

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Hand-held instruments for the detection and identification of radionuclides and for the estimation of ambient dose equivalent rate from photon radiation

Instrumentation pour la radioprotection – Instruments portables pour la détection et l'identification des radionucléides et pour l'estimation du débit d'équivalent de dose ambiant pour le rayonnement de photons

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62327:2017



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 – Hand-held instruments for the detection and identification of radionuclides and for the estimation of ambient dose equivalent rate from photon radiation

Instrumentation pour la radioprotection – Instruments portables pour la détection et l'identification des radionucléides et pour l'estimation du débit d'équivalent de dose ambiant pour le rayonnement de photons

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.280

ISBN 978-2-8322-7940-3

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	11
3.3 Quantities and units	12
4 General characteristics and requirements	12
4.1 General.....	12
4.2 Radiation detectors	12
4.3 Personal protection alarm	12
4.3.1 Requirements	12
4.3.2 Method of test.....	12
4.4 Stabilization time	13
4.4.1 Requirements	13
4.4.2 Method of test.....	13
4.5 Power supplies – battery.....	13
4.5.1 Requirements	13
4.5.2 Method of test.....	13
4.6 Markings	14
4.7 Communication interface.....	14
4.7.1 Requirements	14
4.7.2 Method of test.....	14
4.8 Data.....	14
4.8.1 Requirements	14
4.8.2 Method of test.....	15
5 General test procedures	15
5.1 Nature of test.....	15
5.2 Statistical fluctuations	15
5.3 Standard test conditions	15
5.4 Functionality test.....	16
5.4.1 General	16
5.4.2 Pre-test measurements.....	16
5.4.3 Intermediate measurements.....	16
5.4.4 Post-test measurements	16
6 Radiation detection requirements	17
6.1 Ambient dose equivalent rate	17
6.1.1 Requirements	17
6.1.2 Method of test.....	17
6.2 Gamma source localization	17
6.2.1 Requirements	17
6.2.2 Method of test.....	17
6.3 Over-range characteristics for ambient dose equivalent rate	18
6.3.1 Requirements	18
6.3.2 Method of test.....	18

6.4	Neutron detection	18
6.4.1	Requirements	18
6.4.2	Method of test.....	19
6.5	Neutron indication in the presence of photons.....	19
6.5.1	Requirements	19
6.5.2	Method of test.....	19
6.6	Radionuclide identification	20
6.6.1	Radionuclide identification library	20
6.6.2	Identification results	20
6.6.3	Radionuclide and radioactive material identification.....	21
6.6.4	Identification of mixed radioactive materials.....	22
7	Environmental requirements	23
7.1	General.....	23
7.2	Ambient temperature.....	23
7.2.1	Requirements	23
7.2.2	Method of test.....	23
7.3	Temperature shock	23
7.3.1	Requirements	23
7.3.2	Method of test.....	24
7.4	Relative humidity	24
7.4.1	Requirements	24
7.4.2	Method of test.....	24
7.5	Low/high temperature start-up	24
7.5.1	Requirements	24
7.5.2	Method of test.....	25
7.6	Moisture and dust protection	25
7.6.1	Requirements	25
7.6.2	Method of test – dust	25
7.6.3	Method of test – moisture	25
8	Mechanical requirements	26
8.1	General.....	26
8.2	Vibration	26
8.2.1	Requirements	26
8.2.2	Method of test.....	26
8.3	Mechanical shock	26
8.3.1	Requirements	26
8.3.2	Method of test.....	26
8.4	Impact (microphonics).....	26
8.4.1	Requirements	26
8.4.2	Method of test.....	27
9	Electromagnetic requirements	27
9.1	General.....	27
9.2	Electrostatic Discharge (ESD).....	27
9.2.1	Requirements	27
9.2.2	Method of test.....	27
9.3	Radio Frequency (RF).....	27
9.3.1	Requirements	27
9.3.2	Method of test.....	27
9.4	Radiated RF emissions	28

9.4.1	Requirements	28
9.4.2	Method of test.....	28
9.5	Conducted disturbances.....	28
9.5.1	Requirements	28
9.5.2	Method of test.....	29
9.6	Magnetic fields.....	29
9.6.1	Requirements	29
9.6.2	Method of test.....	29
10	Documentation	29
10.1	Operation and maintenance manual.....	29
10.2	Test certificate	30
10.3	Declaration of conformity	30
	Bibliography.....	33
	Table 1 – IEC standards concerning instruments for the detection of illicit trafficking of radioactive material	7
	Table 2 – Standard test conditions.....	15
	Table 3 – Test result analysis	17
	Table 4 – Radionuclide library.....	20
	Table 5 – Guidance regarding identification performance.....	22
	Table 6 – List of likely daughters and possible impurities.....	22
	Table 7 – Emission frequency limits.....	28
	Table 8 – Summary of performance requirements.....	31

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62327:2017

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
HAND-HELD INSTRUMENTS FOR THE DETECTION AND IDENTIFICATION
OF RADIONUCLIDES AND FOR THE ESTIMATION OF AMBIENT DOSE
EQUIVALENT RATE FROM PHOTON RADIATION**

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 62327 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 of IEC 62327, issued in 2006. It constitutes a technical revision.

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

- a) addition of detailed methods of test;
- b) revised identification test acceptance criteria for environmental tests;
- c) changed format to match SC 45B template.

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

FDIS	Report on voting
45B/882/FDIS	45B/887/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.

A bilingual version of this publication may be issued at a later date.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62327:2017

INTRODUCTION

Illicit and inadvertent movement of radioactive materials in the form of radiation sources and contaminated metallurgical scrap has become a problem of increasing importance. Radioactive sources out of regulatory control, so-called “orphan sources”, have frequently caused serious radiation exposures and widespread contamination. Although illicit trafficking in nuclear and other radioactive materials is not a new phenomenon, concern about a nuclear “black market” has increased in the last few years particularly in view of its terrorist potential.

In response to the technical policy of the International Atomic Energy Agency (IAEA), the World Customs Organization (WCO) and the International Criminal Police Organization (Interpol) related to the detection and identification of special nuclear materials and security trends, nuclear instrumentation companies are developing and manufacturing radiation instrumentation to assist in the detection of illicit movement of radioactive and special nuclear materials. This type of instrumentation is widely used for security purposes at nuclear facilities, border control checkpoints, and international seaports and airports. However, to ensure that measurement results made at different locations are consistent, it is imperative that radiation instrumentation be designed to rigorous specifications based upon agreed performance requirements stated in this document. IEC standards have also been developed to address personal radiation detectors, radiation portal monitors, highly sensitive gamma and neutron detection systems, spectrometric personal radiation detectors, and backpack-based radiation detection and identification systems. Table 1 below contains a list of those standards.

Table 1 – IEC standards concerning instruments for the detection of illicit trafficking of radioactive material

Type of instrumentation	IEC number	Title of the standard
Body-worn	62401	Radiation protection instrumentation – Alarming Personal Radiation Devices (PRDs) for the detection of illicit trafficking of radioactive material
	62618	Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-Based Alarming Personal Radiation Devices (SPRD) for detection of illicit trafficking of radioactive material
	62694	Radiation protection instrumentation – Backpack-type radiation detector (BRD) for detection of illicit trafficking of radioactive material
Portable or hand-held	62327	Radiation protection instrumentation – Hand-held instruments for the detection and identification of radionuclides and for the estimation of ambient dose equivalent rate from photon radiation
	62533	Radiation protection instrumentation – Highly sensitive hand-held instruments for photon detection of radioactive material
	62534	Radiation protection instrumentation – Highly sensitive hand-held instruments for neutron detection of radioactive material
Portal	62244	Radiation protection instrumentation – Installed radiation portal monitors (RPMs) for the detection of illicit trafficking of radioactive and nuclear materials
	62484	Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification of illicit trafficking of radioactive material
Data format	62755	Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – HAND-HELD INSTRUMENTS FOR THE DETECTION AND IDENTIFICATION OF RADIONUCLIDES AND FOR THE ESTIMATION OF AMBIENT DOSE EQUIVALENT RATE FROM PHOTON RADIATION

1 Scope

This document applies to hand-held instruments used to detect and identify radionuclides and radioactive material, to estimate ambient dose equivalent rate from photon radiation, and optionally, to detect neutron radiation. They are commonly known as radionuclide identification devices or RIDs.

This document specifies general characteristics, general test procedures, radiation characteristics, as well as electrical, mechanical, safety, and environmental characteristics.

This document does not cover laboratory type, high-resolution photon spectrometers, or instruments covered by IEC 60846-1 (Portable workplace and environmental meters and monitors), IEC 60846-2 (photon dose (rate) meters) or IEC 61005 (neutron dose equivalent (rate) meters).

Table 8 provides a summary of requirements and relevant clauses.

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 60068-2-11, *Basic environmental testing procedures – Part 2 -11: Tests – Test Ka: Salt mist*

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 60068-2-27:2008, *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 60846-1, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors*

IEC 60846-2, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61005, *Radiation protection instrumentation – Neutron ambient dose equivalent (rate) meters*

IEC 61187, *Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

IEC 62706, *Radiation protection instrumentation – Environmental, electromagnetic and mechanical performance requirements*

IEC 62755, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials*

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

3.1 Terms and definitions

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

acceptance test

contractual test to prove to the customer that a device meets certain conditions of its specification

3.1.2

alarm

audible, visual, or other signal activated when the reading exceeds a pre-set value or falls outside a pre-set range

3.1.3

ambient dose equivalent (rate)

dose equivalent (rate) at a point in a radiation field, produced by the corresponding aligned and expanded field, in the ICRU sphere at a depth d , on the radius opposing the direction of the aligned field

Note 1 to entry: This definition does not include the notes that are part of definition IEC 60050-395:2014, 395-05-43.

3.1.4

background

radiation field in which there are no external sources present other than those in the natural radiation field at the location of the measurements

3.1.5

coefficient of variation

ratio of the standard deviation s to the arithmetic mean $\bar{x}$ of a set of n measurements x_i given by the following formula:

$$COV = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3.1.6

confidence indicator

typically a numeric value assigned to a radionuclide identification result as to whether the identified radionuclide is present

3.1.7

conventionally true value

best estimate of the true value of a radiation field or source used for testing or calibration of equipment

3.1.8

error of indication

difference between the indicated value v of a quantity and the conventionally true value, CTV , of that quantity at the point of measurement

3.1.9

integration time

length of time used for collection of data to obtain a result

3.1.10

reference point

location marked on the instrument or described in the manual, used to establish radiation source-to-instrument distances and orientation for calibration or test purposes

3.1.11

relative intrinsic error

ϵ_{REL}

difference between the instrument's reading, M , and the conventionally true value, CTV , of the quantity being measured divided by the conventionally true value when subjected to a specified reference quantity under specified reference conditions as given by the formula:

$$\varepsilon_{\text{REL}} = \frac{M - CTV}{CTV}$$

3.1.12**restricted mode**

operating mode used to access spectral data and to control the parameters that can affect the result of a measurement (for example: radionuclide library, routine function control, calibration parameters, alarm thresholds, etc.)

Note 1 to entry: May also be called expert mode.

Note 2 to entry: Access to this mode should be limited through password protection or other similar methods.

3.1.13**routine mode**

operating mode that includes detection and identification of radionuclides, and estimation of the ambient dose equivalent rate

Note 1 to entry: May also be called easy mode.

3.1.14**stabilization time**

duration, measured from the initial application of power, required for an instrument to indicate that it is operational

3.1.15**type test**

conformity test on one or more specimens of a product representative of the production

3.1.16**uncertainty** <of measurement>

parameter, associated with the result of a measurement, that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand

Note 1 to entry: Uncertainty of measurement comprises, in general, many components. Some of these components may be evaluated from statistical distribution of the results of series of measurements and can be characterized by experimental standard deviations. The other components, which can also be characterized by experimental standard deviations, are evaluated from assumed probability distributions based on experience or other information.

Note 2 to entry: It is understood that the result of the measurement is the best estimate of the value of the measurand and that all components of uncertainty, including those arising from systematic effects, such as components associated with corrections and reference standards, contribute to the dispersion.

3.2 Abbreviated terms and symbols

COV	coefficient of variation
ESD	electrostatic discharge
DU	depleted uranium
HEU	highly enriched uranium
ICRU	International Commission on Radiation Units
lx	lux
NORM	naturally occurring radioactive material
RF	radio frequency
RGPu	reactor grade plutonium
RH	relative humidity
RID	radionuclide identification device
WGPu	weapons grade plutonium

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.

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), $0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$.

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

4 General characteristics and requirements

4.1 General

RIDs are used for the detection, localization, and identification of radioactive material and for estimation of the ambient dose equivalent rate. They are hand-held, battery-powered instruments most commonly used for the detection and identification of illicit trafficking of radioactive material. They typically measure the photon energy spectrum and identify the radionuclide by comparison with an internal radionuclide library. RIDs may also detect neutrons.

The following are important design features:

- a display that is readable in low light ($< 150 \text{ lx}$) and bright light ($> 10\,000 \text{ lx}$) conditions,
- user friendly controls, a menu structure that is simple and easy to follow, restricted access to critical operating parameters, and switches and other controls that minimize or prevent inadvertent operation.

NOTE During the development of this document, a desire for a RID to provide a simple user display for identification results was noted. The display discussed would provide identification results in the form of, for example, a green or red display to indicate that the radionuclide(s) identified was either not of interest or of possible interest, respectively. At the time of this revision, no specific functional requirements had been established. Requirements for the capability may be part of future revisions of this document.

4.2 Radiation detectors

RIDs may use multiple detectors to detect gamma radiation, identify radionuclides, and detect neutrons.

4.3 Personal protection alarm

4.3.1 Requirements

An alarm shall be provided to alert the user that the ambient gamma dose equivalent rate is above a threshold level. The alarm threshold shall be adjustable through the restricted mode. The alarm shall be both audible and visual with an "acknowledge" or other similar control to silence the audible function. It shall not be possible to deactivate both audible and visual indicators at the same time.

4.3.2 Method of test

- Following the instructions provided by the manufacturer, set the personal protection alarm to activate at for example, $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$.

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

- b) Expose the RID to a gamma source that provides an ambient dose equivalent rate reading 30 % above the alarm setting and verify the RID alarms.
- c) While exposed to the radiation field, verify the alarm can be acknowledged. Access the RID menu to verify that it is not possible to disable both the audible and visual alarm indications simultaneously.

4.4 Stabilization time

4.4.1 Requirements

The manufacturer shall state the time required for the RID to become fully functional, i.e., to provide an indication of the ambient dose equivalent rate, be able to perform an identification, and detect neutrons, if applicable. The maximum time shall be less than 5 min from shutdown state or stand-by status (e.g., mechanically cooled detectors).

4.4.2 Method of test

Immediately after the manufacturer-stated stabilization time or within 5 min from switching the RID on either from shutdown state or stand-by status, expose the RID to ^{137}Cs producing an ambient dose equivalent rate of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) above the background at the reference point of the RID and perform an identification. If the RID can detect neutrons, expose the RID to a neutron source moderated by high density polyethylene having a wall thickness of 4 cm.

The requirement is met if the RID is operational within 5 min of power-on as determined by providing an indication of the ambient dose equivalent rate, being able to perform an identification, and indicating the presence of neutrons, if neutron detection is provided.

4.5 Power supplies – battery

4.5.1 Requirements

The RID shall provide a visible indication of the battery condition, shall be able to detect and identify radionuclides, indicate ambient dose equivalent rate, and indicate the presence of neutrons (when applicable) for a minimum of 5 h under standard test conditions without indicating a low battery condition. The manufacturer shall also state the estimated operating time using the recommended battery(s) at standard test conditions as defined in Table 2 and at -20°C .

NOTE When operated at low temperatures, the capacity of most types of batteries significantly decreases.

4.5.2 Method of test

Following the manual, verify that the manufacturer provided the expected continuous operating time using the recommended batteries at standard test temperature conditions and at -20°C , and that the display includes a battery status indication.

Ensure the batteries are new or that rechargeable batteries are fully charged and after allowing the RID to stabilize in standard test conditions, perform a radionuclide identification using ^{137}Cs , and if applicable, expose the RID to a moderated neutron source as defined in 4.4.2. Record the results, including the indicated ambient dose equivalent rate with the source present and the neutron count rate, if provided. Repeat the process each hour for a total of 5 h. At the end of the 5 h period, perform another radionuclide identification and neutron response test, if applicable, with the same sources in the same position, and verify that the low battery indicator is not displayed.

The requirement is met when a low battery condition is not displayed and the RID is able to perform an identification with the same results, indicate the ambient dose equivalent rate with the source present within $\pm 30 \%$ of the initial value, and if applicable, indicate the presence of neutrons. If a neutron count rate was provided, the count rate shall be within $\pm 30 \%$ of the initial value.

4.6 Markings

All external controls, displays, and adjustments shall be identified according to their function. The following markings shall appear on the exterior of the RID or each major assembly (for example, detector probes) as appropriate:

- manufacturer and model number,
- serial number,
- location of the reference point(s), and
- function designation for controls, switches, and adjustments.

Markings shall be easily readable and permanently fixed under normal conditions of use including use of decontamination procedures (e.g., water and mild non-abrasive detergent).

4.7 Communication interface

4.7.1 Requirements

RIDs shall have the ability to transfer data to an external device, such as a computer. The transfer interface shall be fully described in the manual and should use a communications port that meets the requirements of Ethernet, USB, wireless, or other electronic means such as a removable media device. Consideration should be given to data security when using wireless data transfer techniques. The naming convention used for each file shall be defined in the manual.

4.7.2 Method of test

Following the manual, perform an identification and transfer the identification results to verify the RID can transfer data to an external device and that the transfer interface is described in the manual including the naming convention used for each file.

4.8 Data

4.8.1 Requirements

The RID shall have the ability to internally store at least 10 complete identification data files. Files produced as a data record for analysis should be in the format as specified by IEC 62755 and shall contain the following information as a minimum:

- RID manufacturer name, model, and serial number
- software and firmware version numbers
- gamma detector kind (e.g., NaI, LaBr, CZT, HPGe)
- date and time of measurement
- measured gamma-ray radiation level (e.g., ambient dose equivalent rate)
- background spectrum
- live time and real time for background spectrum
- measured spectrum
- live time and real time for measured spectrum
- energy calibration for the background and measured spectrum
- radionuclide identification results
- confidence indicator for radionuclide identification

If the RID has neutron detection capabilities, the data file shall include the following information:

- neutron detector kind (e.g., ^3He , Li-glass)

- measured neutron radiation levels (e.g., count rate).

4.8.2 Method of test

Verify the requirement by performing 10 radionuclide identifications. If the RID is equipped with a neutron detector, also expose the RID to a neutron source. When complete, transfer the stored results to a computer. On the computer, verify that each data file contains the information listed in the requirements and meets the data format requirements stated in IEC 62755.

5 General test procedures

5.1 Nature of test

Unless otherwise specified in the individual steps, all tests included in this document may be considered type tests. Certain tests may be considered acceptance tests by agreement between the customer and the manufacturer.

5.2 Statistical fluctuations

For the tests stated in Clauses 7, 8, and 9, the magnitude of the statistical fluctuations of the numerical indication arising from the random nature of radiation alone may be a significant fraction of the variation of the indication permitted in the test. The coefficient of variation (COV) for each mean reading should be less than or equal to 12 %.

The value of 12 % is chosen to help determine the results of a test when a series of readings and the associated mean are required for comparison purposes. Because RIDs tend to operate at low radiation levels meaning that testing should be done at similar radiation levels, it may be difficult to obtain COVs that are < 12 %. Processes such as increasing the applied radiation levels to an extent will typically reduce the COV to an acceptable level for the gamma detector, but the same may not occur for the neutron detector. The number of trials can also be increased, but that is an iterative process that may cause the number of readings to increase to an unreasonable amount and possibly hide the overall erratic nature of the RID under test.

The time interval between each reading shall be sufficient to ensure that the readings are independent. The time interval selected is dependent on the integration time of the RID and the update time of the display.

5.3 Standard test conditions

Except where otherwise specified, tests should be carried out under the standard test conditions shown in Table 2.

Table 2 – Standard test conditions

Influence quantity	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Ambient temperature	18 °C to 25 °C
Relative humidity	≤ 75 %
Atmospheric pressure	70 kPa to 106,6 kPa
Gamma radiation background	Less than ambient dose equivalent rate of 0,15 µSv h ⁻¹
Neutron radiation background	Less than 200 s ⁻¹ ·m ⁻²

5.4 Functionality test

5.4.1 General

The test methods and associated data collection requirements found in Clauses 7, 8 and 9 are stated in 5.4.2 through 5.4.4. They are used to verify the capability of a RID and not to estimate detection or identification probability and confidence in those estimates. Table 3 provides the techniques for analyzing test results.

5.4.2 Pre-test measurements

- a) With the RID in position for test, expose it to a gamma and neutron radiation field using ^{133}Ba and ^{60}Co (or sources that emit low and high energy gamma rays) simultaneously, and a neutron source (when applicable). Source positions shall be marked or otherwise noted to ensure repeatability during test measurements.
- b) Record a minimum of 10 readings (e.g., ambient dose equivalent rates, count rates) with the source(s) present. For RIDs with neutron detectors, if the count rate is not provided, the RID shall indicate the presence of neutrons.
- c) Perform a series of 10 radionuclide identifications with the gamma sources present, and record the identification results including the confidence indicators. Collect at least one spectrum from the 10-trial series. Remove the sources.
- d) Calculate and record the mean, standard deviation, and COV for the series of measurements. See 5.2, if needed, for additional information regarding the determination of the COV.
- e) Establish the radiation response acceptance range (e.g., ambient dose equivalent rate, count rate) as $\pm 15\%$ of the calculated mean.

5.4.3 Intermediate measurements

- a) While radioactive sources are not present, observe the RID and record any alarms, identifications or spurious indications.
- b) To perform source testing, reposition each test source as needed per 5.4.2.
- c) Record the same number of readings used for 5.4.2 (e.g., ambient dose equivalent rates, count rates, or alarm function) with the source(s) present.
- d) Perform a series of 10 radionuclide identifications and record the identification results including the confidence indicators. Collect at least one spectrum from the 10-trial series. Remove the sources.
- e) Calculate and record the mean, standard deviation, and COV for the measurement data.

5.4.4 Post-test measurements

- a) Reposition each test source as needed per 5.4.2.
- b) Record the same number of readings used for 5.4.2 (e.g., ambient dose equivalent rates, count rates, alarm function) with the source(s) present.
- c) Perform a series of 10 radionuclide identifications and record the identification results including the confidence indicators. Collect at least one spectrum from the 10-trial series. Remove the sources.
- d) Calculate and record the mean, standard deviation, and COV for the measurement data.

Table 3 – Test result analysis

Verification test	Analysis technique
Functionality	The results are acceptable if there are no unexpected alarms or fault indications during the test
Identification results	The identification results are acceptable if there are complete and correct results in 9 out of 10 trials at each test point.
Radiation response	The mean response at each test point shall be within the acceptance range of $\pm 15\%$ and the COV should be less than 12 %.

6 Radiation detection requirements

6.1 Ambient dose equivalent rate

6.1.1 Requirements

Under standard test conditions, the relative intrinsic error of the response of the RID to the photon radiation from ^{241}Am , ^{137}Cs , and ^{60}Co shall not be greater than $\pm 30\%$ for all ambient dose equivalent rates from $1\ \mu\text{Sv h}^{-1}$ up to the manufacturer-stated maximum ambient dose equivalent rate. If the manufacturer states that the RID can be used for photon radiation protection purposes, it shall meet the requirements stated in IEC 60846-1 or IEC 60846-2.

6.1.2 Method of test

Expose the RID to ambient dose equivalent rates of $1\ \mu\text{Sv h}^{-1}$, $10\ \mu\text{Sv h}^{-1}$, and 70 % of the manufacturer-stated maximum ambient dose equivalent rate range from each of the required radionuclides at the reference point and verify that the readings are within $\pm 30\%$ of the applied ambient dose equivalent rate.

6.2 Gamma source localization

6.2.1 Requirements

While attempting to localize (or search for) a radiation source, RIDs shall provide an indication when the radiation field changes. Indication should include audible tones, visible display using a moving chart, or changes to a numerical value.

6.2.2 Method of test

The requirement is verified using ^{241}Am , ^{137}Cs , and ^{60}Co moving at a speed of $0,5\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\pm 10\%$) producing a radiation field of $0,5\ \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 20\%$) above background at the reference point of the RID at the distance of closest approach to the source (or test point) of 1 m.

The distance of closest approach may vary between 1 m and 2 m to allow for variability in source activity. If the distance of closest approach, d (expressed in m), is not 1 m the passage speed v (expressed in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) shall be adjusted using:

$$v = v_0 \times d/d_0$$

where $v_0 = 0,5\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ and $d_0 = 1\ \text{m}$.

During testing, the source or RID shall be moved from a position where the source is not detectable, through the test point, to a position where the source is again not detectable. A controlled linear motion system is recommended. The RID's orientation with respect to the source for this test shall be the same as the orientation when performing a scan and shall be described in the test record.

- a) Establish the source-to-detector distance that provides an ambient dose equivalent rate of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 20 \%$) above background at the reference point of the RID using ^{241}Am , ^{137}Cs , and ^{60}Co .

The following steps are based on the source moving with the RID stationary.

- b) Using the ^{137}Cs source, when the RID is ready and operating as it would for search or scan, move the ^{137}Cs source through the test point at a speed of $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \pm 10 \%$ or at the determined speed.
- c) As the source approaches the test point, continuously observe the RID's response and record whether it provides an indication(s) of the increased radiation field. It is acceptable for an alarm or indication to occur as the source approaches the RID. The indication or alarm shall activate no later than 1 s after the source passes through the test point (point of closest approach to the reference point).
- d) Acknowledge the alarm (if applicable) and repeat the process nine additional times with a minimum of 10 s between each trial. Acceptable results are when an indication or alarm is activated as described in 6.2.1 in at least 9 out of 10 trials.

NOTE This requirement is meant to demonstrate the capability of the RID, not to estimate detection probability and confidence in those estimates.

- e) Repeat the entire process using ^{241}Am and ^{60}Co .

6.3 Over-range characteristics for ambient dose equivalent rate

6.3.1 Requirements

RIDs shall indicate that an over-range condition exists when the ambient dose equivalent rate is greater than the manufacturer-stated maximum ambient dose equivalent rate. The indicators for over range conditions must be clearly visible and/or audible, and be different than that provided for gamma source localization as required in 6.2.

6.3.2 Method of test

- a) Using ^{137}Cs , perform a single identification in accordance with the method of test found in 6.6.3.2.
- b) Using ^{137}Cs , expose the RID to an ambient dose equivalent rate that is 1,5 times that of the manufacturer-stated maximum ambient dose equivalent rate for 5 min.
- c) The RID shall indicate that an over-range condition exists within 5 s of the step change and shall remain in that condition for the entire 5 min exposure period.
- d) After the 5-min exposure, reduce the radiation field to the pre-test value. The RID shall operate normally within 5 min.
- e) To verify that no changes took place as a result of the test, repeat a) and verify the RID identifies the radionuclide used in the initial test.

6.4 Neutron detection

6.4.1 Requirements

RIDs that have neutron detection capabilities shall alarm or provide an indication when the neutron radiation field changes from ambient to that with a neutron source present within a time of 2 s after the RID passes through the test point. The neutron alarm or indicator shall be different than the personal protection alarm.

This requirement is verified using a ^{252}Cf source having an emission rate of 2×10^4 ($\pm 20 \%$) neutron s^{-1} that is surrounded by a spherical high-density polyethylene ($0,93$ to $0,97 \text{ g/cm}^3$) moderator having a wall thickness of 4 cm and an inner cavity diameter not larger than 3 cm.

The point of closest approach of the source assembly shall be 25 cm from centre of the neutron source placed in the centre of the sphere to the reference point of the neutron detector. This is the test point.

If the manufacturer states that the RID can be used for neutron radiation protection purposes, it shall meet the requirements stated in IEC 61005.

6.4.2 Method of test

The neutron source assembly or RID shall be moved from a position where the source is not detectable, through the test point, to a position where the source is again not detectable. A controlled linear motion system is recommended.

The RID's orientation with respect to the source assembly for this test shall be the same as the orientation when performing a scan and shall be described in the test record.

The source assembly and the RID shall be at least 1 m from the ground or floor and 2 m from any other item or surface (e.g., storage cabinets, walls) to reduce scatter. Support material such as the source/source assembly holder shall not make use of hydrogenous material (e.g., foam, plastic). Hand phantoms used to simulate a person holding the RID are permitted and should be provided by the manufacturer.

The following steps are based on the neutron source assembly defined in 6.4.1 moving adjacent to the RID through the test point.

- When the RID is ready and operating as it would for search or scan, move the neutron source assembly through the test point at a speed of $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \pm 10 \%$.
- As the source assembly approaches the test point, continuously observe the RID's response and record whether it provides an indication(s) of the neutron source. It is acceptable for the neutron alarm or indication to occur as the source assembly approaches the RID.
- Verify whether the neutron alarm or indication occurs within 2 s of the neutron source assembly passing through the test point.
- Repeat the process nine additional times with a minimum of 10 s between each trial.
- Acceptable results are when the neutron indication is activated in at least 9 out of 10 trials.

NOTE This requirement is meant to demonstrate the capability of the RID, not to estimate detection probability and confidence in those estimates.

6.5 Neutron indication in the presence of photons

6.5.1 Requirements

An ambient gamma dose equivalent rate of $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ above background shall not cause a RID with neutron detection capabilities to indicate the presence of neutrons or activate a neutron alarm. In addition, the RID shall be able to detect the presence of neutrons or activate a neutron alarm while being exposed to the $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ gamma radiation field whether or not the RID is in gamma over-range condition.

6.5.2 Method of test

- Expose the RID to photons from ^{137}Cs providing an ambient dose equivalent rate of $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ ($\pm 20 \%$) at the neutron reference point as defined by the manufacturer.

NOTE $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ was selected based on typical ambient dose equivalent rates produced by commonly used medical radionuclides that may be seen during use. ^{137}Cs was selected due to its photon energy being close to the maximum photon energy emission from some of the commonly used medical radionuclides.

- Verify that neutrons are not indicated as a result of the photons during a continuous exposure time of 1 min. In order to eliminate dependence on the neutron detector geometry, the distance between the ^{137}Cs source and the reference position should be at least 50 cm.
- While the RID is exposed to the ^{137}Cs source, expose the RID to the neutron source using the same technique used in 6.4.2 without shielding the ^{137}Cs source.

- d) The presence of neutrons shall be indicated with the ^{137}Cs source present.
- e) Repeat the process for a total of 10 trials.
- f) The results are acceptable when the requirements are met in at least 9 out of 10 trials.

6.6 Radionuclide identification

6.6.1 Radionuclide identification library

6.6.1.1 Requirements

The manufacturer shall provide a list of the radionuclides that are in the library. The list of radionuclides shall include those shown in Table 4, as a minimum.

6.6.1.2 Method of test

Verify that the requirement is met by review of manufacturers' provided information and direct observation of the RID library.

Table 4 – Radionuclide library

Radionuclide (indicates test source materials)	
^{241}Am	^{40}K (KCl or KOH)
^{133}Ba	^{201}Tl
^{60}Co	^{226}Ra
^{137}Cs	^{232}Th
^{67}Ga	^{238}U (DU)
^{131}I	^{235}U (HEU)
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	^{239}Pu (WGPu)

NOTE For this document, the composition of materials is: DU < 0,4 % ^{235}U , HEU $\geq$ 90 % ^{235}U , and WGPu $\leq$ 6,5 % ^{240}Pu and > 93 % ^{239}Pu .

6.6.2 Identification results

6.6.2.1 Requirements

A RID shall display the result of a radionuclide identification (e.g., "Cs-137"). When identifying different uranium isotopes, it is acceptable to display "Uranium". It is also acceptable to display "Plutonium" for RGPu and WGPu identification results.

The RID shall display for example, "not identified" or "unknown", if the RID indicates the presence of a source, but is not able to identify a radionuclide.

An indication may be displayed as to the confidence of the radionuclides identified. The manufacturer shall explain the meaning of the confidence indicator.

The RID shall indicate when the radiation field is too high for radionuclide identification.

6.6.2.2 Method of test

- a) Perform a single identification using ^{137}Cs at an ambient dose equivalent rate of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ above background at the reference point within an integration time of 1 min or that stated by the manufacturer, whichever is shorter, and record the results to verify the identification requirement.
- b) Expose the RID to a radionuclide that is not included in the library and verify that it provides an indication such as "not identified", or "unknown". The radionuclide should

have at least one gamma line that is within the energy range of the RID. A radionuclide (agreed on with the manufacturer) may be temporarily removed from the library to perform this verification test.

- c) If a confidence indicator is provided, perform a radionuclide identification to verify that it is displayed. Review the manual to verify that the manufacturer provided an explanation of the confidence indicator.
- d) Repeat item a) increasing the ambient dose equivalent rate until the RID indicates that the rate is too high for identification.

This is an iterative process to determine whether the RID provides the required indication and could require several identifications. This is not a test to verify the correctness of the RID's identification capabilities.

6.6.3 Radionuclide and radioactive material identification

6.6.3.1 Requirements

A RID shall be able to identify the items listed in Table 4 at an ambient dose equivalent rate of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ above background measured at the gamma reference point of the RID within an integration time of 1 min or that stated by the manufacturer, whichever is shorter.

Table 5 and Table 6 provide guidance regarding identification performance and list the daughters and possible impurities, respectively. Following Table 5, identification results shall be reported as either a) complete and correct, b) incomplete, c) incorrect or, d) incomplete and incorrect.

The medical radionuclides ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , and ^{201}Tl) shall be surrounded by 8 cm of polymethyl methacrylate (PMMA) for test purposes to represent in-vivo conditions.

NOTE 1 Actual activities for medical radionuclides given to patients are much greater than those required in this document.

NOTE 2 Identification requirements are based on the sources and source configurations defined in this document. When used operationally, the configuration of a source or object being analysed is typically unknown which may cause other radionuclides or isotopes to be identified.

6.6.3.2 Method of test

Expose the RID to each item listed in Table 4. The ambient dose equivalent rate at the reference point of the RID, obtained with an independent radiation measuring device such as an ambient dose equivalent meter, shall be $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) above background.

The test shall consist of 10 trials for each radionuclide. The performance is acceptable when the identification results are complete and correct in at least 9 of 10 trials.

NOTE The test methods and associated data collection requirements are not meant to estimate detection or identification probability and confidence in those estimates.

Test scheduling needs to account for the short half-life of medical radionuclides.

Table 5 – Guidance regarding identification performance

Complete and correct	Radionuclide "X" identified as (→) "X" Radionuclides "X + Y" identified as "X + Y" For example: - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U}$ - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{40}\text{K}$ - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{40}\text{K} + ^{232}\text{Th}$ - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{40}\text{K} + ^{232}\text{Th} + ^{226}\text{Ra}$ - $^{235}\text{U} + ^{67}\text{Ga} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{67}\text{Ga} + ^{40}\text{K} + ^{232}\text{Th} + ^{226}\text{Ra}$ Complete and correct may also include daughter(s) and impurities of the target radionuclide(s). Table 6 provides a list of daughters and possible impurities.
Incomplete	Radionuclides "X + Y" identified as "X" or "Y" For example: - $^{235}\text{U} + ^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{226}\text{Ra}$
Incorrect	Radionuclide "X" identified as "X + Y" For example: - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{237}\text{Np}$ - $^{67}\text{Ga} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{67}\text{Ga}$
Incomplete and incorrect	Radionuclide "X" being identified as "Z" Radionuclides "X + Y" identified as "Z + A" For example: - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{67}\text{Ga}$ - $^{235}\text{U} + ^{137}\text{Cs} \rightarrow ^{99\text{m}}\text{Tc} + ^{133}\text{Ba}$

Table 6 – List of likely daughters and possible impurities

Radionuclide(s)/materials	Daughters and possible impurities
^{201}Tl	^{202}Tl
DU (^{238}U)	^{235}U , ^{226}Ra
WGPu (^{239}Pu)	^{242}Pu , ^{241}Pu , ^{240}Pu , ^{238}Pu , ^{241}Am , ^{237}U , ^{233}U
HEU (^{235}U)	^{238}U , $^{234\text{m}}\text{Pa}$
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	^{99}Mo
^{232}Th	^{228}Th , ^{232}U
^{226}Ra	^{214}Bi , ^{214}Pb

6.6.4 Identification of mixed radioactive materials

6.6.4.1 Requirements

The following combined radionuclides shall be identified within 1 min or as specified by the manufacturer, whichever is shorter. Each radionuclide shall produce an ambient dose equivalent rate (unshielded) at the reference point of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) above background:

- ^{131}I + WGPu
- NORM (or surrogate)
- NORM + HEU
- NORM + WGPu

6.6.4.2 Method of test

Expose the RID to each combination described in 6.6.4.1. The test process is defined in 6.6.3.2.

Except when testing with NORM alone, each source within each combination shall produce $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) above background at the reference point of the RID. The performance is acceptable when the RID identifies HEU or WGPu as shown in Table 6 and as appropriate based on the combination tested in at least 9 of 10 trials.

For NORM, bulk NORM or preferably a NORM surrogate made from ^{226}Ra and ^{232}Th point sources shielded by 9 cm of PMMA, should be used. KCl (or KOH) may be added when using the surrogate NORM to better represent NORM found in commerce. If used, the total ambient dose equivalent rate from the other sources will need to be reduced to maintain the rate at $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$).

When testing with NORM alone, the total ambient dose equivalent rate at the reference point of the RID for either bulk NORM or a NORM surrogate shall be $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) above background. The identification test shall be performed using the same process defined in 6.6.3.2 and the performance is acceptable when the identification results do not indicate the presence of radionuclides that are not present in at least 9 of 10 trials.

7 Environmental requirements

7.1 General

RIDs shall comply with IEC 62706 concerning the ambient temperature, relative humidity, and other metrological requirements for hand-held instrumentation. To ensure that each requirement is met, ^{133}Ba and ^{60}Co are used for the gamma detector and a neutron source (e.g., ^{252}Cf , AmBe) is used for the neutron detector.

7.2 Ambient temperature

7.2.1 Requirements

Over the temperature range specified in IEC 62706 for hand-held devices (-20°C to $+50^\circ\text{C}$), the RID shall function correctly including performing identifications, responding to neutron sources (when applicable), and maintaining an acceptable indication of ambient dose equivalent rate. There shall be no visible external damage to the RID and all control functions shall be verified to be operating correctly.

7.2.2 Method of test

Set up the temperature test system as stated in IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2, cold and dry heat, respectively. Follow the ambient temperature method of test specified in IEC 62706.

For this test, an external power supply may be used to provide power to the RID ensuring that it remains on for the duration of the test.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2 at $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ (nominal temperature). During the test, perform the intermediate measurements as described in 5.4.3 at -10°C , 0°C , 10°C , 30°C , and 40°C after a 2 h soak at each temperature, as well as at the low and high temperature extremes at the beginning, middle, and end of the 16 h soak. The temperature test shall be performed from the low to the high extremes, then back to the nominal temperature.

Following return to the nominal temperature, perform the post-test measurements as described in 5.4.4 and analyse the results in accordance with Table 3.

7.3 Temperature shock

7.3.1 Requirements

Over the temperature range specified in IEC 62706 for hand-held devices (-20°C to $+50^\circ\text{C}$), the RID shall function correctly including performing identifications, responding to neutron

sources (when applicable), and maintaining an acceptable indication of ambient dose equivalent rate within 1 h of exposure to rapid temperature changes from 20 °C to –20 °C, –20 °C to 20 °C, 20 °C to 50 °C, and 50 °C to 20 °C with each change being made in less than 5 min. There shall be no visible external damage to the RID and all control functions shall be verified to be operating correctly.

7.3.2 Method of test

For this test, an external power supply may be used to provide power to the RID ensuring that it remains on for the duration of the test.

Set up the temperature test system as stated in IEC 60068-2-14, change of temperature, and follow the temperature shock method of test specified in IEC 62706.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2 at 20 °C ± 2 °C (nominal temperature). During the test, perform the intermediate measurements (3 identifications only) as described in 5.4.3 at 5 min, 15 min, 30 min, and 1 h after each temperature change takes place. The temperature test shall be performed to and from the low temperature set point first.

Following return to the nominal temperature, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3.

7.4 Relative humidity

7.4.1 Requirements

Over the range of relative humidity specified in IEC 62706 for hand-held devices (40 % to 93 % at 35 °C), the RID shall function correctly including performing identifications, responding to neutron sources (when applicable), and maintaining an acceptable indication of ambient dose equivalent rate. As a result of the humidity change, the indication of the magnitude of the radiation field or of the ambient dose equivalent rate (if provided) shall not change as described in the method of test.

There shall be no visible external damage to the RID, and all control functions shall be verified to be operating correctly.

7.4.2 Method of test

For this test, an external power supply may be used to provide power to the RID ensuring that it remains on for the duration of the test.

Set up the temperature/humidity test system as stated in IEC 60068-2-66, and follow the relative humidity method of test specified in IEC 62706.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2 at 20 °C ± 2 °C and RH of < 75 % (nominal temperature and humidity). During the test, perform the intermediate measurements as described in 5.4.3 at beginning, middle and end of the 16 h high humidity soak period.

Following return to the nominal temperature and humidity, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3.

7.5 Low/high temperature start-up

7.5.1 Requirements

RIDs shall be able to operate when switched on at the cold temperature limit (–20 °C) or the high temperature limit (50 °C).

7.5.2 Method of test

For this test, an external power supply shall not be used.

Set up the temperature test system as stated in IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2, cold and dry heat, respectively, and follow the low/high temperature start-up method of test specified in IEC 62706.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. During the test, perform the intermediate measurements as described in 5.4.3 after a period of 4 h at each temperature test point.

Following the final return to 20 °C, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3.

7.6 Moisture and dust protection

7.6.1 Requirements

The RID case design shall meet the IP classification requirements stated in IEC 62706 for hand-held devices (IP 53).

7.6.2 Method of test – dust

Set up the dust system and RID as the device under test as defined in IEC 60068-2-68. The test shall be performed based on test protocol La2 for a period of 1 h.

To verify the performance of the RID against the requirement, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. Following exposure to the dust environment, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3. For this test, also inspect the unit to determine the extent of dust ingress. Attention shall be paid to the battery compartment, display, and any other easily accessed portions of the RID.

7.6.3 Method of test – moisture

Set up the moisture system and RID as the device under test as defined in IEC 60529. Additional information is available in IEC 60068-2-18. All sides of the RID 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 RID shall be moved during the test such that the water direction is changed up to +60° and –60° in two orthogonal orientations relative to each side of the RID. The test duration shall be 1 min per m² calculated based on the surface area of the RID with a minimum duration of 5 min.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. Observe the response of the RID while being exposed to the water spray and record any functional changes that may occur (e.g., alarms, fault indications). Following exposure to the moisture environment, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3. For this test, also inspect the unit to determine the extent of moisture ingress. Attention shall be paid to the battery compartment, display, and any other easily accessed portions of the RID.

For testing against salt water spray, the RIDs shall exhibit the same performance after being subjected to a salt water spray as defined in IEC 60068-2-11, using a conditioning duration of 16 h. The RID may not be powered during the test.

8 Mechanical requirements

8.1 General

RIDs shall comply with IEC 62706 concerning the mechanical requirements for hand-held or non-installed instrumentation.

8.2 Vibration

8.2.1 Requirements

RIDs shall withstand exposure to vibrations associated with the operation of hand-held equipment as defined in IEC 62706, vibration test, hand-held, body worn, portable, and transportable requirements.

8.2.2 Method of test

Set up the vibration system and RID as the device under test as defined in IEC 60068-2-64. The test specifics are $0,01 \text{ g}^2 \text{ Hz}^{-1}$ (spectral density) using 5 Hz and 500 Hz as the frequency endpoints for a period of 1 h.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. Observe the response of the RID while being exposed to the vibration and record any functional changes that may occur (e.g., alarms, fault indications). Following vibration, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3. In addition, inspect the RID to ensure that the physical condition was not affected by vibration (e.g., solder joints shall hold; nuts and bolts shall not come loose).

8.3 Mechanical shock

8.3.1 Requirements

RIDs shall withstand exposure to shock pulses in accordance with the mechanical shock requirements defined in IEC 62706.

The physical condition of a RID shall not be affected by these shocks (e.g., solder joints shall hold; nuts and bolts shall not come loose).

8.3.2 Method of test

Set up the mechanical shock system and RID as the device under test as defined in IEC 60068-2-27. The test specifics are 50 g peak acceleration for a nominal 11 ms in each of three mutually orthogonal axes.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. After each test orientation, perform the intermediate measurements as described in 5.4.3. Following the test, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3. In addition, inspect the RID to ensure that the physical condition was not affected by the shocks (e.g., solder joints shall hold; nuts and bolts shall not come loose).

8.4 Impact (microphonics)

8.4.1 Requirements

RIDs shall be unaffected by microphonic conditions such as those that may occur from low intensity impacts from sharp contact with hard surfaces in accordance with the microphonic/impact requirements for hand-held and body worn devices defined in IEC 62706.

8.4.2 Method of test

Follow the method of test defined in IEC 62706.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. Observe the response of the RID while being exposed to the impacts and record any functional changes that may occur (e.g., alarms, fault indications). Following the test, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3.

9 Electromagnetic requirements

9.1 General

RIDs shall comply with IEC 62706 concerning the radio frequency susceptibility and other electromagnetic requirements for hand-held instrumentation.

9.2 Electrostatic Discharge (ESD)

9.2.1 Requirements

RIDs shall not be affected by exposure to electrostatic discharges at intensities of up to 6 kV using the contact discharge technique in accordance with the electrostatic requirements defined in IEC 62706.

9.2.2 Method of test

Set up the test conditions in accordance with IEC 61000-4-2 and using the method of test defined in IEC 62706 for battery powered instruments.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. Without the radioactive sources present, observe the response of the RID while being exposed to the discharges and record any functional changes that may occur (e.g., alarms, fault indications). Following the ESD exposure, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3.

9.3 Radio Frequency (RF)

9.3.1 Requirements

RIDs should not be affected by RF fields in accordance with the radiofrequency immunity requirements for all other instrument types as defined in IEC 62706 with the following changes:

- Frequency range from 80 MHz to 2 500 MHz at field intensities of $10 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ from 80 MHz to 1 000 MHz and $3 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ from 1 000 MHz to 2 500 MHz.

NOTE Wireless interface technologies may not work in the presence of RF.

9.3.2 Method of test

Set up the test conditions in accordance with IEC 61000-4-3 and use the method of test defined in IEC 62706. The RID should be oriented with the display facing the RF emission source.

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

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. Without moving the radiation test sources, observe the response of the RID while being exposed to the radio frequency conditions and record any functional changes that may occur (e.g., alarms, display changes, fault indications). Remove the radiation test sources and repeat the radiofrequency exposure while observing the response of the RID. Record any functional changes that may occur (e.g., alarms, display changes, fault indications).

Following the completion of the test, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3.

9.4 Radiated RF emissions

9.4.1 Requirements

The electromagnetic fields emitted by the RID at 3 m shall be less than what are shown in Table 7 in accordance with IEC 62706.

Table 7 – Emission frequency limits

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

9.4.2 Method of test

- Place the RID in an area with a low and controlled radio frequency environment.
- Position an antenna 3 m from the RID in an orientation where RF emissions may be likely (e.g., openings, cable penetrations, display). A distance of 1 m may be used with the field strength levels adjusted accordingly.

The device under evaluation may be rotated using a turntable while monitoring the RF spectrum to identify the location of RF emissions.

- With the RID turned off, collect a background RF spectrum using a scanning bandwidth of 120 kHz over a range from 30 MHz to 1 000 MHz.
- Once the RID is operational, perform an RF scan with the antenna in the vertical orientation.
- Record emissions that are greater than the values stated in Table 7.
- If no RF emissions are observed, proceed to step g). If observed RF emissions are greater than the values stated in Table 7, the RID fails the test and no additional testing is required.
- Rotate the antenna to the horizontal orientation and repeat steps d) and e).

9.5 Conducted disturbances

9.5.1 Requirements

RIDs shall not be affected by RF fields that can be conducted onto the instrument through an external conducting cable in accordance with IEC 62706, immunity from conducted RF. RIDs that do not have at least one external conducting cable are excluded.

9.5.2 Method of test

Set up the test conditions in accordance with IEC 61000-4-6 and use the method of test defined in IEC 62706.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. Without moving the radiation test sources, observe the response of the RID while being exposed to the radio frequency conditions and record any functional changes that may occur (e.g., alarms, display changes, fault indications). Remove the radiation test sources and repeat the radiofrequency exposure while observing the response of the RID. Record any functional changes that may occur (e.g., alarms, display changes, fault indications).

Following the completion of the test, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3.

9.6 Magnetic fields

9.6.1 Requirements

The RID shall be fully functional when exposed to a $100 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$ 50 Hz or 60 Hz magnetic field in accordance with IEC 62706.

9.6.2 Method of test

Set up the test conditions in accordance with IEC 61000-4-8 and use the method of test defined in IEC 62706.

To verify the performance of the RID against the requirements, perform the pre-test measurements as described in 5.4.2. Without moving the radiation test sources, observe the response of the RID while being exposed to the magnetic field and record any functional changes that may occur (e.g., alarms, fault indications). While being exposed to the magnetic field, perform the intermediate measurements as described in 5.4.3 for each test orientation.

Remove the radiation test sources; repeat the magnetic field exposure while observing the response of the RID in each orientation. Record any functional changes that may occur (e.g., alarms, fault indications).

Following the completion of the test, perform the post-test measurements as described in 5.4.4, and analyse the results in accordance with Table 3.

10 Documentation

10.1 Operation and maintenance manual

Each RID shall be supplied with an appropriate instruction manual in accordance with IEC 61187. The instructions for use of the RID shall contain a description of the construction, function, operation and manipulation of the RID. The manual shall include the following information, as a minimum:

- a) Contact information for the manufacturer including name, address, telephone number, fax number, e-mail address, etc.
- b) Model name or number
- c) Type of radiation detector(s) used (e.g., NaI, CZT, HPGe, ^3He). If pressurized detectors are used (e.g., ^3He), the manufacturer shall state the dimensions, pressure, and active volume of the detector
- d) Size and weight (with batteries installed)

- e) Manufacturer's website
- f) Battery requirements
- g) Recommended operational parameters such as: false alarm probability, alarm thresholds, operating parameters, stabilisation time, and radionuclide library(s)
- h) Static identification measurement time
- i) General description including functional controls of the RID
- j) Case specification classification (i.e., IP classification)
- k) Inclusion of any hazardous material that may be subject to regulation (such as radionuclide check source, pressurized gases, corrosive materials)
- l) List of radionuclides that are identified by the RID
- m) Description of the confidence indicator
- n) Ambient dose equivalent rate range
- o) Ambient dose equivalent rate calibration results
- p) Over-range ambient dose equivalent rate value
- q) Operating temperature range
- r) Method and type of information transmitted from the RID to a computer.

10.2 Test certificate

A certificate shall accompany each RID providing the following information:

- a) Manufacturer's name or registered trademark
- b) Contact information for the manufacturer including address, telephone number, fax number, e-mail address, etc.
- c) Model name or number, serial number, and software and firmware version numbers
- d) List of radionuclides to which the RID was tested
- e) Ambient dose equivalent rate range to which the RID was tested.

10.3 Declaration of conformity

A declaration of conformity to each applicable clause of this document (and all other standards to which the RID may comply) should be provided. The declaration shall include the name and address of the manufacturer and its representative, the equipment type, and serial number.

Table 8 – Summary of performance requirements

Parameter	Performance requirement or specification	Relevant sub-clause
General	RIDs shall incorporate a display that is readable in low light and bright light conditions, and user-friendly controls including a menu structure that is simple and easy to follow, restricted access to critical operating parameters, and switches and other controls that minimize or prevent inadvertent operation.	4.1
Radiation detectors	RIDs may use multiple detectors to detect gamma radiation, identify radionuclides, and detect neutrons.	4.2
Personal protection alarm	An alarm shall be provided to alert the user that ambient gamma dose equivalent rates are above a threshold level.	4.3
Stabilization time	The manufacturer shall state the time required for the RID to become fully functional.	4.4
Power supplies – battery	RIDs shall be fully functional for a minimum of 5 h under standard test conditions.	4.5
Markings	All external RID controls, displays, and adjustments shall be identified according to their function.	4.6
Communication interface	RIDs shall have the ability to transfer data to an external device, such as a computer.	4.7
Data	RIDs shall have the ability to internally store at least 10 complete identification data files. Data files shall be in the format as specified by IEC 62755.	4.8
Ambient dose equivalent rate	Under standard test conditions, the relative intrinsic error of the response of the RID to the photon radiation from ^{241}Am , ^{137}Cs , and ^{60}Co shall not be greater than $\pm 30\%$ for all ambient dose equivalent rates from $1\ \mu\text{Sv h}^{-1}$ up to the manufacturer-stated maximum ambient dose equivalent rate. If the manufacturer states that the RID can be used for photon radiation protection purposes, it shall meet the requirements stated in IEC 60846-1 or IEC 60846-2.	6.1
Source localization	While attempting to localize (or search for) a radiation source, RIDs shall provide an indication when the radiation field changes. Indication should include audible tones, visible display using a moving chart, or changes to a numerical value.	6.2
Over-range characteristics for ambient dose equivalent rate	RIDs shall indicate that an over-range condition exists when the ambient dose equivalent rate is greater than the manufacturer-stated maximum ambient dose equivalent rate. The indicators for over range conditions must be clearly visible and/or audible, and be different than that provided for gamma source localization as required in 6.2.	6.3
Neutron detection	RIDs that have neutron detection capabilities shall alarm or provide an indication when the neutron radiation field changes from ambient to that with a neutron source present within a time of 2 s after the RID passes through the test point. The neutron alarm or indicator shall be different than the personal protection alarm.	6.4
Neutron indication in the presence of photons	An ambient gamma dose equivalent rate of $0,1\ \text{mSv h}^{-1}$ above background shall not cause a RID with neutron detection capabilities to indicate the presence of neutrons or activate a neutron alarm. In addition, the RID shall be able to detect the presence of neutrons or activate a neutron alarm while being exposed to the $0,1\ \text{mSv h}^{-1}$ gamma radiation field whether or not the RID is in gamma over-range condition.	6.5
Radionuclide identification library	The manufacturer shall provide a list of the radionuclides that are in the library. The list of radionuclides and materials shall include those shown in Table 4, as a minimum.	6.6.1
Identification results	A RID shall display the result of a radionuclide identification (e.g., “Cs-137”). When identifying different uranium isotopes, it is acceptable to display “Uranium”. It is also acceptable to display “Plutonium” for RGPu and WGPu identification results. The RID shall display for example, “not identified” or “unknown” if the RID indicates the presence of a source but is not able to identify a radionuclide. An indication may be displayed as to the confidence of the radionuclides identified. The manufacturer shall explain the meaning of the confidence indicator. The RID shall indicate when the radiation field is too high for radionuclide identification.	6.6.2

Parameter	Performance requirement or specification	Relevant sub-clause
Radionuclide and radioactive material identification	A RID shall be able to identify the items listed in Table 4 at an ambient dose equivalent rate of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ above background measured at the gamma reference point of the RID within an integration time of 1 min or that stated by the manufacturer, whichever is shorter. Table 5 and Table 6 provide guidance regarding identification performance and list the daughters and possible impurities, respectively. Following Table 5, identification results shall be reported as either a) complete and correct, b) incomplete, c) incorrect or, d) incomplete and incorrect. The medical radionuclides ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , and ^{201}Tl) shall be surrounded by 8 cm of polymethyl methacrylate (PMMA) for test purposes to represent in-vivo conditions.	6.6.3
Identification of mixed radioactive materials	The following combined radionuclides shall be identified within 1 min or as specified by the manufacturer, whichever is shorter. Each radionuclide shall produce an ambient dose equivalent rate (unshielded) at the reference point of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30\%$) above background: ^{131}I + WGPu, NORM (or surrogate), NORM + HEU, NORM + WGPu	6.6.4
Ambient temperature	RIDs shall function correctly including performing identifications, responding to neutron sources (when applicable), and maintaining an acceptable indication of ambient dose equivalent rate over the temperature range specified in IEC 62706 for hand-held devices (-20°C to $+50^\circ\text{C}$).	7.2
Temperature shock	RIDs shall function correctly including performing identifications, responding to neutron sources (when applicable), and maintaining an acceptable indication of ambient dose equivalent rate within 1 h of exposure to rapid temperature changes from 20°C to -20°C , -20°C to 20°C , 20°C to 50°C , and 50°C to 20°C with each change being made in less than 5 min.	7.3
Relative humidity	RIDs shall function correctly including performing identifications, responding to neutron sources (when applicable), and maintaining an acceptable indication of ambient dose equivalent rate over the range of relative humidity specified in IEC 62706 for hand-held devices (40 % to 93 % at 35°C).	7.4
Low/high temperature start up	RIDs shall be able to operate when switched on at the cold temperature limit (-20°C) or the high temperature limit (50°C).	7.5
Moisture and dust protection	RIDs shall meet the IP classification requirements stated in IEC 62706 for hand-held devices (IP 53).	7.6
Vibration	RIDs shall withstand exposure to vibrations associated with the operation of hand-held or hand-held equipment as defined in IEC 62706, vibration test, hand-held, body worn, portable, and transportable requirements of $0,01 \text{ g}^2 \cdot \text{Hz}^{-1}$ (spectral density) using 5 Hz and 500 Hz as the frequency endpoints for a period of 1 h.	8.2
Mechanical shock	RIDs shall withstand exposure to shock pulses in accordance with the mechanical shock requirements defined in IEC 62706 of 50 g peak acceleration for a nominal 11 ms in each of three mutually orthogonal axes.	8.3
Impact (microphonics)	RIDs shall be unaffected by microphonic conditions such as those that may occur from low intensity impacts from sharp contact with hard surfaces in accordance with the microphonic/impact requirements for hand-held and body worn devices defined in IEC 62706.	8.4
Electrostatic discharge	RIDs shall not be affected by exposure to electrostatic discharges at intensities of up to 6 kV using the contact discharge technique in accordance with the electrostatic requirements defined in IEC 62706.	9.2
Radiofrequency	RIDs should not be affected by RF fields in accordance with the radiofrequency immunity requirements for all other instrument types as defined in IEC 62706 with the following changes: Frequency range from 80 MHz to 2 500 MHz. Field intensities are $10 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ from 80 MHz to 1 000 MHz and $3 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ from 1 000 MHz to 2 500 MHz.	9.3
Radiated RF emissions	The electromagnetic fields emitted by the RID at 3 m shall be less than what is shown in Table 7 in accordance with IEC 62706.	9.4
Conducted disturbances	RIDs shall not be affected by RF fields that can be conducted onto the instrument through an external conducting cable in accordance with IEC 62706, immunity from conducted RF. RIDs that do not have at least one external conducting cable are excluded.	9.5
Magnetic fields	The RID shall be fully functional when exposed to a $100 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ 50 Hz or 60 Hz magnetic field in accordance with IEC 62706.	9.6

Bibliography

IEC 60086-1:2015, *Primary batteries – Part 1: General*

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

International Bureau of Weights and Measures, *The international System of Units (SI)*, 8th edition, 2006

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62327:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
INTRODUCTION.....	39
1 Domaine d'application	40
2 Références normatives	40
3 Termes et définitions, termes abrégés et symboles, grandeurs et unités.....	41
3.1 Termes et définitions	41
3.2 Termes abrégés et symboles	44
3.3 Grandeurs et unités	44
4 Exigences et caractéristiques générales	44
4.1 Généralités	44
4.2 Détecteurs de rayonnement	45
4.3 Alarme de protection individuelle	45
4.3.1 Exigences.....	45
4.3.2 Méthode d'essai	45
4.4 Temps de stabilisation	45
4.4.1 Exigences.....	45
4.4.2 Méthode d'essai	45
4.5 Alimentation – piles et accumulateurs	46
4.5.1 Exigences.....	46
4.5.2 Méthode d'essai	46
4.6 Marquages.....	46
4.7 Interface de communication	47
4.7.1 Exigences.....	47
4.7.2 Méthode d'essai	47
4.8 Données	47
4.8.1 Exigences.....	47
4.8.2 Méthode d'essai	47
5 Procédures générales d'essai	48
5.1 Nature de l'essai	48
5.2 Fluctuations statistiques	48
5.3 Conditions normales d'essai	48
5.4 Essai de fonctionnalité	48
5.4.1 Généralités	48
5.4.2 Mesurages préalables à l'essai	49
5.4.3 Mesurages intermédiaires.....	49
5.4.4 Mesurages après essai	49
6 Exigences de détection des rayonnements	50
6.1 Débit d'équivalent de dose ambiant.....	50
6.1.1 Exigences.....	50
6.1.2 Méthode d'essai	50
6.2 Localisation de la source de rayonnement gamma	50
6.2.1 Exigences.....	50
6.2.2 Méthode d'essai	50
6.3 Affichage hors domaine du débit d'équivalent de dose ambiant.....	51
6.3.1 Exigences.....	51
6.3.2 Méthode d'essai	51

6.4	Détection des neutrons	52
6.4.1	Exigences.....	52
6.4.2	Méthode d'essai	52
6.5	Indication de neutrons en présence de photons	53
6.5.1	Exigences.....	53
6.5.2	Méthode d'essai	53
6.6	Identification des radionucléides	53
6.6.1	Bibliothèque d'identification des radionucléides	53
6.6.2	Résultats d'identification.....	54
6.6.3	Identification des radionucléides et des matières radioactives	54
6.6.4	Identification de matières radioactives mixtes	56
7	Exigences d'environnement	57
7.1	Généralités	57
7.2	Température ambiante	57
7.2.1	Exigences.....	57
7.2.2	Méthode d'essai	57
7.3	Choc de température	57
7.3.1	Exigences.....	57
7.3.2	Méthode d'essai	57
7.4	Humidité relative	58
7.4.1	Exigences.....	58
7.4.2	Méthode d'essai	58
7.5	Démarrage à basse/haute température	58
7.5.1	Exigences.....	58
7.5.2	Méthode d'essai	58
7.6	Protection contre l'humidité et la poussière	59
7.6.1	Exigences.....	59
7.6.2	Méthode d'essai – poussière	59
7.6.3	Méthode d'essai – humidité	59
8	Exigences mécaniques	59
8.1	Généralités	59
8.2	Vibration	60
8.2.1	Exigences.....	60
8.2.2	Méthode d'essai	60
8.3	Choc mécanique	60
8.3.1	Exigences.....	60
8.3.2	Méthode d'essai	60
8.4	Impact (effets microphoniques)	60
8.4.1	Exigences.....	60
8.4.2	Méthode d'essai	60
9	Exigences électromagnétiques	61
9.1	Généralités	61
9.2	Décharge électrostatique (DES).....	61
9.2.1	Exigences.....	61
9.2.2	Méthode d'essai	61
9.3	Radiofréquence (RF).....	61
9.3.1	Exigences.....	61
9.3.2	Méthode d'essai	61
9.4	Rayonnements RF émis	62

9.4.1	Exigences.....	62
9.4.2	Méthode d'essai	62
9.5	Perturbations conduites	62
9.5.1	Exigences.....	62
9.5.2	Méthode d'essai	63
9.6	Champs magnétiques	63
9.6.1	Exigences.....	63
9.6.2	Méthode d'essai	63
10	Documentation	63
10.1	Manuel d'utilisation et de maintenance.....	63
10.2	Certificat d'essai	64
10.3	Déclaration de conformité	64
	Bibliographie.....	68
	Tableau 1 – Normes IEC concernant les instruments de détection du trafic illicite de matières radioactives	39
	Tableau 2 – Conditions normales d'essai	48
	Tableau 3 – Analyse des résultats d'essai.....	50
	Tableau 4 – Bibliothèque de radionucléides	53
	Tableau 5 – Recommandations concernant la performance d'identification	55
	Tableau 6 – Liste des descendants probables et des impuretés possibles	56
	Tableau 7 – Limites des fréquences émises.....	62
	Tableau 8 – Récapitulatif des exigences de performances	65

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62327:2017

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION –
INSTRUMENTS PORTABLES POUR LA DÉTECTION ET L'IDENTIFICATION
DES RADIONUCLÉIDES ET POUR L'ESTIMATION DU DÉBIT
D'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT
POUR LE RAYONNEMENT DE PHOTONS**

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 62327 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 de l'IEC 62327 parue en 2006. Elle constitue une révision technique.

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

- a) ajout de méthodes d'essai détaillées;
- b) révision des critères d'acceptation des essais d'identification pour les essais d'environnement;
- c) modification du format pour correspondre au modèle du SC 45B.

La présente version bilingue (2020-03) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-12.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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 62327:2017

INTRODUCTION

Le déplacement illicite et involontaire de matières radioactives sous la forme de sources de rayonnement et de déchets métallurgiques contaminés est devenu un problème d'importance majeure. Les sources radioactives non soumises à un contrôle réglementaire (appelées "sources orphelines") ont souvent été à l'origine de graves expositions aux rayonnements et d'une contamination massive. Même si le trafic illicite de matières nucléaires et radioactives n'est pas un phénomène nouveau, les inquiétudes concernant le "marché noir" du nucléaire ont augmenté ces dernières années, compte tenu en particulier du contexte terroriste actuel.

En réponse à la politique technique menée par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), le Conseil de coopération douanière (CCD) et l'Organisation internationale de police criminelle (Interpol) en relation avec la détection et l'identification des matières nucléaires spéciales et des tendances en matière de sécurité, les sociétés d'instrumentation nucléaire développent et fabriquent une instrumentation pour la radioprotection afin d'aider à la détection de tout déplacement illicite de matières radioactives et de matières nucléaires spéciales. Ce type d'instrumentation est largement utilisé aux fins de la sécurité dans les installations nucléaires, les postes-frontière et les ports et aéroports internationaux. Toutefois, pour assurer la cohérence des résultats des résultats de mesurages réalisés en différents emplacements, il est impératif de concevoir l'instrumentation pour la radioprotection selon des spécifications rigoureuses reposant sur le présent document établissant les exigences de performances convenues. L'IEC a également développé des normes relatives aux détecteurs individuels de rayonnement, aux portiques de détection des rayonnements, aux systèmes de haute sensibilité pour la détection gamma et neutronique, aux détecteurs spectrométriques individuels de rayonnement, et aux systèmes de détection et d'identification de rayonnement de type sac à dos. Le Tableau 1 contient une liste de ces normes.

Tableau 1 – Normes IEC concernant les instruments de détection du trafic illicite de matières radioactives

Type d'instrument	Référence IEC	Titre de la norme
Porté sur le corps	62401	Radiation protection instrumentation – Alarming Personal Radiation Devices (PRDs) for the detection of illicit trafficking of radioactive material (disponible en anglais seulement)
	62618	Instrumentation pour la radioprotection – Détecteurs individuels spectroscopiques d'alarme aux rayonnements (SPRD) pour la détection du trafic illicite des matières radioactives
	62694	Instrumentation pour la radioprotection – Détecteur de rayonnement de type sac à dos (BRD) pour la détection du trafic illicite des matières radioactives
Portable ou portatif	62327	Instrumentation pour la radioprotection – Instruments portables pour la détection et l'identification des radionucléides et pour l'estimation du débit d'équivalent de dose ambiant pour le rayonnement de photons
	62533	Instrumentation pour la radioprotection – Instruments portables de haute sensibilité pour la détermination photonique de matières radioactives
	62534	Instrumentation pour la radioprotection – Instruments portables de haute sensibilité pour la détection neutronique de matières radioactives
Portique	62244	Instrumentation pour la radioprotection – Portiques de détection des rayonnements (RPM) installés pour la détection du trafic illicite de matières radioactives et nucléaires
	62484	Instrumentation pour la radioprotection – Moniteurs spectroscopiques pour portiques d'accès utilisés pour la détection et l'identification du trafic illicite des matières radioactives
Format de données	62755	Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials (disponible en anglais seulement)

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – INSTRUMENTS PORTABLES POUR LA DÉTECTION ET L'IDENTIFICATION DES RADIONUCLÉIDES ET POUR L'ESTIMATION DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT POUR LE RAYONNEMENT DE PHOTONS

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux instruments portables utilisés pour la détection et l'identification des radionucléides et des matières radioactives, pour l'estimation du débit d'équivalent de dose ambiant des rayonnements de photons et, éventuellement, pour la détection des rayonnements de neutrons. Ces instruments sont communément appelés dispositifs d'identification des radionucléides ou RID.

Le présent document spécifie les caractéristiques générales, les procédures générales d'essai, les caractéristiques de rayonnement, ainsi que les caractéristiques électriques, mécaniques, de sécurité et d'environnement.

Le présent document ne s'applique pas aux spectromètres de photons à haute résolution de laboratoire, ni aux instruments couverts par l'IEC 60846-1 (Instruments de mesure et de surveillance portables pour les postes de travail et l'environnement), l'IEC 60846-2 (appareils de mesure de la dose (ou du débit de dose) des rayonnements de photons) ou l'IEC 61005 (appareils de mesure de l'équivalent de dose neutron (ou de son débit d'équivalent de dose)).

Le Tableau 8 fournit un récapitulatif des exigences et des paragraphes pertinents.

2 Références normatives

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

IEC 60050-395:2014, *Vocabulaire électrotechnique 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 60068-2-11, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

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 60068-2-27:2008, *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 60846-1, *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 1: Instruments de mesure et de surveillance portables pour les postes de travail et l'environnement*

IEC 60846-2, *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection*

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-6:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61005, *Instrumentation pour la radioprotection – Appareils de mesure de l'équivalent de dose ambiant neutron (ou de son débit d'équivalent de dose)*

IEC 61187, *Équipement de mesures électriques et électroniques – Documentation*

IEC 62706, *Instrumentation pour la radioprotection – Exigences de performances environnementales, électromagnétiques et mécaniques*

IEC 62755, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials* (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 de 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

essai de réception

essai contractuel pour prouver au client que le dispositif remplit certaines conditions de ses spécifications

3.1.2

alarme

signal sonore, visuel ou autre activé lorsque la lecture dépasse une valeur fixée à l'avance ou se retrouve à l'extérieur d'une plage fixée à l'avance

3.1.3

équivalent de dose ambiant (ou débit d'équivalent de dose)

équivalent de dose (ou débit d'équivalent de dose) en un point d'un champ de rayonnement, produit par le champ unidirectionnel et expansé correspondant, dans la sphère de l'ICRU, à une profondeur d , sur le rayon qui fait face à la direction du champ unidirectionnel

Note 1 à l'article: Cette définition n'inclut pas les notes qui font partie de la définition de l'IEC 60050-395:2014, 395-05-43.

3.1.4

bruit de fond

champ de rayonnement dans lequel il n'y a pas de sources externes présentes autres que celles du champ de rayonnement naturel à l'emplacement des mesures

3.1.5

coefficient de variation

rapport entre l'écart-type s et la moyenne arithmétique $\bar{x}$ pour une série de n mesures x_i , donné par la formule suivante:

$$COV = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3.1.6

indicateur de confiance

en règle générale, valeur numérique attribuée à un résultat d'identification de radionucléide pour déterminer si le radionucléide identifié est présent

3.1.7

valeur conventionnellement vraie

meilleure estimation de la valeur vraie d'un champ ou d'une source de rayonnement utilisé pour l'essai ou l'étalonnage d'équipements

3.1.8

erreur d'indication

différence entre la valeur indiquée v d'une grandeur et la valeur conventionnellement vraie, CTV , de cette grandeur au point de mesure

3.1.9

temps d'intégration

durée employée à la collecte de données en vue d'obtenir un résultat

3.1.10**point de référence**

emplacement marqué sur l'instrument ou décrit dans le manuel utilisé pour établir la distance et l'orientation de la source de rayonnement par rapport à l'instrument à des fins d'étalonnage ou d'essai

3.1.11**erreur relative intrinsèque** **ε_{REL}**

différence entre la lecture de l'instrument, M , et la valeur conventionnellement vraie, CTV , de la grandeur mesurée divisée par la valeur conventionnelle vraie lorsqu'elle est soumise à une grandeur de référence spécifiée dans des conditions de référence spécifiées, donnée par la formule:

$$\varepsilon_{\text{REL}} = \frac{M - CTV}{CTV}$$

3.1.12**mode restreint**

mode de fonctionnement utilisé pour accéder aux données spectrales et pour contrôler les paramètres qui peuvent influencer le résultat d'une mesure (par exemple, la bibliothèque de radionucléides, le contrôle des fonctions de routine, les paramètres d'étalonnage, les seuils d'alarme, etc.)

Note 1 à l'article: Peut également être appelé mode expert.

Note 2 à l'article: Il convient que l'accès à ce mode soit limité par un mot de passe de protection ou une autre méthode similaire.

3.1.13**mode de routine**

mode de fonctionnement qui inclut la détection et l'identification des radionucléides, et l'estimation du débit d'équivalent de dose ambiant

Note 1 à l'article: Peut également être appelé mode simple.

3.1.14**temps de stabilisation**

durée, mesurée à partir de l'application de puissance initiale, nécessaire pour qu'un instrument indique qu'il est opérationnel

3.1.15**essai de type**

essai de conformité effectué sur une ou plusieurs éprouvettes d'un produit, représentatives de la production

3.1.16**incertitude <de mesure>**

paramètre, associé au résultat d'une mesure, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande

Note 1 à l'article: L'incertitude de mesure comprend, en règle générale, de nombreuses composantes. Certaines de ces composantes peuvent être évaluées à partir de la distribution statistique des résultats de séries de mesures et peuvent être caractérisées par des écarts-types expérimentaux. Les autres composantes, qui peuvent également être caractérisées par des écarts-types expérimentaux, sont évaluées à partir de distributions de probabilité admises par hypothèse, fondées sur l'expérience ou d'autres informations.

Note 2 à l'article: Il est entendu que le résultat de la mesure est la meilleure estimation de la valeur du mesurande et que toutes les composantes de l'incertitude, y compris celles provenant d'effets systématiques, comme les composantes liées aux corrections et aux normes de référence, contribuent à la dispersion.

3.2 Termes abrégés et symboles

COV	coefficient of variation (coefficient de variation)
DES	décharge électrostatique
DU	depleted uranium (uranium appauvri)
HEU	highly-enriched uranium (uranium hautement enrichi)
ICRU	International Commission on Radiation Units (Commission internationale des unités et mesures radiologiques)
lx	lux
NORM	naturally occurring radioactive material (matière radioactive naturelle)
RF	radiofréquence
RGPu	reactor grade plutonium (plutonium de grade réacteur)
HR	humidité relative
RID	radionuclide identification device (dispositif d'identification des radionucléides)
WGPu	weapons grade plutonium (plutonium de grade militaire)

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), $0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$.

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

4 Exigences et caractéristiques générales

4.1 Généralités

Les RID sont utilisés pour la détection, la localisation et l'identification des matières radioactives, ainsi que pour l'estimation du débit d'équivalent de dose ambiant. Il s'agit d'instruments portables alimentés par pile ou accumulateur, qui sont le plus souvent utilisés pour détecter et identifier le trafic illicite de matières radioactives. En règle générale, ils mesurent le spectre d'énergie photonique et identifient le radionucléide par comparaison à une bibliothèque interne de radionucléides. Les RID peuvent également détecter les neutrons.

Les caractéristiques suivantes sont importantes pour la conception:

- un affichage lisible en conditions de faible éclairage ($< 150 \text{ lx}$) et de luminosité élevée ($> 10\,000 \text{ lx}$);
- des commandes conviviales, une structure de menu simple et facile à suivre, un accès restreint aux paramètres de fonctionnement critiques, et des commutateurs et autres commandes permettant de réduire le plus possible ou d'empêcher un fonctionnement intempestif.

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

NOTE Au cours de l'élaboration du présent document, le souhait d'un RID fournissant un affichage utilisateur simple des résultats d'identification a été relevé. Le dispositif en question fournirait les résultats d'identification sous la forme, par exemple, d'un affichage vert ou rouge indiquant que le ou les radionucléides identifiés ne présentent pas d'intérêt ou présentent un intérêt possible, respectivement. Au moment de la présente révision, aucune exigence fonctionnelle spécifique n'avait été établie. Des exigences de capacité pourront faire partie de révisions futures du présent document.

4.2 Détecteurs de rayonnement

Les RID peuvent utiliser plusieurs détecteurs pour détecter le rayonnement gamma, identifier les radionucléides et détecter les neutrons.

4.3 Alarme de protection individuelle

4.3.1 Exigences

Une alarme doit être fournie pour alerter l'utilisateur quand le débit d'équivalent de dose ambiant des rayonnements gamma est au-dessus du seuil. Le seuil d'alarme doit être réglable en mode restreint. L'alarme doit être à la fois sonore et visuelle, et présenter une possibilité d'acquiescement ou toute autre commande similaire pour mettre sous silence la signalisation sonore. Il ne doit pas être possible de désactiver à la fois l'indicateur sonore et l'indicateur visuel.

4.3.2 Méthode d'essai

- Selon les instructions fournies par le fabricant, régler l'alarme de protection individuelle pour une activation à $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$, par exemple.
- Exposer le RID à une source de rayonnement gamma fournissant un débit d'équivalent de dose ambiant de 30 % supérieur au réglage de l'alarme, puis vérifier les alarmes du RID.
- Lorsque le RID est exposé au champ de rayonnement, vérifier que l'alarme peut être acquiescée. Accéder au menu du RID afin de vérifier qu'il n'est pas possible de désactiver simultanément les indications d'alarme sonore et visuelle.

4.4 Temps de stabilisation

4.4.1 Exigences

Le fabricant doit établir le temps exigé pour que le RID devienne totalement fonctionnel, c'est-à-dire pour qu'il fournisse une indication du débit d'équivalent de dose ambiant, soit capable de procéder à une identification, et détecte les neutrons, le cas échéant. Le temps maximal doit être inférieur à 5 min à partir de l'état d'arrêt ou du statut de veille (par exemple, détecteurs refroidis mécaniquement).

4.4.2 Méthode d'essai

Immédiatement après le temps de stabilisation établi par le fabricant ou dans les 5 min suivant la mise en marche du RID à partir de l'état d'arrêt ou du statut de veille, exposer le RID à ^{137}Cs , produisant un débit d'équivalent de dose ambiant de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30\%$) au-dessus du bruit de fond au point de référence du RID, puis procéder à une identification. Si le RID peut détecter les neutrons, exposer le RID à une source de rayonnement neutronique modérée par du polyéthylène haute densité d'une épaisseur de paroi de 4 cm.

L'exigence est respectée si le RID est opérationnel dans les 5 min suivant la mise sous tension, comme déterminé, en fournissant une indication du débit d'équivalent de dose ambiant, en étant capable de procéder à une identification et en indiquant la présence de neutrons, si la détection de neutrons est comprise.

4.5 Alimentation – piles et accumulateurs

4.5.1 Exigences

Le RID doit fournir une indication visible de l'état de la batterie, être capable de détecter et d'identifier des radionucléides, indiquer le débit d'équivalent de dose ambiant et indiquer la présence de neutrons (le cas échéant) pendant une durée minimale de 5 h, dans des conditions normales d'essai, sans indiquer de condition de batterie faible. Le fabricant doit également établir le temps de fonctionnement estimé en utilisant la ou les batteries recommandées dans les conditions normales d'essai définies dans le Tableau 2 et à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

NOTE Lors d'un fonctionnement sous à faibles températures, la capacité de la plupart des piles et accumulateurs diminue de manière significative.

4.5.2 Méthode d'essai

Selon le manuel, vérifier que le fabricant a indiqué le temps de fonctionnement continu prévu en utilisant les batteries recommandées en conditions de température d'essai normale et à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, et que l'affichage comprend une indication de l'état de la batterie.

S'assurer que les piles sont neuves ou que les accumulateurs rechargeables sont complètement chargés et, après avoir permis au RID de se stabiliser dans les conditions normales d'essai, procéder à une identification de radionucléide à l'aide de ^{137}Cs puis, le cas échéant, exposer le RID à une source de rayonnement neutronique modérée comme défini en 4.4.2. Enregistrer les résultats, y compris le débit d'équivalent de dose ambiant indiqué en présence de la source et le taux de comptage des neutrons, le cas échéant. Répétez le processus toutes les heures pendant 5 h au total. À la fin de la période de 5 h, réaliser un autre essai d'identification de radionucléide et de réponse aux neutrons, le cas échéant, avec les mêmes sources dans la même position, puis vérifier que l'indicateur de batterie faible n'est pas affiché.

L'exigence est respectée lorsqu'une condition de batterie faible n'est pas affichée et que le RID est capable de procéder à une identification avec les mêmes résultats, d'indiquer le débit d'équivalent de dose ambiant en présence de la source à $\pm 30\%$ de la valeur initiale et, le cas échéant, d'indiquer la présence de neutrons. Si un taux de comptage des neutrons est fourni, le taux de comptage doit se situer à $\pm 30\%$ de la valeur initiale.

4.6 Marquages

Tous les affichages, réglages et commandes externes doivent être identifiés selon leur fonction. Les marquages suivants doivent apparaître sur l'extérieur du RID ou sur chaque partie principale (par exemple sur les sondes de détection) de façon appropriée:

- fabricant et référence du modèle;
- numéro de série;
- emplacement du ou des points de référence; et
- désignation des fonctions pour les commandes, commutateurs et réglages.

Les marquages doivent être aisément lisibles et permanents dans les conditions normales d'utilisation, y compris l'utilisation de procédures de décontamination (eau et détergent doux non abrasif, par exemple).

4.7 Interface de communication

4.7.1 Exigences

Les RID doivent être capables de transférer des données vers un dispositif externe, tel qu'un ordinateur. L'interface de transfert doit être intégralement décrite dans le manuel, et il convient qu'elle utilise un accès de communication satisfaisant aux exigences des technologies Ethernet, USB, sans fil ou d'autres moyens électroniques (un support amovible, par exemple). Il convient de prendre en compte la sécurité des données lors de l'utilisation de techniques de transfert de données sans fil. La convention de dénomination utilisée pour chaque fichier doit être définie dans le manuel.

4.7.2 Méthode d'essai

Conformément au manuel, procéder à une identification et transférer les résultats de celle-ci pour vérifier que le RID peut transférer les données vers un dispositif externe et que l'interface de transfert est décrite dans le manuel en incluant la convention de dénomination utilisée pour chaque fichier.

4.8 Données

4.8.1 Exigences

Le RID doit avoir la possibilité de stocker en interne au moins 10 fichiers de données d'identification complets. Il convient que les fichiers générés comme registre de données d'analyse soient présentés au format spécifié par l'IEC 62755, et ils doivent au moins contenir les informations suivantes:

- le nom du fabricant, le modèle et le numéro de série du RID;
- les versions de logiciel et de micrologiciel;
- le type de détecteur de rayonnement gamma (NaI, LaBr, CZT, HPGe, par exemple);
- la date et l'heure de la mesure;
- le niveau de rayonnement gamma mesuré (débit d'équivalent de dose ambiant, par exemple);
- le spectre du bruit de fond;
- le temps actif et le temps réel du spectre du bruit de fond;
- le spectre mesuré;
- le temps actif et le temps réel du spectre mesuré;
- l'étalonnage d'énergie du spectre du bruit de fond et du spectre mesuré;
- les résultats d'identification des radionucléides;
- l'indicateur de confiance pour l'identification des radionucléides.

Si le RID dispose de capacités de détection des neutrons, le fichier de données doit inclure les informations suivantes:

- le type de détecteur de neutrons (^3He , verre Li, par exemple);
- les niveaux de rayonnement neutronique mesurés (taux de comptage, par exemple).

4.8.2 Méthode d'essai

Vérifier l'exigence en procédant à 10 identifications de radionucléides. Si le RID est équipé d'un détecteur de neutrons, exposer également le RID à une source de rayonnement neutronique. Lorsque cela est terminé, transférer les résultats enregistrés vers un ordinateur. Sur l'ordinateur, vérifier que chaque fichier de données contient les informations figurant dans les exigences et qu'il satisfait aux exigences de l'IEC 62755 concernant le format de données.

5 Procédures générales d'essai

5.1 Nature de l'essai

Sauf spécification contraire au niveau des étapes individuelles, tous les essais inclus dans le présent document peuvent être vus comme des essais de type. Certains essais peuvent être vus comme des essais de réception par accord entre le client et le fabricant.

5.2 Fluctuations statistiques

Pour les essais indiqués à l'Article 7, à l'Article 8 et à l'Article 9, l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication numérique provenant uniquement de la nature aléatoire du rayonnement peut être une fraction significative de la variation de l'indication admise dans l'essai. Il convient que le coefficient de variation (COV) de chaque relevé de moyenne soit inférieur ou égal à 12 %.

La valeur de 12 % a été choisie pour déterminer plus aisément les résultats d'un essai lorsqu'une série de relevés et la moyenne associée sont exigées à des fins de comparaison. Comme les RID ont tendance à fonctionner à de faibles niveaux de rayonnement, ce qui signifie qu'il convient de réaliser les essais à des niveaux de rayonnement similaires, il peut être difficile d'obtenir des $COV < 12\%$. Des processus tels que l'augmentation des niveaux de rayonnement appliqués dans une certaine mesure permettent généralement de réduire le COV à un niveau acceptable pour le détecteur de rayonnement gamma, mais il peut ne pas en être de même pour le détecteur de neutrons. Le nombre de tentatives peut également être augmenté, mais il s'agit d'un processus itératif pouvant entraîner un nombre de relevés déraisonnablement élevé et potentiellement masquer la nature erratique globale du RID en essai.

L'intervalle de temps entre chaque relevé doit être suffisant pour s'assurer que les relevés sont indépendants. L'intervalle de temps choisi dépend du temps d'intégration du RID et du temps de mise à jour de l'affichage.

5.3 Conditions normales d'essai

Sauf spécification contraire, il convient de réaliser les essais dans les conditions normales d'essai indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Conditions normales d'essai

Grandeur d'influence	Conditions normales d'essai (sauf indication contraire du fabricant)
Température ambiante	18 °C à 25 °C
Humidité relative	≤ 75 %
Pression atmosphérique	70 kPa à 106,6 kPa
Bruit de fond de rayonnement gamma	Inférieur au débit d'équivalent de dose ambiant de 0,15 $\mu\text{Sv h}^{-1}$
Bruit de fond de rayonnement neutronique	Inférieur à 200 $\text{s}^{-1}\text{m}^{-2}$

5.4 Essai de fonctionnalité

5.4.1 Généralités

Les méthodes d'essai et exigences de collecte de données associées des Articles 7, 8 et 9 sont indiquées du 5.4.2 au 5.4.4. Elles sont utilisées pour vérifier la capacité d'un RID et non pour estimer la probabilité de détection ou d'identification et le niveau de confiance de telles estimations. Le Tableau 3 fournit les techniques permettant d'analyser les résultats d'essai.

5.4.2 Mesurages préalables à l'essai

- a) Le RID étant en position d'essai, l'exposer à un champ de rayonnement gamma et neutronique en utilisant simultanément ^{133}Am et ^{60}Co (ou des sources qui émettent des rayons gamma à faible et haute énergie), ainsi qu'une source de rayonnement neutronique (le cas échéant). Les positions de la source doivent être marquées ou notées afin d'assurer la répétabilité pendant les mesurages d'essai.
- b) Enregistrer au moins 10 relevés (par exemple débits d'équivalent de dose ambiant, taux de comptage) en présence d'une ou de plusieurs sources. Pour les RID équipés de détecteurs de neutrons, si le taux de comptage n'est pas fourni, le RID doit indiquer la présence de neutrons.
- c) Procéder à une série de 10 identifications des radionucléides en présence des sources de rayonnement gamma, et consigner les résultats d'identification, y compris les indicateurs de confiance. Collecter au moins un spectre de la série de 10 tentatives. Retirer les sources.
- d) Calculer et consigner la moyenne, l'écart-type et le COV des séries de mesures. Pour obtenir des informations supplémentaires relatives à la détermination du COV, se référer au 5.2, si nécessaire.
- e) Etablir la plage d'acceptation de la réponse au rayonnement (par exemple débit d'équivalent de dose ambiant, taux de comptage) à $\pm 15\%$ de la moyenne calculée.

5.4.3 Mesurages intermédiaires

- a) En l'absence de sources radioactives, observer le RID et enregistrer toutes les alarmes, identifications ou indications parasites.
- b) Pour soumettre la source à l'essai, remplacer si nécessaire chaque source d'essai conformément au 5.4.2.
- c) Enregistrer le même nombre de relevés que celui utilisé en 5.4.2 (débits d'équivalent de dose ambiant, taux de comptage ou fonction d'alarme, par exemple) en présence d'une ou de plusieurs sources.
- d) Procéder à une série de 10 identifications des radionucléides et consigner les résultats d'identification, y compris les indicateurs de confiance, le cas échéant. Collecter au moins un spectre de la série de 10 tentatives. Retirer les sources.
- e) Calculer et consigner la moyenne, l'écart-type et le COV des données mesurées.

5.4.4 Mesurages après essai

- a) Remplacer si nécessaire chaque source d'essai conformément au 5.4.2.
- b) Enregistrer le même nombre de relevés que celui utilisé en 5.4.2 (par exemple débits d'équivalent de dose ambiant, taux de comptage, fonction d'alarme) en présence d'une ou de plusieurs sources.
- c) Procéder à une série de 10 identifications des radionucléides et consigner les résultats d'identification, y compris les indicateurs de confiance, le cas échéant. Collecter au moins un spectre de la série de 10 tentatives. Retirer les sources.
- d) Calculer et consigner la moyenne, l'écart-type et le COV des données mesurées.

Tableau 3 – Analyse des résultats d'essai

Essai de vérification	Technique d'analyse
Fonctionnalité	Les résultats sont acceptables si aucune alarme imprévue ou indication de défaut ne s'est produite pendant l'essai.
Résultats d'identification	Les résultats d'identification sont acceptables si des résultats complets et corrects sont obtenus lors de 9 tentatives sur 10 à chaque point d'essai.
Réponse au rayonnement	La réponse moyenne à chaque point d'essai doit se trouver dans les limites de la plage d'acceptation de $\pm 15 \%$ et il convient que le COV soit inférieur à 12% .

6 Exigences de détection des rayonnements

6.1 Débit d'équivalent de dose ambiant

6.1.1 Exigences

Dans les conditions normales d'essai, l'erreur relative intrinsèque de la réponse du RID au rayonnement de photons provenant de ^{241}Am , ^{137}Cs et ^{60}Co ne doit pas être supérieure à $\pm 30 \%$ pour tous les débits d'équivalent de dose ambiant allant de $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ jusqu'au débit d'équivalent de dose ambiant maximal établi par le fabricant. Si le fabricant indique que le RID peut être utilisé à des fins de protection contre le rayonnement de photons, il doit satisfaire aux exigences énoncées dans l'IEC 60846-1 ou l'IEC 60846-2.

6.1.2 Méthode d'essai

Exposer le RID à des débits d'équivalent de dose ambiant de $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$, $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ et de 70% de la plage de débits d'équivalent de dose ambiant maximaux établis par le fabricant pour chacun des radionucléides exigés au point de référence, puis vérifier que les relevés se situent dans les $\pm 30 \%$ du débit d'équivalent de dose ambiant appliqué.

6.2 Localisation de la source de rayonnement gamma

6.2.1 Exigences

Lorsqu'ils tentent de localiser (ou de rechercher) une source de rayonnement, les RID doivent fournir une indication lorsque le champ de rayonnement est modifié. Il convient que l'indication inclue des tonalités audibles, un affichage visible à l'aide d'un diagramme mobile, ou des modifications apportées à une valeur numérique.

6.2.2 Méthode d'essai

L'exigence est vérifiée à l'aide de ^{241}Am , ^{137}Cs et ^{60}Co en déplacement à une vitesse de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\pm 10 \%$), produisant un champ de rayonnement de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 20 \%$) au-dessus du bruit de fond au point de référence du RID, à la distance d'approche au plus près de la source (ou du point d'essai) de 1 m .

La distance d'approche au plus près peut varier entre 1 m et 2 m pour permettre la variabilité de l'activité de la source. Si la distance d'approche au plus près, d (exprimée en m), n'est pas de 1 m , la vitesse de passage v (exprimée en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) doit être ajustée à l'aide de la formule suivante:

$$v = v_0 \times d/d_0$$

où $v_0 = 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et $d_0 = 1 \text{ m}$.

Lors des essais, la source ou le RID doit être déplacé à partir d'une position où la source n'est pas détectable, en passant par le point d'essai, vers une position où la source n'est à nouveau pas détectable. Un système de mouvement linéaire contrôlé est recommandé. Pour cet essai, l'orientation du RID par rapport à la source doit être la même que l'orientation utilisée au cours d'un balayage et doit être décrite dans le rapport d'essai.

- a) Déterminer la distance entre la source et le détecteur qui fournit un débit d'équivalent de dose ambiant de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 20 \%$) au-dessus du bruit de fond au point de référence du RID à l'aide de ^{241}Am , ^{137}Cs et ^{60}Co .

Les étapes suivantes reposent sur le déplacement de la source, le RID étant immobile.

- b) En utilisant la source ^{137}Cs , lorsque le RID est prêt et qu'il fonctionne comme il le ferait lors d'une recherche ou d'un balayage, déplacer la source ^{137}Cs en passant par le point d'essai, à une vitesse de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \pm 10 \%$ ou à la vitesse déterminée.
- c) Alors que la source approche du point d'essai, observer de manière continue la réponse du RID et noter s'il fournit une ou plusieurs indications de l'augmentation du champ de rayonnement. Il est acceptable qu'une alarme ou une indication se produise alors que la source approche du RID. L'indication ou l'alarme doit s'activer au plus tard 1 s après le passage de la source au point d'essai (point d'approche au plus près du point de référence).
- d) Acquiescer l'alarme (le cas échéant) et répéter le processus neuf fois de plus, avec un délai minimal de 10 s entre chaque tentative. Les résultats sont acceptables quand une indication ou une alarme est activée, comme décrit au 6.2.1, lors d'au moins 9 tentatives sur 10.

NOTE Cette exigence vise à démontrer la capacité du RID et non à estimer la probabilité de détection et le niveau de confiance de telles estimations.

- e) Répétez l'ensemble du processus en utilisant ^{241}Am et ^{60}Co .

6.3 Affichage hors domaine du débit d'équivalent de dose ambiant

6.3.1 Exigences

Les RID doivent indiquer l'existence d'une condition hors domaine quand le débit d'équivalent de dose ambiant est supérieur au débit d'équivalent de dose ambiant maximal établi par le fabricant. Les indicateurs de conditions hors domaine doivent être clairement visibles et/ou audibles, et être différents de ceux prévus pour la localisation de la source de rayonnement gamma, comme exigé en 6.2.

6.3.2 Méthode d'essai

- a) A l'aide de ^{137}Cs , procéder à une identification unique, conformément à la méthode d'essai décrite en 6.6.3.2.
- b) En utilisant ^{137}Cs , exposer le RID à un débit d'équivalent de dose ambiant égal à 1,5 fois le débit d'équivalent de dose ambiant maximal établi par le fabricant, pendant 5 min.
- c) Le RID doit indiquer l'existence d'une condition hors domaine dans les 5 s suivant le changement de pas et doit rester ainsi pendant toute la durée de la période d'exposition de 5 min.
- d) Après l'exposition de 5 min, réduire le champ de rayonnement à la valeur préalable à l'essai. Le RID doit fonctionner normalement dans un délai de 5 min.
- e) Afin de vérifier qu'aucune modification n'a eu lieu à la suite de l'essai, répéter l'étape a) et vérifier que le RID identifie le radionucléide utilisé pour l'essai initial.

6.4 Détection des neutrons

6.4.1 Exigences

Les RID dotés de capacités de détection des neutrons doivent déclencher une alarme ou fournir une indication lorsque le champ de rayonnement neutronique passe du champ ambiant à celui en présence d'une source de rayonnement neutronique, dans un délai de 2 s après le passage du RID par le point d'essai. L'alarme ou l'indicateur de rayonnement neutronique doivent être différents de l'alarme de protection individuelle.

Cette exigence est vérifiée à l'aide d'une source ^{252}Cf présentant un taux d'émission de $2 \times 10^4 (\pm 20 \%) \text{ neutrons s}^{-1}$, enveloppée dans un matériau modérateur en polyéthylène haute densité ($0,93 \text{ à } 0,97 \text{ g/cm}^3$) sphérique d'une épaisseur de paroi de 4 cm et d'un diamètre de cavité interne de 3 cm au plus.

Le point d'approche au plus près de l'ensemble source doit être de 25 cm du centre de la source de rayonnement neutronique placée au centre de la sphère au point de référence du détecteur de neutrons. Il s'agit du point d'essai.

Si le fabricant indique que le RID peut être utilisé à des fins de protection contre le rayonnement de neutrons, il doit satisfaire aux exigences énoncées dans l'IEC 61005.

6.4.2 Méthode d'essai

L'ensemble source de rayonnement neutronique ou le RID doit être déplacé à partir d'une position où la source n'est pas détectable, en passant par le point d'essai, vers une position où la source n'est à nouveau pas détectable. Un système de mouvement linéaire contrôlé est recommandé.

Pour cet essai, l'orientation du RID par rapport à l'ensemble source doit être la même que l'orientation utilisée au cours d'un balayage et doit être décrite dans le rapport d'essai.

L'ensemble source et le RID doivent être placés à au moins 1 m du sol ou du plancher et 2 m de tout autre élément ou surface (par exemple, armoires de stockage, parois) afin de réduire la dispersion. Le matériel de support, tel que le support de la source/de l'ensemble source, ne doit pas employer de matériaux hydrogénés (par exemple, mousse, plastique). L'utilisation de fantômes de mains pour simuler une personne tenant le RID est admise, et il convient que ceux-ci soient fournis par le fabricant.

Les étapes suivantes reposent sur le déplacement de l'ensemble source de rayonnement neutronique défini en 6.4.1 à proximité du RID, en passant par le point d'essai.

- Lorsque le RID est prêt et qu'il fonctionne comme il le ferait lors d'une recherche ou d'un balayage, déplacer l'ensemble source de rayonnement neutronique en passant par le point d'essai, à une vitesse de $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \pm 10 \%$.
- Alors que l'ensemble source approche du point d'essai, observer de manière continue la réponse du RID et noter s'il fournit une ou plusieurs indications de la source de rayonnement neutronique. Il est acceptable que l'alarme ou l'indication de rayonnement neutronique se produise alors que l'ensemble source approche du RID.
- Vérifier si l'alarme ou l'indication de rayonnement neutronique se produit dans les 2 s suivant le passage de l'ensemble source de rayonnement neutronique par le point d'essai.
- Répéter le processus neuf fois de plus, avec un délai minimal de 10 s entre chaque tentative.
- Les résultats sont acceptables quand l'indication de rayonnement neutronique est activée lors d'au moins 9 tentatives sur 10.

NOTE Cette exigence vise à démontrer la capacité du RID et non à estimer la probabilité de détection et le niveau de confiance de telles estimations.

6.5 Indication de neutrons en présence de photons

6.5.1 Exigences

Un débit d'équivalent de dose ambiant des rayonnements gamma de $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ au-dessus du bruit de fond ne doit pas conduire un RID doté de capacités de détection des neutrons à indiquer la présence de neutrons ou à activer une alarme de rayonnement neutronique. De plus, le RID doit être capable de détecter la présence de neutrons ou d'activer une alarme de rayonnement neutronique lorsqu'il est exposé au champ de rayonnement gamma de $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$, que le RID soit ou non en condition hors domaine gamma.

6.5.2 Méthode d'essai

- a) Exposer le RID aux photons de ^{137}Cs fournissant un débit d'équivalent de dose ambiant de $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ ($\pm 20 \%$) au point de référence neutronique défini par le fabricant.

NOTE $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ a été choisi en se basant sur les débits d'équivalent de dose types produits par des radionucléides médicaux couramment utilisés qui peuvent être observés en cours d'utilisation. ^{137}Cs a été choisi en raison de la proximité de son énergie photonique de l'émission maximale d'énergie photonique de certains des radionucléides médicaux couramment utilisés.

- b) Vérifier que des neutrons ne sont pas indiqués à la place des photons pendant un temps d'exposition continu de 1 min. Afin d'éliminer l'influence de la géométrie du détecteur de neutrons, il convient que la distance entre la source de ^{137}Cs et la position de référence soit d'au moins 50 cm.
- c) Le RID étant exposé à la source ^{137}Cs , exposer le RID à la source de rayonnement neutronique en suivant la même technique que celle utilisée en 6.4.2, sans blinder la source ^{137}Cs .
- d) La présence de neutrons doit être indiquée en présence de la source ^{137}Cs .
- e) Répéter le processus pour un total de 10 tentatives.
- f) Les résultats sont acceptables si les exigences sont respectées lors d'au moins 9 tentatives sur 10.

6.6 Identification des radionucléides

6.6.1 Bibliothèque d'identification des radionucléides

6.6.1.1 Exigences

Le fabricant doit fournir une liste des radionucléides présents dans la bibliothèque. La liste des radionucléides doit inclure au minimum ceux indiqués dans le Tableau 4.

6.6.1.2 Méthode d'essai

Vérifier que l'exigence est respectée en consultant les informations fournies par le fabricant et en se référant directement à la bibliothèque du RID.

Tableau 4 – Bibliothèque de radionucléides

Radionucléide (indique les matières de la source d'essai)	
^{241}Am	^{40}K (KCl ou KOH)
^{133}Ba	^{201}Tl
^{60}Co	^{226}Ra
^{137}Cs	^{232}Th
^{67}Ga	^{238}U (DU)
^{131}I	^{235}U (HEU)
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	^{239}Pu (WGPu)

NOTE Dans le présent document, la composition des matières est la suivante: DU < 0,4 % ^{235}U , HEU ≥ 90 % ^{235}U , et WGPu $\leq 6,5$ % ^{240}Pu et > 93 % ^{239}Pu .

6.6.2 Résultats d'identification

6.6.2.1 Exigences

Un RID doit afficher le résultat d'une identification de radionucléide (par exemple "Cs-137"). Lors de l'identification de différents isotopes d'uranium, il est acceptable d'afficher "Uranium". Il est également acceptable d'afficher "Plutonium" pour les résultats d'identification de RGPu et WGPu.

Si le RID indique la présence d'une source, mais n'est pas capable d'identifier un radionucléide, le RID doit par exemple afficher "non identifié" ou "inconnu".

Une indication relative au niveau de confiance des radionucléides identifiés peut être affichée. Le fabricant doit expliquer la signification de l'indicateur de confiance.

Le RID doit indiquer quand le champ de rayonnement est trop élevé pour identifier les radionucléides.

6.6.2.2 Méthode d'essai

- Procéder à une identification unique à l'aide de ^{137}Cs , à un débit d'équivalent de dose ambiant de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ au-dessus du bruit de fond au point de référence, dans un délai d'intégration de 1 min ou le délai établi par le fabricant, le plus court de deux étant retenu, puis enregistrer les résultats afin de vérifier l'exigence d'identification.
- Exposer le RID à un radionucléide qui n'est pas inclus dans la bibliothèque et vérifier qu'il fournit une indication telle que "non identifié" ou "inconnu". Il convient que le radionucléide ait au moins une ligne gamma dans le domaine d'énergie du RID. Un radionucléide (convenu avec le fabricant) peut être temporairement retiré de la bibliothèque pour effectuer cet essai de vérification.
- Si un indicateur de confiance est fourni, procéder à une identification de radionucléide afin de vérifier qu'il est affiché. Consulter le manuel pour vérifier que le fabricant a fourni une explication de l'indicateur de confiance.
- Répéter l'étape a) en augmentant le débit d'équivalent de dose ambiant jusqu'à ce que le RID indique que le débit est trop élevé pour l'identification.

Il s'agit d'un processus itératif visant à déterminer si le RID fournit l'indication exigée et pouvant nécessiter plusieurs identifications. Il ne s'agit pas d'un essai permettant de vérifier l'exactitude des capacités d'identification du RID.

6.6.3 Identification des radionucléides et des matières radioactives

6.6.3.1 Exigences

Un RID doit être capable d'identifier les éléments répertoriés dans le Tableau 4 à un débit d'équivalent de dose ambiant de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ au-dessus du bruit de fond mesuré au point de référence gamma du RID dans un délai d'intégration de 1 min ou le délai établi par le fabricant, le plus court de deux étant retenu.

Le Tableau 5 et le Tableau 6 fournissent des recommandations quant aux performances d'identification et répertorient les descendants et les impuretés possibles, respectivement. Selon le Tableau 5, les résultats d'identification doivent être consignés comme a) complets et corrects, b) incomplets, c) incorrects ou d) incomplets et incorrects.

Les radionucléides médicaux ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I et ^{201}Tl) doivent être entourés de 8 cm de méthacrylate de polyméthyle (PMMA) à des fins d'essai pour représenter des conditions in vivo.

NOTE 1 Les activités réelles des radionucléides médicaux administrés aux patients sont beaucoup plus importantes que celles exigées dans le présent document.

NOTE 2 Les exigences d'identification sont fondées sur les sources et les configurations de sources définies dans le présent document. En cas d'utilisation opérationnelle, la configuration d'une source ou d'un objet en cours d'analyse est généralement inconnue, ce qui peut entraîner l'identification d'autres radionucléides ou isotopes.

6.6.3.2 Méthode d'essai

Exposer le RID à chaque élément répertorié dans le Tableau 4. Le débit d'équivalent de dose ambiant au point de référence du RID, obtenu au moyen d'un dispositif de mesure de rayonnement indépendant, comme un débitmètre d'équivalent de dose ambiant, doit être de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) au-dessus du bruit de fond.

L'essai doit consister en 10 tentatives pour chaque radionucléide. Les performances sont acceptables si les résultats d'identification sont complets et corrects lors d'au moins 9 tentatives sur 10.

NOTE Ces méthodes d'essai et les exigences de collecte de données associées ne sont pas destinées à estimer la probabilité de détection ou d'identification, ni le niveau de confiance de telles estimations.

Il est nécessaire que le calendrier d'essai tienne compte de la courte demi-vie des radionucléides médicaux.

Tableau 5 – Recommandations concernant la performance d'identification

Complète et correcte	Radionucléide "X" identifié comme ($\rightarrow$) "X" Radionucléides "X + Y" identifiés comme "X + Y" Par exemple: - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U}$ - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{40}\text{K}$ - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{40}\text{K} + ^{232}\text{Th}$ - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{40}\text{K} + ^{232}\text{Th} + ^{226}\text{Ra}$ - $^{235}\text{U} + ^{67}\text{Ga} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{67}\text{Ga} + ^{40}\text{K} + ^{232}\text{Th} + ^{226}\text{Ra}$ Une identification complète et correcte peut également inclure un ou plusieurs descendants et les impuretés du ou des radionucléides cibles. Le fournit une liste des descendants et des impuretés possibles.
Incomplète	Radionucléides "X + Y" identifiés comme "X" ou "Y" Par exemple: - $^{235}\text{U} + ^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{226}\text{Ra}$
Incorrecte	Radionucléide "X" identifié comme "X + Y" Par exemple: - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{237}\text{Np}$ - $^{67}\text{Ga} \rightarrow ^{235}\text{U} + ^{67}\text{Ga}$
Incomplète et incorrecte	Radionucléide "X" identifié comme "Z" Radionucléides "X + Y" identifiés comme "Z + A" Par exemple: - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{67}\text{Ga}$ - $^{235}\text{U} + ^{137}\text{Cs} \rightarrow ^{99\text{m}}\text{Tc} + ^{133}\text{Ba}$