.5 Exigences électromagnétiques	43
5.3.6 Essai de fonctionnalité	43
5.3.7 Exigences supplémentaires et méthodes d'essai	44
6 Exigences de détection des rayonnements	44
7 Exigences climatiques	44
7.1 Généralités	44
7.2 Température ambiante	45
7.2.1 Exigences	45
7.2.2 Méthode d'essai	45
7.2.3 Recommandations de configuration	46
7.3 Choc de température	46
7.3.1 Exigences	46
7.3.2 Méthode d'essai	46
7.3.3 Recommandations de configuration	47
7.4 Démarrage à basse/haute température	47
7.4.1 Exigences	47
7.4.2 Méthode d'essai	47
7.5 Humidité relative	47
7.5.1 Exigences	47
7.5.2 Méthode d'essai	48
7.5.3 Recommandations de configuration	48
7.6 Classification IP (degré de protection)	48
7.6.1 Exigences	48
7.6.2 Méthode d'essai	48
7.6.3 Recommandations de configuration	49
7.7 Autres environnements et installations de longue durée	50
7.7.1 Autres environnements – Recommandation	50
7.7.2 Installations de longue durée – Recommandation	50

7.7.3	Méthode d'essai recommandée.....	50
8	Exigences mécaniques	50
8.1	Généralités	50
8.2	Chute.....	51
8.2.1	Exigences.....	51
8.2.2	Méthode d'essai	51
8.2.3	Recommandations de configuration	51
8.3	Essai de vibration	52
8.3.1	Exigences pour les instruments portatifs, portés sur le corps, de type sac à dos et transportables.....	52
8.3.2	Exigences pour les instruments installés.....	52
8.3.3	Exigences pour les instruments mobiles	53
8.4	Effets microphoniques/impact	53
8.4.1	Exigences pour les instruments portés sur le corps et portatifs.....	53
8.4.2	Exigences pour tous les autres instruments	53
8.4.3	Méthode d'essai	54
8.4.4	Recommandations de configuration	54
8.5	Choc mécanique	54
8.5.1	Exigences.....	54
8.5.2	Méthode d'essai	54
8.5.3	Recommandations de configuration	54
9	Exigences électromagnétiques	55
9.1	Recommandations générales de configuration	55
9.2	Décharges électrostatiques.....	56
9.2.1	Exigences – tous les types d'instruments.....	56
9.2.2	Méthode d'essai	56
9.2.3	Recommandations de configuration	56
9.3	Immunité aux radiofréquences (RF)	56
9.3.1	Exigences.....	56
9.3.2	Recommandations de configuration	57
9.3.3	Méthode d'essai – instruments portés sur le corps.....	57
9.3.4	Méthode d'essai – instruments portatifs	57
9.3.5	Méthode d'essai – instruments installés.....	58
9.4	Emissions rayonnées	58
9.4.1	Exigences.....	58
9.4.2	Méthode d'essai	59
9.4.3	Recommandations de configuration	59
9.5	Champs magnétiques	59
9.5.1	Exigences.....	59
9.5.2	Méthode d'essai	59
9.5.3	Recommandations de configuration	60
9.6	Exigences relatives aux matériels alimentés par une ligne en courant alternatif	60
9.6.1	Fluctuations de tension et de fréquence.....	60
9.6.2	Immunité par rapport aux RF conduites	60
9.6.3	Surtensions et ondes sinusoïdales fortement amorties.....	61
10	Documentation	62
Annexe A (informative)	Identification des plans mutuellement orthogonaux (perpendiculaires).....	63

Bibliographie.....	64
Figure A.1 – Système de coordonnées cartésiennes.....	63
Tableau 1 – Conditions normales d'essai.....	42
Tableau 2 – Température d'utilisation sur site et exigences IP.....	45
Tableau 3 – Exigences mécaniques.....	51
Tableau 4 – Exigences électromagnétiques.....	55
Tableau 5 – Plage de fréquences émises.....	58
Tableau A.1 – Faces numérotées de l'instrument soumis à l'essai et référence des coordonnées cartésiennes correspondantes.....	63

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62706:2019

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION –
EXIGENCES RECOMMANDÉES EN MATIÈRE DE PERFORMANCES
CLIMATIQUES, ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET
MÉCANIQUES ET MÉTHODES D'ESSAI**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62706 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire.

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

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

- a) ajout d'informations supplémentaires à des méthodes d'essai choisies;
- b) exigences révisées en matière d'essais de radiofréquence, sur la base de mesures effectuées à divers emplacements;

- c) guide et recommandations de configuration concernant les équipements et instruments ajoutés.

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

FDIS	Rapport de vote
45B/942/FDIS	45B/947/RVD

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62706:2019

INTRODUCTION

Les instruments pour la radioprotection, qui incluent les instruments utilisés pour la détection et l'identification de matériaux radioactifs et de radionucléides, sont utilisés dans un grand nombre d'environnements différents. Ils sont généralement exposés à différents niveaux de température, d'humidité, de champs électromagnétiques et de contraintes mécaniques, tels que chocs et vibrations pendant l'utilisation normale. Les instruments de détection de rayonnement peuvent être portés sur le corps, tenus à la main, montés sur un véhicule, transportés d'un emplacement à un autre ou installés. Lors de l'élaboration des exigences spécifiques à un instrument, il est tenu compte de toutes les conditions associées à ces utilisations très différentes. Pour garantir la cohérence entre les normes, la présente norme a été élaborée pour les exigences de performances climatiques, électromagnétiques et mécaniques.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62706:2019

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – EXIGENCES RECOMMANDÉES EN MATIÈRE DE PERFORMANCES CLIMATIQUES, ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET MÉCANIQUES ET MÉTHODES D'ESSAI

1 Domaine d'application

Le présent document fournit des recommandations concernant les exigences de performances climatiques, mécaniques et électromagnétiques et les méthodes d'essai pour les instruments de radioprotection. Le présent document fournit également des recommandations concernant la configuration des équipements et instruments soumis à l'essai (IUT), pour certains essais.

L'objectif du présent document est de définir, pour les besoins de la conception et des essais, les environnements dans lesquels peuvent être exposés des instruments de radioprotection. Les environnements traités par le présent document sont applicables aux instruments portés sur le corps (par exemple, détecteurs individuels de rayonnement, dispositifs dorsaux et dosimètres), tenus à la main, transportables, mobiles et installés.

2 Références normatives

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

IEC 60050-395:2014, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Partie 395: Instrumentation nucléaire – Phénomènes physiques, notions fondamentales, instruments, systèmes, équipements et détecteurs*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-5, *Essais d'environnement – Partie 2-5: Essais – Essai S: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et recommandations pour les essais de rayonnement solaire et le vieillissement aux intempéries*

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

IEC 60068-2-18, *Essais d'environnement – Partie 2-18: Essais – Essai R et guide: Eau*

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

IEC 60068-2-64, *Essais d'environnement – Partie 2-64: Essais – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande et guide*

IEC 60068-2-66, *Essais d'environnement – Partie 2-66: Méthodes d'essai – Essai Cx: Essai continu de chaleur humide (vapeur pressurisée non saturée)*

IEC 60068-2-68, *Essais d'environnement – Partie 2-68: Essais – Essai L: Poussière et sable*

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

IEC 60721-2-7, *Classification des conditions d'environnement – Partie 2-7: Conditions d'environnement présentes dans la nature – Faune et flore*

IEC 60721-3-4, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-4: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, non protégé contre les intempéries*

IEC 60721-3-5, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-5: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 5: Installations des véhicules terrestres*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-12, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-12: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie*

IEEE/ANSI C63.4, *American National Standard for Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9 kHz to 40 GHz* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions, termes abrégés et symboles, grandeurs et unités

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-395 ainsi que les suivants s'appliquent.

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

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

3.1.1

instruments portés sur le corps

instruments de détection de rayonnement portés sur le torse ou les extrémités du corps pendant leur utilisation

3.1.2

g_n

accélération normale due au champ magnétique terrestre, qui varie elle-même en fonction de l'altitude et de la latitude géographique

3.1.3

instruments portatifs ou portables

instruments de détection de rayonnement utilisés pendant qu'ils sont tenus

3.1.4

grandeur d'influence

grandeur différente du mesurande, mais qui influe sur le résultat de la mesure

[SOURCE: ISO/IEC Guide 98-3 (GUM): 2008, B.2.10]

3.1.5

grandeur d'influence de type F

grandeur d'influence dont l'effet sur la valeur indiquée entraîne une modification de la réponse

Note 1 à l'article: "F" signifie facteur. L'indication due au rayonnement est multipliée par un facteur dû à la grandeur d'influence (par exemple, l'indication due au rayonnement de ^{60}Co est 1,2 fois celle due au rayonnement de ^{137}Cs).

Note 2 à l'article: La modification de la réponse d'un instrument en raison de l'énergie de rayonnement ou de l'angle d'incidence de rayonnement est un exemple d'influence de type F.

3.1.6

grandeur d'influence de type S

grandeur d'influence dont l'effet sur la valeur indiquée est un écart indépendant de la valeur indiquée

Note 1 à l'article: "S" signifie somme. L'indication est la somme de l'indication due au rayonnement et de celle due à la grandeur d'influence, par exemple une perturbation électromagnétique.

Note 2 à l'article: Des modifications positives ou négatives des valeurs indiquées par un instrument dues à une exposition à des perturbations électromagnétiques ou des effets microphoniques constituent un exemple d'influence de type S.

3.1.7

instruments installés

instruments de détection de rayonnement montés de manière permanente à un emplacement d'utilisation

3.1.8

instruments transportables

instruments de détection de rayonnement pouvant être déplacés à des emplacements différents et qui ne sont pas utilisés pendant le déplacement

3.1.9

instruments mobiles

instruments de détection de rayonnement montés sur des plateformes mobiles et fonctionnant en mouvement

3.2 Termes abrégés et symboles

CISPR	Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques
DES	décharge électrostatique
IUT (Instrument Under Test)	instrument soumis à l'essai
RF	radiofréquence
EM	électromagnétique

CC	courant continu
CA	courant alternatif

3.3 Grandeurs et unités

Le présent document utilise les unités du système international (SI)¹. Les définitions relatives aux grandeurs de rayonnement sont données dans l'IEC 60050-395.

Les unités suivantes peuvent également être utilisées:

- pour l'énergie: électronvolt (symbole: eV), $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- pour la durée: années (symbole: y), jours (symbole: d), heures (symbole: h), minutes (symbole: min);
- pour la température: degrés Celsius (symbole: °C), $0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$;
- pour l'accélération: multiple de g (gravité) avec $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Les multiples et sous-multiples d'unités SI sont utilisés, dans la mesure du possible, selon le système SI.

4 Exigences et caractéristiques générales

Le présent document ne définit pas les caractéristiques et exigences générales des systèmes ou dispositifs d'essai utilisés pour effectuer des essais individuels. Les exigences générales sont traitées dans la norme spécifique à l'instrument.

5 Procédure générale d'essai

5.1 Nature des essais

Le présent document fournit des recommandations concernant les exigences de performances climatiques, mécaniques et électromagnétiques et les méthodes d'essai pour les instruments de radioprotection. Ces essais sont fondés sur les normes IEC existantes pour le matériel électronique et sur l'expérience de l'utilisation sur site. Le présent document fournit également des recommandations concernant la configuration des instruments soumis à l'essai (IUT) pour les essais individuels identifiés comme étant difficiles à réaliser.

Pour une norme spécifique à un instrument de rayonnement donné, d'autres exigences ou les exigences d'autres types d'instruments peuvent être utilisées.

5.2 Conditions normales d'essai

Le Tableau 1 contient les conditions normales d'essai. Les conditions normales d'essai indiquent les tolérances nécessaires pour un essai pratique.

¹ Bureau international des poids et mesures: Système International d'unités, 8^e édition, 2006.

Tableau 1 – Conditions normales d'essai

Grandeur d'influence	Conditions normales d'essai
Température ambiante	18 °C à 25 °C
Humidité relative	< 75 %
Pression atmosphérique	86 kPa à 106,6 kPa
Champ électromagnétique d'origine externe	Inférieur à la valeur la plus faible provoquant des interférences
Induction magnétique d'origine externe	Moins de deux fois l'induction due au champ magnétique terrestre

5.3 Utilisation du présent document

5.3.1 Généralités

Le présent document fournit les exigences et les méthodes d'essai de performances climatiques, électromagnétiques et mécaniques pour l'élaboration de nouvelles normes ou la révision de normes existantes. Il convient de déterminer ces exigences sur la base du type d'instrument (par exemple, portatif) et de l'utilisation qui en est attendue (par exemple, en intérieur ou en extérieur), comme défini en 3.1.

5.3.2 Recommandations pour les grandeurs d'influence

5.3.2.1 Généralités

Sauf indication contraire, les exigences de fonctionnement déterminées dans une norme spécifique à un instrument doivent être mentionnées en ce qui concerne la modification des fonctions (par exemple activation de l'alarme, perte de l'affichage, etc.) ou les relevés indiqués (par exemple ± 15 % de la moyenne des relevés obtenus en conditions normales).

Il convient que la norme spécifique à l'instrument précise si la grandeur d'influence est généralement de type S ou F. Il convient que le niveau de rayonnement indiqué pour chaque essai soit fondé sur le type de grandeur d'influence, comme décrit en 5.3.2.2 et 5.3.2.3. Au cas où le type de grandeur d'influence est inconnu (S ou F), il convient d'effectuer des essais conformes aux deux types (S et F), c'est-à-dire conformément au 5.3.2.2 et au 5.3.2.3.

5.3.2.2 Essais pour les grandeurs d'influence de type S

Il convient d'effectuer ces essais à un débit de dose assez faible pour garantir qu'un effet lors de l'essai soit mesurable (par exemple, 10 fois la limite inférieure de la plage effective de mesure, mais non nulle, afin d'être capable de détecter une réduction dans l'indication).

5.3.2.3 Essais pour les grandeurs d'influence de type F

Pour ces essais, il convient de choisir un débit de dose assez élevé pour garantir que les fluctuations statistiques soient assez faibles pour démontrer que les exigences sont respectées (par exemple, au moins 10 fois au-dessus de la limite inférieure de la plage de mesure).

5.3.3 Exigences climatiques

Les exigences climatiques s'appliquent à différents types d'instruments de détection de rayonnement sur la base de leur conception et de l'utilisation qui en est attendue. Les exigences climatiques s'appliquant à un instrument spécifique sont traitées par la norme spécifique à cet instrument. Au minimum, il convient d'exiger des essais de température ambiante et d'humidité relative pour tous les types d'instruments de détection de rayonnement. Il convient de déterminer les autres conditions climatiques en fonction des conditions prévues d'utilisation.

L'exemple de texte suivant peut être utilisé dans une norme individuelle en tant que référence au présent document: "L'instrument doit être soumis aux essais spécifiés par l'IEC 62706, Article 7, en ce qui concerne les exigences climatiques pour l'instrumentation [insérer ici la désignation de l'instrument, à savoir, porté sur le corps, portatif, installé, etc.]". Il est conseillé de ne pas préciser l'année de publication dans les références normatives citant l'IEC 62706. Ainsi, la dernière édition de ce document sera prise en compte.

5.3.4 Exigences mécaniques

Les exigences mécaniques s'appliquent à différents types d'instruments de détection de rayonnement sur la base de leur conception et de l'utilisation qui en est attendue. Les exigences mécaniques s'appliquant à un type d'instrument spécifique sont traitées par la norme spécifique à cet instrument. Au minimum, il convient d'exiger des essais de vibrations, de chocs mécaniques et d'impacts pour tous les types d'instruments de détection de rayonnement.

L'exemple de texte suivant peut être utilisé dans une norme individuelle en tant que référence au présent document: "L'instrument doit être soumis aux essais spécifiés par l'IEC 62706, Article 8, en ce qui concerne les exigences mécaniques pour l'instrumentation [insérer ici la désignation de l'instrument, à savoir, porté sur le corps, portatif, installé, etc.]". Il est conseillé de ne pas préciser l'année de publication dans les références normatives citant l'IEC 62706. Ainsi, la dernière édition de ce document sera prise en compte.

5.3.5 Exigences électromagnétiques

Les exigences électromagnétiques s'appliquent à différents types d'instruments de détection de rayonnement sur la base de leur conception et de l'utilisation qui en est attendue. Les exigences électromagnétiques s'appliquant à un type d'instrument spécifique sont traitées par la norme spécifique à cet instrument. Au minimum, il convient d'exiger l'immunité aux radiofréquences pour tous les types d'instruments de détection de rayonnement.

L'exemple de texte suivant peut être utilisé dans une norme individuelle en tant que référence au présent document: "L'instrument doit être soumis aux essais spécifiés par l'IEC 62706, Article 9, en ce qui concerne les exigences électromagnétiques pour l'instrumentation [insérer ici la désignation de l'instrument, à savoir, porté sur le corps, portatif, installé, etc.]". Il est conseillé de ne pas préciser l'année de publication dans les références normatives citant l'IEC 62706. Ainsi, la dernière édition de ce document sera prise en compte.

5.3.6 Essai de fonctionnalité

Un essai de fonctionnalité visant à vérifier que les effets d'une condition d'essai climatique, électromagnétique ou mécanique appartiennent à la plage d'acceptation spécifique à l'instrument doit être défini dans la norme spécifique à l'instrument. Ces essais sont généralement effectués avant, pendant et après les essais électromagnétiques et climatiques (par exemple, température et humidité), ainsi qu'avant et après les essais mécaniques. Il convient d'utiliser des sources de rayonnement appropriées spécifiques au type d'instrument soumis à l'essai.

Les essais de fonctionnalité peuvent inclure les vérifications suivantes:

- les relevés de l'instrument sont compris dans une plage spécifique avant et après l'exposition à une grandeur d'influence (par exemple, les relevés de l'instrument après l'essai sont compris entre $\pm x$ % de la valeur avant essai);
- aucune alarme, aucune identification de radionucléides, augmentation ou diminution des relevés ou autre indication parasite n'est observée lors de l'exposition à une grandeur d'influence en l'absence de source de rayonnement;
- les capacités d'identification des radionucléides de l'instrument ne sont pas dégradées après l'exposition à une grandeur d'influence.

5.3.7 Exigences supplémentaires et méthodes d'essai

Des exigences ou des méthodes d'essai supplémentaires ou alternatives peuvent être déterminées en fonction de l'instrument de détection de rayonnement et de l'utilisation qui en est attendue.

6 Exigences de détection des rayonnements

Les exigences de détection des rayonnements sont traitées dans la norme spécifique à l'instrument.

7 Exigences climatiques

7.1 Généralités

Les instruments peuvent consister en plusieurs composants constituant un système, par exemple un système de dosimétrie comporte le lecteur et les dosimètres individuels. Les composants individuels peuvent être exposés à des environnements différents. Le choix des exigences climatiques doit tenir compte des conditions prévues d'utilisation de chaque composant. Pendant l'essai, les composants qui ne seront pas exposés à une influence (par exemple, variations de température) peuvent être séparés du système dans son ensemble.

Si l'instrument peut être alimenté par batteries et en courant alternatif, choisir la méthode qui représente la manière dont l'instrument sera le plus probablement alimenté pendant l'utilisation. Si l'instrument ne peut pas fonctionner sur une seule charge de batterie pour la durée de l'essai et peut être alimenté en courant alternatif, utiliser le courant alternatif pour l'essai. Si l'instrument ne peut pas fonctionner en courant alternatif, remplacer les batteries au cours de l'essai selon les besoins.

Certains essais climatiques exigent davantage qu'un temps de travail classique. Il peut être nécessaire de prolonger les essais climatiques pour permettre d'effectuer des mesures pendant les heures de travail, tandis que le personnel d'essai est présent. Il est recommandé de ne prolonger que les temps de trempage au-delà de la durée minimale spécifiée dans la norme applicable. Les temps de trempage à prolonger de préférence sont ceux qui sont au plus proche de la température nominale, soit 22 °C.

Si un instrument cesse de fonctionner au cours d'un essai climatique, il convient de redémarrer l'instrument afin de voir s'il reprend son fonctionnement. Au redémarrage, vérifier que l'instrument fonctionne et a été rétabli à la configuration d'essai d'origine.

Un récapitulatif des exigences climatiques est présenté dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Température d'utilisation sur site et exigences IP

Environnement prévu	Température °C	Classification IP
Installé, environnement contrôlé protégé contre les intempéries	+5 à +40	51
Installé, non protégé contre les intempéries	-30 à +55	54
Porté sur le corps	-10 à +40	54
Portatif, environnement contrôlé protégé contre les intempéries	+5 à +40	51
Portatif, non protégé contre les intempéries	-20 à +50	53
Mobile, non protégé contre les intempéries	-30 à +55	55
Mobile, protégé contre les intempéries	-30 à +55	51
Transportable	-30 à +55	53
Sac à dos	-20 à +50	53

7.2 Température ambiante

7.2.1 Exigences

Le fabricant doit préciser la plage de températures sur laquelle l'instrument et l'ensemble des composants du système fonctionnent. Le Tableau 2 fournit les plages de températures minimales pour chaque type d'instrument, sur la base des environnements d'utilisation prévus. Les instruments peuvent également consister en des composants constituant un système. Dans ce système, les composants individuels peuvent être exposés à des environnements différents. Les exigences de température doivent être déterminées en tenant compte des conditions prévues d'utilisation de chaque composant.

7.2.2 Méthode d'essai

Configurer le système d'essai de température comme indiqué dans l'IEC 60068-2-1 (Froid) et l'IEC 60068-2-2 (Chaleur sèche).

Avant de démarrer l'essai, l'instrument soumis à l'essai doit être à une température de $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant au moins 30 min. Il convient de déterminer la durée effective (trempage) en fonction de la masse de l'instrument soumis à l'essai. Il se peut que des équipements générateurs de chaleur n'atteignent jamais l'équilibre thermique. Par conséquent, il convient de fournir dans la norme spécifique à l'instrument une durée minimale pour tous les intervalles de trempage. Il convient que l'humidité relative soit inférieure à 65 % afin d'éviter la condensation pendant l'essai.

L'essai doit être effectué en augmentant la température jusqu'à la température extrême supérieure, puis en la réduisant jusqu'à la température extrême inférieure. La température doit augmenter de manière linéaire jusqu'à la température extrême supérieure à une vitesse ne dépassant pas $10\text{ °C}\cdot\text{h}^{-1}$. La température extrême doit être maintenue (trempage) pendant au moins 4 h (en fonction de la masse de l'instrument soumis à l'essai). Les relevés ou les variations fonctionnelles qui apparaissent en fonction des variations de température doivent être enregistrés. Les relevés (ou autres fonctions) de l'instrument soumis à l'essai doivent être enregistrés à la fin du temps de trempage, conformément à la norme spécifique à l'instrument. La température doit ensuite être réduite à la même vitesse de variation jusqu'à atteindre la température extrême inférieure en suivant le même processus.

Après l'exposition à la température inférieure, la température doit être rétablie à $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ à une vitesse contrôlée ne dépassant pas $10\text{ °C}\cdot\text{h}^{-1}$.

7.2.3 Recommandations de configuration

Il est recommandé que le volume de la chambre climatique soit au moins égal à trois fois le volume de tous les instruments soumis à l'essai. En raison des dimensions et de la complexité de certains systèmes de détection de rayonnement (par exemple, moniteurs de contamination à détecteurs multiples de grande taille), séparer les composants de détection des autres composants éventuellement sensibles à la température est une pratique acceptable, si nécessaire.

Plusieurs IUT peuvent être soumis à l'essai simultanément dans la même chambre climatique. Il convient que les instruments soumis à l'essai soient orientés dans la chambre de manière à permettre l'accès nécessaire aux instruments soumis à l'essai afin de réaliser des essais fonctionnels et à réduire le plus possible le besoin d'accéder à la chambre. Si plusieurs IUT sont soumis à l'essai simultanément, il est recommandé de les placer de manière à ce qu'ils reçoivent le même débit d'exposition de la ou des sources de rayonnement. Il convient de disposer les instruments soumis à l'essai de sorte qu'aucun IUT n'en protège un autre de la ou des sources de rayonnement.

Si des raccordements par câble à chacun des instruments soumis à l'essai sont nécessaires, ou si des instruments soumis à l'essai doivent être manipulés manuellement, il convient de placer les instruments soumis à l'essai à proximité immédiate d'un port d'accès à la chambre en fonction de la longueur de câble disponible ou de la portée. Certains instruments soumis à l'essai peuvent disposer d'affichages qui exigent une vérification visuelle au cours de l'essai fonctionnel et, par conséquent, nécessitent une surveillance par le personnel ou par vidéo.

Les sources peuvent être placées à l'intérieur de la chambre ou à l'extérieur, sous réserve que le débit d'exposition au rayonnement satisfasse aux exigences de la norme d'essai. Si les sources sont placées à l'intérieur de la chambre, il convient qu'elles soient suffisamment robustes pour les températures extrêmes. Il convient d'utiliser des gabarits, des montages ou des marquages pour permettre un positionnement cohérent de la source pour l'essai.

7.3 Choc de température

7.3.1 Exigences

Le cas échéant, les instruments doivent être capables de fonctionner pendant une durée définie par le fabricant à la suite de l'exposition à une variation rapide de température depuis la valeur nominale ($22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) jusqu'à la valeur de température supérieure ou inférieure et en sens inverse. Le temps nécessaire pour qu'un instrument devienne fonctionnel après chaque variation de température doit être indiqué par le fabricant. La norme spécifique à l'instrument peut indiquer un temps maximal si le fabricant ne fournit pas cette information.

NOTE Il est prévu que des instruments portatifs ou portés sur le corps soient exposés à des chocs de température. Les matériels installés et transportables, incluant les matériels transportables montés sur des plateformes de véhicule, ont généralement des masses thermiques relativement importantes, ce qui a pour conséquence une variation lente de température, même lorsque la variation de température ambiante est rapide.

7.3.2 Méthode d'essai

Configurer la chambre climatique comme indiqué dans l'IEC 60068-2-14, Variation de température.

Les relevés de l'instrument soumis à l'essai doivent être enregistrés à une température de $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. L'instrument soumis à l'essai doit ensuite être exposé à la température extrême (supérieure ou inférieure), la variation de température s'effectuant sur une durée de 5 min au plus. Il convient de maintenir l'instrument soumis à l'essai à cette température pendant au moins 2 h. Il convient de déterminer la durée effective (trempage) en fonction de la masse de l'instrument soumis à l'essai. Il se peut que des équipements générateurs de chaleur n'atteignent jamais l'équilibre thermique. Par conséquent, il convient de fournir dans la norme spécifique à l'instrument la durée minimale pour tous les intervalles de trempage. Il convient que les relevés soient obtenus à intervalles de temps spécifiés, par exemple toutes les 5 min.

A la fin de cette partie de l'essai, l'instrument soumis à l'essai doit être placé à une température de $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, la variation de température s'effectuant sur une durée de 5 min au plus, et maintenu à cette température pendant au moins 2 h ou pendant une durée déterminée en fonction de la masse de l'instrument soumis à l'essai. Il convient d'obtenir les relevés selon la même technique que celle décrite précédemment. Les essais de fonctionnalité doivent être définis dans la norme spécifique à l'instrument.

7.3.3 Recommandations de configuration

Voir 7.2.3.

7.4 Démarrage à basse/haute température

7.4.1 Exigences

Lorsqu'ils fonctionnent dans des environnements qui ne sont pas protégés contre les intempéries, les instruments doivent être capables de fonctionner lorsqu'ils sont mis sous tension à la limite de température froide ou chaude.

7.4.2 Méthode d'essai

Configurer la chambre climatique comme indiqué dans l'IEC 60068-2-1 (Froid) et l'IEC 60068-2-2 (Chaleur sèche).

L'instrument soumis à l'essai doit être placé dans la chambre climatique à une température de $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Lorsqu'il est prêt pour la mesure, mettre en marche l'instrument soumis à l'essai et vérifier la fonctionnalité conformément à la norme spécifique à l'instrument. L'instrument soumis à l'essai doit ensuite être mis hors tension.

La température doit ensuite être modifiée jusqu'à la limite de température inférieure à une vitesse ne dépassant pas $10\text{ °C}\cdot\text{h}^{-1}$. Laisser la température se stabiliser pendant 2 h au minimum ou pendant une durée suffisamment longue pour s'assurer que tous les composants parviennent à un équilibre thermique. Lorsque l'instrument soumis à l'essai est prêt pour la mesure, le mettre en marche et vérifier la fonctionnalité conformément à la norme spécifique à l'instrument.

Effectuer le même essai en partant de la température nominale et en allant jusqu'à la limite de température supérieure.

7.5 Humidité relative

7.5.1 Exigences

Les instruments conçus pour fonctionner dans des environnements climatiques non contrôlés doivent être capables de fonctionner à des niveaux d'humidité relative allant jusqu'à 93 % à des températures allant jusqu'à 35 °C .

Selon l'utilisation prévue et les exigences de fiabilité de fonctionnement, certains instruments peuvent exiger des essais supplémentaires afin de vérifier l'intégrité du boîtier ou de l'enveloppe. Cette vérification peut être effectuée en procédant à un essai lors duquel la température parcourt un cycle tout en maintenant des conditions d'humidité relative élevée (IEC 60068-2-38).

Si un instrument est utilisé dans un environnement maritime, il convient d'effectuer un essai au brouillard salin/à la brume (IEC 60068-2-52).

Pour certains instruments de détection de rayonnement, il peut être souhaitable de déterminer, de manière rapide, leur résistance aux effets négatifs de conditions de température/humidité élevées et froid intense. L'essai recommandé est disponible dans l'IEC 60068-2-38.

7.5.2 Méthode d'essai

Configurer la chambre climatique comme indiqué dans l'IEC 60068-2-66.

L'instrument soumis à l'essai doit être placé dans une chambre climatique à une température de $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et une humidité relative d'environ 65 % et être laissé se stabiliser pendant une durée minimale de 30 min. La température doit ensuite être augmentée à 35 °C à une vitesse ne dépassant pas $10\text{ °C}\cdot\text{h}^{-1}$. L'humidité relative doit ensuite être augmentée à $93\% \pm 5\%$ à une vitesse d'environ 10 % d'humidité relative par heure. Il convient d'observer l'instrument soumis à l'essai pendant la totalité de l'essai afin d'identifier les modifications de son fonctionnement susceptibles d'apparaître en conséquence de l'exposition à l'humidité. L'humidité relative et la température dans la chambre climatique doivent être maintenues pendant une durée minimale de 16 h. L'humidité relative doit ensuite être réduite à $40\% \pm 3\%$ à une vitesse d'environ 10 % d'humidité relative par heure, tout en maintenant la température à $+35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Après avoir attendu une durée minimale de 2 h pour parvenir à l'équilibre, la température et l'humidité doivent être ramenées aux conditions nominales aux vitesses de variation indiquées précédemment. Les essais de fonctionnalité doivent être définis dans la norme spécifique à l'instrument.

7.5.3 Recommandations de configuration

En plus des recommandations exposées en 7.2.3, il convient que les ouvertures et accès de connexion soient fermés pour l'essai d'humidité ou, si possible, dans leur configuration d'utilisation. Il s'agit, par exemple, du cache du compartiment de la batterie ou des ouvertures des connecteurs. Lors d'essais d'équipements modulaires, il convient de couvrir les connexions qui seraient normalement fermées à l'environnement ambiant. Il convient de remplacer toutes les étiquettes d'identification qui ont été compromises.

Les sources peuvent être placées à l'intérieur de la chambre ou à l'extérieur, sous réserve que le débit d'exposition au rayonnement satisfasse aux exigences de la norme d'essai. Si les sources sont placées à l'intérieur de la chambre, il convient qu'elles soient suffisamment robustes pour les niveaux d'humidité. Il convient d'utiliser des gabarits, des montages ou des marquages pour permettre un positionnement cohérent de la source pour l'essai.

7.6 Classification IP (degré de protection)

7.6.1 Exigences

Les enveloppes ou les boîtiers qui entourent les instruments ou les composants individuels d'un système pouvant être utilisé à des emplacements qui ne sont pas protégés contre les intempéries doivent être conçus pour satisfaire aux classifications IP, comme défini dans le Tableau 2.

7.6.2 Méthode d'essai

La méthode d'essai doit satisfaire aux exigences IP définies dans l'IEC 60529. Ces essais doivent inclure la poussière et l'humidité.

Pour les essais contre la poussière, configurer le système de poussière et l'instrument soumis à l'essai de la manière définie dans l'IEC 60068-2-68. Il convient d'utiliser le protocole d'essai La2 pour les instruments soumis à l'essai non installés avec une exposition à la poussière déterminée par la norme spécifique à l'instrument. La durée d'exposition classique pour les instruments soumis à l'essai non installés est de 1 h.

Pour les essais d'humidité des instruments non installés utilisés dans des environnements non protégés contre les intempéries, configurer le système d'humidité et l'instrument soumis à l'essai de la manière définie dans l'IEC 60529. Des informations supplémentaires sont disponibles dans l'IEC 60068-2-18. Toutes les faces doivent être exposées à la pulvérisation d'eau, en commençant par orienter directement la buse vers le centre de la face exposée. La buse de pulvérisation ou le dispositif doivent être déplacés pendant l'essai de telle sorte que le sens de l'eau varie entre $+60^\circ$ et -60° dans deux orientations orthogonales (haut, bas et d'une face à l'autre) par rapport à chacune des faces du dispositif. La durée de l'essai doit être de 1 min par m^2 , calculée selon la surface du dispositif, avec une durée minimale de 5 min.

Il n'est pas nécessaire de soumettre à l'essai la partie fixation d'un système d'instrument mobile installé dans un véhicule.

Pour les essais d'humidité des instruments installés utilisés dans des environnements non protégés contre les intempéries, configurer le système d'humidité et l'ensemble de détection de la manière définie dans l'IEC 60529. Des informations supplémentaires sont disponibles dans l'IEC 60068-2-18. Toutes les faces de l'ensemble de détection, à l'exception de la face inférieure, doivent être exposées à la pulvérisation d'eau, en commençant par orienter directement la buse vers le centre de la face exposée. La buse de pulvérisation, maintenue à 2 m de la surface de l'ensemble de détection, doit être déplacée pendant l'essai de telle sorte que le sens de l'eau varie entre $+60^\circ$ et -60° dans deux orientations orthogonales (haut, bas et d'une face à l'autre) par rapport à chacune des faces de l'ensemble de détection. (Voir Annexe A) La durée de l'essai doit être de 1 min par m^2 , calculée selon la surface de l'ensemble de détection, avec une durée minimale de 5 min.

Les portiques de détection des rayonnements ou instruments de type similaire montés sur une structure de base telle qu'une dalle de béton ou un véhicule n'exigent pas d'exposition à l'eau directement sur la plaque de base.

La fonctionnalité de l'instrument soumis à l'essai doit être vérifiée conformément à la norme spécifique à l'instrument.

7.6.3 Recommandations de configuration

Il convient que les ouvertures et accès de connexion soient fermés ou dans leur configuration d'utilisation. Il n'est pas recommandé de soumettre à l'essai les composants individuels d'un système modulaire.

Si plusieurs IUT sont soumis à l'essai dans une chambre, orienter les instruments soumis à l'essai aussi loin que possible les uns des autres pour permettre une circulation maximale de l'humidité ou de la poussière. Certaines chambres à poussière utilisent un vibreur pour agiter la poussière qui a tendance à s'accumuler le long des parois intérieures et des fenêtres, il peut donc être nécessaire de trouver un moyen de fixer les instruments soumis à l'essai afin d'éviter que les petits IUT ne bougent pendant l'essai.

Lorsque les essais d'humidité et de poussière des instruments soumis à l'essai sont terminés, sécher ou nettoyer l'IUT avant l'essai suivant. Remplacer toutes les étiquettes d'identification qui ont été compromises. Une documentation après essai avec photo peut être nécessaire. Il convient que l'image permette d'identifier les détails en gros plan des petits accès de connexion.

7.7 Autres environnements et installations de longue durée

7.7.1 Autres environnements – Recommandation

Les instruments de détection de rayonnement peuvent être installés dans des endroits présentant des taux d'humidité et des températures extrêmes et abritant de la moisissure (flore) et une faune invasive (des fourmis, par exemple). Il est recommandé aux utilisateurs d'évaluer les conditions d'installation prévues et d'ajouter des exigences de conception afin d'éviter toute dégradation de l'instrument après installation. Les recommandations nécessaires à l'élaboration des exigences appropriées et des méthodes d'essai associées peuvent être consultées dans l'IEC 60721-3-4. Des recommandations supplémentaires relatives à la flore et à la faune peuvent être consultées dans l'IEC 60721-2-7.

7.7.2 Installations de longue durée – Recommandation

Certains effets observables sur des instruments installés après une utilisation de longue durée ont permis d'identifier la pénétration d'humidité dans le détecteur. La vérification de la sensibilité est difficile à quantifier à l'aide des exigences et des méthodes d'essai indiquées dans le cadre d'une norme relative aux exigences de performances normales (le présent document et les normes spécifiques à l'instrument, par exemple). A des fins de confiance en la conception de l'enveloppe de l'ensemble de détection, un essai de type est recommandé. Il convient de procéder à l'essai de type sur un ensemble de détection classique ne nécessitant pas d'inclure les détecteurs. Il convient que la configuration utilisée intègre les joints d'étanchéité et tous les passages pour les connexions électriques. La méthode d'essai repose sur une condition d'humidité cyclique, visant à accélérer la contrainte que pourraient entraîner les variations de température, d'humidité relative et de rayonnement solaire/ultraviolet sur le matériau de l'enveloppe.

7.7.3 Méthode d'essai recommandée

Obtenir 2 ou 3 enveloppes d'ensemble de détection, configurées comme elles le seraient pour un système normal, c'est-à-dire avec des joints d'étanchéité, des aérations étanches et des passages de câbles (en prévoyant des moyens d'empêcher toute pénétration d'humidité), mais sans détecteurs individuels. En premier lieu, soumettre chaque enveloppe à un essai d'humidité, comme défini en 7.6, afin de vérifier que l'humidité n'y pénètre pas. Si l'enveloppe est acceptable, exécuter 4 cycles de la procédure Sa 2, cycle de 24 h composé de 20 h d'irradiation et de 4 h d'obscurité, conformément à l'IEC 60068-2-5. A l'issue, répéter le 7.6 et procéder à un examen, si nécessaire.

8 Exigences mécaniques

8.1 Généralités

Les instruments peuvent consister en plusieurs composants constituant un système, par exemple un système de dosimétrie comporte le lecteur et les dosimètres individuels. Un moniteur de portique peut inclure un ensemble de détection et un ensemble de contrôle. Les composants individuels peuvent être exposés à des environnements différents. Le choix des exigences mécaniques doit tenir compte des conditions prévues d'utilisation de chaque composant. Un récapitulatif des exigences est présenté dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Exigences mécaniques

Influence	Type d'instrument	Niveau
Chute	Porté sur le corps	1 m sur du béton
	Portatif	30 cm sur du bois
Vibration	Non installé	0,01 $\text{g}^2 \cdot \text{Hz}^{-1}$ à partir de 5 Hz à 500 Hz
	Installé	0,5 g_n de 10 Hz à 150 Hz
	Mobile	1 $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$ de 10 Hz à 200 Hz et 0,3 $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$ de 200 Hz à 500 Hz
Effet microphonique/impact	Portatif et porté sur le corps	0,2 J
	Tous les autres	1,0 J
Choc mécanique	Non installé	50 g à 11 ms

8.2 Chute

8.2.1 Exigences

Les instruments portés sur le corps et de type sac à dos doivent continuer à fonctionner correctement après avoir fait une chute d'une hauteur de 1 m sur une surface en béton, sur chacune de leurs six faces. Les dispositifs portatifs externes utilisés à des fins d'indication, tels que les téléphones mobiles et les tablettes, sont exclus de l'essai de chute.

Les instruments qu'il est nécessaire de transporter dans des boîtiers protecteurs doivent fonctionner correctement après avoir fait une chute d'une hauteur de 1 m sur une surface en béton, dans leur boîtier de livraison, sur chaque face. Les instruments portatifs doivent continuer à fonctionner correctement après avoir fait une chute d'une hauteur de 30 cm sur une surface en bois dur, selon une orientation de fonctionnement normale.

Il n'existe pas d'exigences concernant les chutes pour les instruments installés, mobiles et transportables.

8.2.2 Méthode d'essai

Un essai de fonctionnalité doit être effectué avant et après chaque essai de chute, conformément à la norme spécifique à l'instrument. Les chutes doivent être effectuées selon une méthode garantissant qu'une seule face soit exposée à la chute.

8.2.3 Recommandations de configuration

Il convient de configurer l'instrument soumis à l'essai comme il le serait en cours d'utilisation. Il convient que la technique de chute soit reproductible par l'utilisation d'un système de positionnement, de gabarits ou de supports, si cela est admis. Certaines normes admettent le rebond.

Si la norme exige que l'instrument soumis à l'essai ne bascule pas, la méthode utilisée pour éviter le basculement de l'IUT après l'essai de chute doit être conçue de manière à permettre à l'instrument soumis à l'essai de tomber librement sans rotation. Préparer un large espace en cas d'utilisation de la méthode de chute libre, de sorte que les instruments soumis à l'essai n'entrent pas en collision avec des objets immobiles. Enlever les étiquettes qui marquent chaque face lorsque l'essai est terminé sur la face concernée aide à garder une trace des faces pour lesquelles l'essai a été effectué.

8.3 Essai de vibration

8.3.1 Exigences pour les instruments portatifs, portés sur le corps, de type sac à dos et transportables

8.3.1.1 Généralités

L'instrument soumis à l'essai doit résister à une exposition à des environnements à vibrations aléatoires en utilisant une densité spectrale de $0,01 \text{ g}^2 \cdot \text{Hz}^{-1}$ avec des points d'extrémité de 5 Hz et 500 Hz. L'exposition aux vibrations ne doit pas modifier l'état physique et la fonctionnalité de l'instrument soumis à l'essai (par exemple, les jonctions de soudure doivent tenir, les écrous et les boulons ne doivent pas se desserrer).

8.3.1.2 Recommandations générales de configuration

Avant de procéder à l'essai de vibration, il convient d'établir la définition des axes de l'instrument soumis à l'essai, pour chacun des trois axes mutuellement perpendiculaires ou conformément à la norme (voir Annexe A). Il convient de représenter ces orientations dans l'enregistrement de l'essai.

Si des gabarits de montage sont disponibles, il convient de les utiliser pour monter l'IUT pendant l'essai. Si aucun gabarit n'est disponible, consultez le fabricant de l'instrument soumis à l'essai au sujet de la méthode de montage privilégiée pour l'instrument soumis à l'essai.

Dans le cas d'essais sur des composants individuels d'un système modulaire, il convient de monter chaque composant sur la table vibrante comme il le serait sur le terrain en utilisant la même technique de montage (par exemple, amortisseurs, traversées).

8.3.1.3 Méthode d'essai

Configurer le système de vibrations et l'instrument soumis à l'essai (c'est-à-dire le dispositif en essai) de la manière définie dans l'IEC 60068-2-64.

Procéder à un examen visuel et vérifier que l'instrument soumis à l'essai fonctionne correctement, conformément à la norme spécifique à l'instrument. Soumettre l'IUT à une vibration aléatoire à $0,01 \text{ g}^2 \cdot \text{Hz}^{-1}$ (densité spectrale) en utilisant 5 Hz et 500 Hz pour les points d'extrémité de fréquence pendant 1 h dans chacune des trois orientations orthogonales. Après chaque intervalle de vibrations de 1 h, effectuer un essai de fonctionnalité conformément à la norme spécifique à l'instrument.

Après l'essai, contrôler les dégradations mécaniques et les composants desserrés de l'instrument soumis à l'essai.

8.3.2 Exigences pour les instruments installés

8.3.2.1 Généralités

Les instruments ou les composants pouvant être exposés à des vibrations (provenant par exemple du mouvement d'équipements lourds, de véhicules, etc.) doivent fonctionner normalement lorsqu'ils sont exposés à des vibrations allant jusqu'à $0,5 \text{ g}_n$, sur une plage de fréquences allant de 10 Hz à 150 Hz. Il convient que l'exposition ne modifie pas l'état physique du composant ou de l'instrument (par exemple, les jonctions de soudure doivent tenir, les écrous et les boulons ne doivent pas se desserrer). L'instrument doit fonctionner correctement, conformément à la norme spécifique à l'instrument, pendant toute l'exposition aux vibrations et après l'essai.