

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Radiation protection instrumentation –
Spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification of
illicit trafficking of radioactive material**

**Instrumentation pour la radioprotection –
Moniteurs spectroscopiques pour portiques d'accès utilisés pour la détection et
l'identification du trafic illicite des matières radioactives**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Radiation protection instrumentation –
Spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification of
illicit trafficking of radioactive material**

**Instrumentation pour la radioprotection –
Moniteurs spectroscopiques pour portiques d'accès utilisés pour la détection et
l'identification du trafic illicite des matières radioactives**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 13.280

ISBN 978-2-88910-914-2

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope and object.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions, abbreviations, quantities and units	8
3.1 Terms and definitions	8
3.2 Abbreviations	10
3.3 Quantities and units	11
4 Design requirements	12
4.1 General requirements	12
4.1.1 Pedestrian monitor	12
4.1.2 Vehicle monitor.....	13
4.1.3 Rail vehicle monitor (includes rail transported containers).....	13
4.1.4 Package (or conveyor) monitor	13
4.2 Physical configuration	14
4.3 Spectral identification and count rate information	14
4.4 Indication features.....	15
4.5 Occupancy and speed sensors for vehicle monitors	15
4.6 Markings	15
4.7 Power supply.....	15
4.7.1 Requirements	15
4.7.2 Method of test	16
4.8 Protection of switches	16
4.9 Energy and count rate range	16
4.10 Communications protocol and data format.....	16
4.11 User interface.....	16
4.11.1 Guidance regarding alarm logic	16
4.11.2 Audible (sound) alarm	17
4.11.3 Visual indicators	17
4.11.4 Warning indicators.....	17
4.11.5 Basic indications and functions.....	17
4.11.6 Advanced indications and functions	18
5 Radiation detection and indication performance requirements	18
5.1 General test conditions	18
5.1.1 Nature of tests	18
5.1.2 Reference conditions and standard test conditions	18
5.1.3 Statistical fluctuations	18
5.2 Reference radiation	19
5.3 Alarm categorization.....	19
5.4 False alarms	19
5.4.1 Requirements	19
5.4.2 Method of test	19
5.5 Response to gamma radiation	19
5.5.1 Requirements	19
5.5.2 Method of test	19
5.6 Radiation intensity and identification alarm.....	20
5.6.1 Requirements	20

5.6.2	Method of test	20
5.7	Response to neutron radiation.....	20
5.7.1	Requirements	20
5.7.2	Method of test	20
5.8	Over-range.....	20
5.8.1	Requirements	20
5.8.2	Method of test	21
5.9	Neutron indication in the presence of photons	21
5.9.1	Requirements	21
5.9.2	Method of test	21
5.10	Background effects.....	21
5.10.1	Requirements	21
5.10.2	Method of test	21
5.11	Radionuclide identification.....	22
5.11.1	Radionuclide categorization.....	22
5.11.2	Radionuclide identification qualification	22
5.11.3	General requirements for testing radionuclide identification ability	22
5.11.4	Single radionuclide identification	23
5.11.5	Identification of shielded radionuclides.....	24
5.11.6	Simultaneous radionuclide identification and masking.....	25
5.11.7	Over-range characteristics for identification	26
5.11.8	Pile-up effects	26
5.11.9	Radionuclide not in library	27
5.12	Environmental tests.....	27
5.12.1	Ambient temperature	27
5.12.2	Humidity tests.....	28
5.12.3	Dust and moisture resistance tests	28
5.13	Mechanical requirements.....	29
5.13.1	Vibration.....	29
5.13.2	Microphonics/Impact.....	30
5.14	Electromagnetic performance requirements.....	30
5.14.1	Electrostatic discharge (ESD)	30
5.14.2	Radio frequency	30
5.14.3	Radiated RF emissions	31
5.14.4	Conducted disturbances	31
5.14.5	Magnetic fields	31
5.14.6	Surges and oscillatory waves	32
6	Documentation	32
6.1	Type test report.....	32
6.2	Certificate	32
6.3	Operation and maintenance manuals.....	32
Annex A (informative)	Identification of uranium isotopes	36
Bibliography		37

Figure 1 – Diagram of mounting dimensions for radionuclide identifying portal monitors9

Table 1 – Speed of moving sources33

Table 2 – Evaluation distances for different applications33

Table 3 – Reference and standard test conditions.....	34
Table 4 – Approximate activity values for gamma-ray and neutron sources.....	34
Table 5 – Example of alarm categorizations.....	35
Table 6 – Emission limits	35
Table A.1 – Uranium detection and identification guidance	36

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62484:2010

Withdawn

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – SPECTROSCOPY-BASED PORTAL MONITORS USED FOR THE DETECTION AND IDENTIFICATION OF ILLICIT TRAFFICKING OF RADIOACTIVE MATERIAL

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 62484 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

FDIS	Report on voting
45B/634/FDIS	45B/644/RVD

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

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

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

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62484:2010

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – SPECTROSCOPY-BASED PORTAL MONITORS USED FOR THE DETECTION AND IDENTIFICATION OF ILLICIT TRAFFICKING OF RADIOACTIVE MATERIAL

1 Scope and object

This International Standard specifies the operational and performance requirements for spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification of illicit trafficking of radioactive material. Spectroscopy-based portal monitors have the ability to detect gamma and neutron radiation and identify gamma-emitting radionuclides that may be present in or on persons, vehicles, containers, or packages in a static or transient mode of operation.

Operational requirements established by this standard include radiation detection and gamma-emitting radionuclide identification, and those requirements associated with the expected electrical, mechanical, and environmental conditions when a portal monitor is deployed.

The object of this standard is to establish performance requirements and to give examples of acceptable test methods, and to specify general characteristics, general test conditions, radiation characteristics, electrical safety, and environmental characteristics to determine if a portal monitor meets the requirements of this standard.

Special applications, which may include a monitor's operation under weather conditions or for detection needs not addressed by this standard, shall require additional testing.

Obtaining operating performance that meets or exceeds the specifications as stated in this standard depends upon properly installing the monitor, establishing appropriate operating parameters, providing security for the monitor, maintaining calibration, implementing a suitable response testing and maintenance program, auditing compliance with quality requirements, and providing proper training for operating personnel.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

IEC 60050-394:2007, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 394: Nuclear instrumentation – Instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
Amendment 1 (1999)

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*

ISO 4037-1:1996, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 1: Radiation characteristics and production methods*

ISO 4037-2:1997, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges from 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV*

ISO 4037-3:1999, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence*

ISO 8529-1:2001, *Reference neutron radiations – Part 1: Characteristics and methods of production*

ISO 8529-2:2000, *Reference neutron radiations – Part 2: Calibration fundamentals of radiation protection devices related to the basic quantities characterizing the radiation field*

ISO 8529-3:1998, *Reference neutron radiations – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of response as a function of neutron energy and angle of incidence*

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

3 Terms and definitions, abbreviations, 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 60050-393 and IEC 60050-394 apply.

3.1.1

acceptable (or correct) identification

when a monitor identifies the radionuclide(s) that are present

3.1.2

alarm

an audible, visual, or other signal activated when the instrument reading exceeds a preset value, falls outside of a preset range, or when the instrument detects and/or identifies the presence of the source of radiation according to a preset condition

[IEV 393-18-03, modified]

3.1.3

alarm criteria

conditions that cause a monitor to alarm

3.1.4

confidence indication

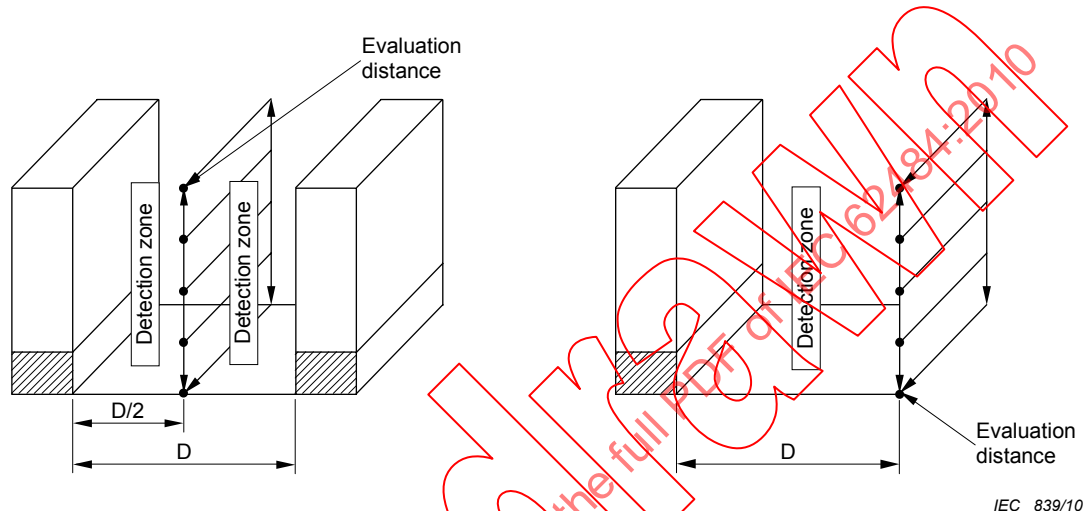
an indication provided by the monitor on the reliability assigned to the determined identification

3.1.5**detection zone**

volume where radiation emitted by an object or person may be detected by the detection assembly(s). For two-sided monitors, the detection zone is located between opposing detection assemblies; for single-sided monitors, the detection zone is adjacent to the detection assembly surface (see Figure 1)

3.1.6**evaluation distances**

the distance between an evaluation test source and the exterior surface of the detection assembly(s) that faces the detection zone (see Figure 1)



IEC 839/10

Key

D Distance between detection assemblies or evaluation distance for single-sided monitors (D = 5 m for single-sided vehicle monitors and 1 m for single-sided pedestrian or package monitors. For fixed monitors, "D" is stated by the manufacturer.)

Figure 1 – Diagram of mounting dimensions for radionuclide identifying portal monitors

3.1.7**false alarm**

alarm not caused by an increase in radiation level over background conditions

[IEC 62401]

3.1.8**false identification**

misinterpretation of data being measured by a system leading to the incorrect identification of radionuclide(s) or isotopes of all radionuclides that are present

3.1.9**innocent alarm**

an alarm, as designated by the operator, caused by an increase in radiation from radioactive material such as NORM (e.g., fertilizer, tiles, ceramics), legal radioactive shipments, or in-vivo medical radionuclides

3.1.10**live time**

time interval during which a detection assembly is sensitive to the input signal

[IEV 394-39-31, modified]

3.1.11

manufacturer

includes the designer of the equipment

3.1.12

occupancy

when the detection zone is occupied with an object (e.g., person, vehicle, package) that is being monitored

3.1.13

peripheral device

any device connected to the system other than the detector or detection assembly that is not required for operation

3.1.14

purchaser

includes the user of the equipment

3.1.15

radioactive material

in this standard, radioactive material includes special nuclear material and any radioactive source, unless otherwise specifically noted

3.1.16

reference point of the detection zone

the point at the geometric centre of the detection zone for two-sided monitors or at the geometric centre of the detection zone that is adjacent to a single-sided monitor at a distance from the detection assembly surface that is based on the monitor type (Figure 1)

3.1.17

run time

the duration (i.e., elapsed clock time) of the acquisition of the spectrum or other data

3.1.18

standard test sources

a set of radioactive sources required to perform an evaluation that are traceable to a national or international standard

3.1.19

static mode

when the object being monitored is stationary within the detection zone for the monitoring period

3.1.20

transient mode

when the object being monitored passes through the detection zone

3.2 Abbreviations

3.2.1

ESD

electrostatic discharge

3.2.2

DU

depleted uranium

3.2.3**HEU**

highly enriched uranium

3.2.4**IAEA**

International Atomic Energy Agency

3.2.5**LEU**

low enriched uranium

3.2.6**NORM**

naturally occurring radioactive material

3.2.7**PMMA**

polymethyl methacrylate

3.2.8**RF**

radio frequency

3.2.9**RGPu**

reactor grade plutonium

3.2.10**RH**

relative humidity

3.2.11**SNM**

special nuclear material

3.2.12**WGPu**

weapons grade plutonium

3.3 Quantities and units

In the present standard, units of the International System (SI) are used¹. The definitions of radiation quantities are given in IEC 60050-393 and IEC 60050-394. The corresponding old units (non SI) are indicated in brackets.

Nevertheless, the following units may also be used:

- for energy: electron-volt (symbol: eV), $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- for magnetic flux density: gauss (G);
- for time: years (symbol: y), days (symbol: d), hours (symbol: h), minutes (symbol: min).

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

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

4 Design requirements

4.1 General requirements

The equipment addressed by this standard shall detect the presence of gamma-ray and neutron sources, and identify gamma-emitting radionuclide(s) in objects, containers, vehicles, or in, or being carried by, pedestrians.

An alarm shall be activated when the signal from the detection system exceeds an alarm or preset condition (user selectable for radiation level or identification result). Measurement occurs when the object passes through the detection zone or with the object static within the detection zone where the user performs controlled analyses of the object (i.e., enters collection time and/or activates the count).

Passage speeds for transient mode testing are stated in Table 1. Testing at different speeds may be performed as a special test upon agreement between the manufacturer and user. The manufacturer shall state the time required for static measurements.

Monitors shall be capable of operating independently of any peripheral device or remote station and shall be unaffected by any malfunction of a peripheral device.

According to their use, spectroscopy-based portal monitors are classified as:

- pedestrian monitor,
- vehicle (including containerized cargo handlers) monitor,
- rail vehicle monitor, and
- package monitor (i.e., conveyor).

The detection zone is the area located adjacent to a single-sided detection assembly or between two or more detection assemblies where the measurement of radiation takes place (Figure 1). The size of the detection zone is based on the classification of use. If a monitor is used in two or more classifications, its detection zone shall be appropriate for each classification. The detection zone shall be of a size that ensures that all objects which could move through the detection zone are monitored. The manufacturer shall state the size of the detection zone for which the requirements stated in this standard are met.

The monitor shall meet the performance requirements of this standard when installed as tested. Operational conditions such as separation distance (distance between opposing detection assemblies) and background radiation shall be considered when installing the monitor. The manufacturer shall state the distance and background level at which the monitor meets this standard. If the manufacturer-stated distance is different from that required by this standard, testing should be carried out at the manufacturer stated distance.

It is important to be able to identify the person or vehicle that caused an alarm. The alarm should be generated within a period of time to ensure that the object that caused an alarm can be identified. This is important if complex algorithms are in place that need a finite process time. It becomes more important if a constant stream of traffic is being monitored (i.e., pedestrians).

4.1.1 Pedestrian monitor

Pedestrian monitors shall provide a detection zone to ensure that people are monitored. For evaluation purposes, the height of the detection zone shall be 1,9 m measured from 0,1 m above the ground. The recommended distance between detection assemblies for evaluation purposes is listed in Table 2 or provided by the manufacturer for monitors where each detection assembly is part of a structure with a fixed distance between each assembly.

Pedestrian monitors may use a single detection assembly (single-sided) or multiple opposing detection assemblies with or without detectors across the top and/or bottom part of the detection zone. For monitors with a restricted passage height, the height of the detection zone shall be from the ground or base surface to the top surface of the monitors' detection assembly.

The passage speed for transient mode testing shall be the speed listed in Table 1.

4.1.2 Vehicle monitor

Vehicle monitors shall provide a detection zone that ensures that the entire vehicle is monitored during passage when operated in transient mode. The height of the detection zone shall be stated by the manufacturer.

NOTE Different heights may be used based on the region of use and associated local requirements.

For trucks, the height of the detection zone for testing purposes shall be 4,3 m measured from 0,2 m above the ground. For passenger cars, the height of the detection zone for testing purposes shall be 2,8 m measured from 0,2 m above the ground. The distance between vertical detection assemblies for evaluation purposes is listed in Table 2 or is given by the manufacturer.

Passage speeds for transient mode testing are stated in Table 1. Testing at slower speeds may be performed as a special test upon agreement between the manufacturer and user. The manufacturer shall state the time required for static measurements.

4.1.3 Rail vehicle monitor (includes rail transported containers)

Rail vehicle monitors shall provide a detection zone that ensures that the entire rail vehicle is monitored during passage. For evaluation purposes, the height of the detection zone shall be 5,7 m measured from 0,3 m above the rail (for test purposes, the ground surface should be considered as the top of the rail). For monitors with a restricted passage height, the top of the detection zone shall be to the top surface of the monitors' detection assembly. The distance between vertical detection assemblies for evaluation purposes is listed in Table 2 or is given by the manufacturer's dimension.

NOTE Different heights may be used based on the region of use and associated local requirements.

The passage speed for transient mode testing shall be the speed listed in Table 1.

4.1.4 Package (or conveyor) monitor

Package or conveyor monitors shall provide a detection zone that ensures that items moving through the detection zone are monitored. The dimensions of the detection zone shall be stated by the manufacturer. Monitors may use a single detection assembly (single-sided) or multiple opposing detection assemblies which may have detectors across the top and/or bottom part of the detection assembly (multi-sided).

For evaluation purposes, the height of the detection zone shall be

- a) 1 m from the base surface (that surface which corresponds to the ground or conveyor bottom surface) for detectors mounted below the base surface, or
- b) 1 m from the base surface to the face of the detection assembly for detectors mounted above the base surface. For monitors with a restricted passage height, the height of the detection zone shall be from the base surface to the manufacturer-specified distance.

The passage speed for transient mode testing shall be the speed listed in Table 1.

4.2 Physical configuration

The monitor may consist of one or several detector assemblies and a data processing unit. Enclosure(s) provided for outdoor assemblies should be designed to meet the IP54 designation as stated in IEC 60529.

The detection assemblies for road and rail vehicle monitoring may be subjected to vibration. Monitors and installation techniques (i.e., concrete pads, support brackets) shall be designed to prevent normal vibrations and shocks from interfering with the operation of the detection system.

Controls and adjustments that may affect the operation of the monitor including calibration and alarm settings shall be designed so that access to them is limited to authorized persons.

Provisions shall be made to permit testing of visual and/or sound warning indicators without the use of radiation sources.

No additional radiation shielding shall be used to reduce ambient radiation levels when evaluating monitors.

4.3 Spectral identification and count rate information

A displayed gamma-ray spectrum is not required during routine operation. The spectrum display shall be available through manufacturer-defined user actions.

The monitor shall have the ability to internally store 100 alarm data sets using a method that will prevent data loss in the event of loss of power. Each alarm data set shall contain collection and identification results information including:

- Unprocessed spectrum (spectra for multi-detector systems)
- Time and date
- Run time and live time
- Identified radionuclides and categories
- Occupancy time (when occupancy sensors are used, or the data collection time when occupancy sensors are not used)
- Transient speed (if applicable)
- Monitor identification
- Alarm condition (gamma-ray and/or neutron)
- Background (gamma-ray and neutron count rate, and spectrum)
- Gamma-ray count rate during measurement
- Neutron count rate during measurement
- Video record or image (e.g., photo, license plate/vehicle registration number), if available.

The monitor shall have the ability to internally store at least 3 h of measurement data or 1 000 complete occupancy data sets using a method that will prevent data loss in the event of loss of power.

The monitor shall have the ability to transfer stored information including spectra at user selectable intervals to an external device such as a computer.

The monitor shall have the ability to display gamma-ray and neutron count rate time-history data internally or on an external device.

An indication shall be displayed or otherwise provided (i.e., “not identified”, “unknown”) if a radionuclide cannot be identified during or after a measurement takes place that activated an alarm.

If a confidence indication is associated with the identification of a radionuclide(s), the confidence value shall be provided in the data set and the manufacturer shall describe the meaning of the displayed confidence value.

The monitor shall have the ability to perform identification measurements with an object static in the detection zone. This selection of static or transient mode shall be user selectable. The recommended measurement time for static mode shall be stated by the manufacturer and be user selectable. The maximum selectable measurement time shall be by agreement between the manufacturer and user.

4.4 Indication features

The monitor shall provide an indication of its operational status and alarm condition, and be capable of transmitting these signals to remote stations. The user shall have the ability to select the visibility of the status indication.

All alarm indicators shall automatically or manually reset as defined by the user. Radiation alarm function shall be user selectable based on count rate, radionuclide identification, and/or radionuclide categorization.

4.5 Occupancy and speed sensors for vehicle monitors

Occupancy and speed sensors:

- shall be able to detect presence and to estimate vehicle speed, indicate if a vehicle stops within the detection zone, and not count a single vehicle or object in the detection zone more than once;
- should be capable of operating on a mix of traffic as applicable to the expected use (e.g., cars, vans, pickup trucks, buses, cargo trucks, trains), and
- should function under all environmental conditions stated in this standard.

Rail monitors should have the ability to indicate the approximate location within the train that caused an alarm when monitoring multi-car trains.

For test purposes, a system that uses sensors to activate a measurement should have the capability to perform a user-selected number of consecutive discrete measurements automatically without the need to activate the sensor. Function variables such as occupancy time and time between occupancies shall be selectable by the user.

4.6 Markings

Internal controls shall be identified through markings on electrical circuit boards and/or individual components, and identification in technical manuals.

Markings shall be permanently fixed under normal conditions of use.

Exterior markings shall be limited to the manufacturer's unique serial number, and voltage and current requirements.

4.7 Power supply

4.7.1 Requirements

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

If backup power is provided, the manufacturer shall state the expected operating time and conditions in which the time was determined.

4.7.2 Method of test

Place the ^{137}Cs and ^{252}Cf test sources in a location that provides stable readings (minimal fluctuations so that any real changes caused by voltage or frequency changes are observable). With the supply voltage at its nominal value determine the average gamma-ray and neutron readings from a sufficient series of readings and perform a 10 trial radionuclide identification of ^{137}Cs . Record the identification results.

Increase the supply voltage to 12 % above the nominal value. Determine and record the gamma-ray and neutron average readings and perform a 10 trial radionuclide identification using ^{137}Cs . Decrease the supply voltage to 12 % below the nominal value and again determine and record the average readings, and perform a 10-trial radionuclide identification.

The above tests shall be repeated but instead of changing the voltage, the frequency shall be changed from 58 Hz to 63 Hz for 60 Hz supply voltage or 47 Hz to 53 Hz for 50 Hz supply voltage.

For this test, the results at each voltage or frequency test value from each series of identifications shall be the same or better than the identification results obtained at the nominal voltage and frequency. For example, if the 10 trial results at nominal voltage and frequency are correct in 6 out of 10 trials, the results at each test value shall be 6 or more correct to be acceptable. For the gamma and neutron channels, the results are acceptable if the mean readings obtained at each voltage or frequency test value are within $\pm 15\%$ of the mean readings obtained at the nominal voltage and frequency.

4.8 Protection of switches

Switches and other controls should be designed to ensure that the monitor can be operated properly while preventing accidental switch operation.

4.9 Energy and count rate range

The gamma-ray energy range, the range for gamma-ray count rate measurement, and for neutron count rate indication shall be stated by the manufacturer.

4.10 Communications protocol and data format

The monitor shall have the ability to transfer data to an external device, such as a computer. The transfer shall be based on a commonly available technology such as Ethernet, USB, RS-232, wireless, or RS-485.

The protocol and format shall be fully described in the technical manual and be freely distributable. It is recommended that the example data format schema be based on ANSI N42.42, American National Standard Data Format Standard for Radiation Detectors Used for Homeland Security.

4.11 User interface

4.11.1 Guidance regarding alarm logic

The monitor should provide 5 types of function/alarm indications:

- a) "OK" - in operation, no detection, no identification of interest.
- b) "Detection" - in operation, gamma detection, no identification².

² Can correspond to a transient result before identification results, or a detection without identification.

- c) “green alarm” - in operation, identification of non-threat radionuclides with a count rate (or dose equivalent rate) below entered threshold³.
- d) “red alarm” - in operation, identification of radionuclide of interest or non-threat (as defined by the user) radionuclide with a count rate (or dose equivalent rate) greater than threshold, or neutron detection.
- e) “unavailable” - out of order or temporally unavailable.

4.11.2 Audible (sound) alarm

User-selectable audible alarms shall be available for all alarms stated in 4.11.1 as well as system failures. The user shall have the ability to acknowledge alarms.

4.11.3 Visual indicators

Visual indicators shall be available for all alarms stated in 4.11.1, as well as system failures.

Displayed information shall include the following:

- Neutron alarm
- Gamma alarm
- Radionuclide categorization and identification
- Detection without a radionuclide identified
- Object present, if occupancy sensors are used
- System failure
- System condition, and
- Operating mode

4.11.4 Warning indicators

The following indications shall be provided at the user interface as a minimum.

- Background changes during non-occupancies that can affect the overall sensitivity of the monitor
- High or low detector count rate conditions
- Energy stabilization invalid or not acceptable
- Occupancy sensor failure, if occupancy sensors are used
- Over-range indication (e.g. “high background” or “high counts”)
- Loss of mains power
- Detector failure
- Communication failure

4.11.5 Basic indications and functions

The following information and control shall be provided for the trained user.

- View operational status
- View alarm indication
- Ability to reset alarms, and
- View identified radionuclide(s) and categorization (user selectable through advanced or supervisory access)

³ May be used for NORM and in-vivo medical radionuclides.

4.11.6 Advanced indications and functions

The following information and control shall be provided for the supervisory user through the use of access controls or special commands.

- Access to and control of operating parameters (radionuclide library, alarm control)
- Access to and control of data logging intervals
- Access to alarm history
- Access to spectra
- Access to radionuclide identification results and control of basic indication function
- Access to occupancy data set (if occupancy sensors are used)
- Access to vehicle photo or video recording (if available)
- Access to radiation profiles (count rate time history data)
- Access to background radiation information
- Access to alarm selection criteria including the ability to select specific radionuclides
- Access to status indication criteria including the ability to set the radiation level for activation of the high radiation indicator
- Access to energy and/or efficiency calibration information.

5 Radiation detection and indication performance requirements

5.1 General test conditions

5.1.1 Nature of tests

The tests in this standard are to be considered as type tests unless otherwise stated. The given specifications are evaluated by the tests given in the appropriate subclauses. All tests in this standard shall be performed using the same conditions with any accessories included with the monitors. Where no method of test is specified, it is understood to mean that the characteristic can be verified by observation or consultation of the manufacturer's specifications. The user may employ certain parts of the standard as acceptance tests.

Operating parameters, alarm parameters, and radionuclide library shall remain the same throughout the entire test process.

5.1.2 Reference conditions and standard test conditions

Reference and standard test conditions are given in Table 3. Reference conditions are those conditions for which the performances of the instrument are valid and standard test conditions indicate the necessary tolerances in practical testing. Except where otherwise specified, the tests in this standard shall be performed under the standard test conditions.

5.1.3 Statistical fluctuations

For any test involving the use of radiation, if the magnitude of the statistical fluctuations of the indication arising from the random nature of radiation alone is a significant fraction of the variation of the indication permitted in the test, then sufficient readings shall be taken to ensure that the mean value of such readings may be estimated with sufficient accuracy to demonstrate compliance with the test in question.

The interval between such readings shall be sufficient to ensure that the readings are statistically independent.

5.2 Reference radiation

Unless otherwise stated, tests requiring the collection of only the non-spectroscopic photon response shall be carried out using ^{133}Ba and ^{57}Co , and ^{252}Cf (bare and moderated) for neutron response testing.

Other radionuclides used for identification testing are listed in Table 4.

The ambient dose equivalent rates for gamma response testing and the activity levels chosen for identification testing are not indicative of the alarm set point or overall sensitivity of the monitoring system, which are established based on the ambient background and acceptable false alarm rate.

5.3 Alarm categorization

Alarms may be categorized based on the level of radiation detected and measured, and the identification results. The International Atomic Energy Agency (IAEA) has recommended that colours be used as a method of categorization. Table 5 provides IAEA-based guidance regarding a method to categorize alarms.

5.4 False alarms

5.4.1 Requirements

When tested in an area with a stable ambient background (only natural fluctuations) at the levels stated in Table 3, the false alarm and false identification rate shall be not more than 1 per 1 000 measurement intervals for systems that use occupancy sensors; or 1 alarm or false identification in 2 h for monitors that do not use occupancy sensors.

The false alarm test shall be completed prior to any other radiation testing. Alarm threshold values shall remain the same throughout the entire test process.

NOTE This requirement contains two parts: false gross counting alarms and false identifications that may be performed simultaneously.

5.4.2 Method of test

The test shall be performed with a minimum of 5 000 measurement intervals of 5 s duration for vehicle or rail monitors, or 1 s for pedestrian or package monitors, or by observing the monitor for 10 h in an area that has a stable and controlled background for monitors without occupancy sensors. The results are acceptable if no more than 5 alarms or false identifications occur.

5.5 Response to gamma radiation

5.5.1 Requirements

A monitor shall alarm when the radiation level (e.g., overall count rate) measured as an object transits through the detection zone at the speed stated for that specific application (Table 1) is greater than the alarm setting.

The monitor shall alarm a minimum of 49 times in 50 occupancies. The visual indication ("red", "green", "detection") and audible alarm shall be activated as defined in 4.11.

5.5.2 Method of test

Using ^{133}Ba and ^{57}Co (Table 4), verify that the monitor alarms when passing each source horizontally through the detection zone at the required test speed (see Table 1) through the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom and middle and top planes (Table 2). There shall be at least a 10 s delay with a

maximum of 30 s between each trial with the source either positioned at a distance where it does not affect the background or shielded during the delay.

5.6 Radiation intensity and identification alarm

5.6.1 Requirements

An alarm shall be provided that is activated when the measured radiation intensity is above the alarm threshold and/or when a radionuclide of interest is identified. The radiation intensity alarm shall be based on the measured estimate of the ambient dose equivalent rate during a measurement interval or the count rate.

5.6.2 Method of test

The test method shall include verification that the alarm will activate when a selected radionuclide is identified by the monitor. The intensity alarm shall be verified by setting the intensity threshold to a value below the measured count rate and verifying that the alarm functions, then adjusting the intensity threshold to a value above the measured count rate and verifying that the alarm does not activate. Selection of radionuclides and intensity levels is done by the user.

5.7 Response to neutron radiation

5.7.1 Requirements

A monitor shall provide a neutron alarm ("red") when the neutron count rate measured as an object enters the detection zone is greater than the alarm setting.

The monitor shall alarm a minimum of 49 times in 50 occupancies. The visual indication and audible alarm shall be activated as defined in 4.11.

5.7.2 Method of test

Using the neutron source from Table 4 (encapsulated in 1 cm steel and 0,5 cm lead), verify that the monitor alarms when passing the source in a bare and moderated (8 cm high-density polyethylene or equivalent) configuration through the detection zone at the required transit speed and application-specific distance from the detection assembly(s) (Table 2). The transit heights shall be based on the application and are the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom and middle and top planes. There shall be at least a 10 s delay with a maximum of 30 s between each trial with the source either positioned at a distance where it does not affect the background or shielded during the delay.

5.8 Over-range

5.8.1 Requirements

If a monitor is subjected to a radiation level that is greater than the manufacturer-stated maximum during occupancy or when performing measurements without an occupancy sensor, an alarm indicating for example "high background" or "high counts" shall be activated and shall remain activated until the radiation level is reduced or the alarm is reset/acknowledged by the user. The visual indication and audible alarm for the user-selectable high radiation alarm shall be activated as defined in step 4.11.

The time required to return to non-alarm condition after the radiation level is returned to the background level shall not be greater than 1 min.

5.8.2 Method of test

Initiate a monitoring cycle with the monitor operating in a stable background. Simultaneously, using ^{137}Cs increase the ambient dose equivalent rate to a level that is greater than the manufacturer-stated maximum ($100\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ minimum) measured at the reference position of the detection zone. The monitor shall alarm and remain in alarm until the radiation level is reduced to the pre-test level. Within 1 min of the removal of the source, the monitor shall return to the pre-test count rate.

The monitor shall alarm and recover successfully in 3 successive tests.

5.9 Neutron indication in the presence of photons

5.9.1 Requirements

Gamma radiation at an ambient dose equivalent rate of up to $100\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (at the reference position) shall not trigger the neutron alarm. The presence of the ambient gamma dose equivalent rate used for test shall also not prevent the neutron alarm from activating when exposed simultaneously to the neutron source and the gamma source.

5.9.2 Method of test

Using ^{60}Co or ^{137}Cs , increase the ambient dose equivalent rate by $100\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ for a period of 5 s as measured at the reference position while the monitor is occupied. Remove the radiation source and allow the monitor to return to normal operation and repeat the test for a total of 3 trials.

Immunity of neutron detectors to gamma radiation is confirmed if no neutron alarms are triggered with the alarm set point at the value used for the neutron alarm test.

Expose the monitor to the neutron source (moderated and bare separately) while being exposed to the gamma source and verify that the neutron alarm activates.

5.10 Background effects

5.10.1 Requirements

The monitor shall provide a warning indication when a change in background is large enough to cause a substantial change in alarm probability. The indication shall be visual and audible, and shall be different than monitoring alarms.

The manufacturer shall state the maximum ambient dose equivalent rate for which the instrument meets the requirements of this standard.

5.10.2 Method of test

Without triggering an occupancy (if occupancy sensors are used) move the ^{137}Cs source (Table 4) starting from at least 8 m away from the centre of the detection zone at a speed of $0,08\text{ km/h}$ towards and eventually through the detection zone, or until a point where the monitor indicates that the background has changed substantially or alarms. Repeat the process two additional times for a total of three trials. The time interval between each trial shall be 1 min. Repeat the entire process using the ^{252}Cf source listed in Table 4.

The test is acceptable when the monitor indicates that the background has changed or an alarm is activated.

5.11 Radionuclide identification

5.11.1 Radionuclide categorization

- Special Nuclear Materials (SNM): Uranium (used to indicate ^{233}U , DU, LEU, HEU, and refined Uranium), ^{237}Np , Plutonium (RGPu, WGPu).
- Medical radionuclides: ^{18}F , ^{67}Ga , ^{51}Cr , ^{89}Sr , ^{99}Mo , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{103}Pd , ^{111}In , ^{123}I , ^{131}I , ^{153}Sm , ^{201}Tl , ^{133}Xe .
- Naturally occurring radioactive materials (NORM): ^{40}K , ^{226}Ra and daughters, ^{232}Th and daughters, Uranium ore (usually identified as radium).
- Industrial radionuclides: ^{57}Co , ^{60}Co , ^{75}Se , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{226}Ra and ^{241}Am .

NOTE 1 This is an informative list and should not be considered as all-inclusive.

NOTE 2 A discussion regarding the identification of Uranium is available in Annex A.

5.11.1.1 Requirements

The manufacturer shall state the radionuclides that the monitor can identify and their category. The categories selected should be based on the list shown in 5.11.1.

5.11.1.2 Method of test

Verify that the requirement is met by review of manufacturer's information provided in the technical manual and in the operating system.

5.11.2 Radionuclide identification qualification

A "correct identification" occurs when all radionuclides present are identified by the system without adding non-existing radionuclides or when no radionuclide is identified when none are present other than those that are part of the ambient natural background radiation.

A "false negative identification" occurs when an identification result is incomplete or incorrect or when the activities are above the detection limit without being identified.

A "false positive identification" occurs when the test radionuclide is identified but with other radionuclides that are not present.

Tests performed in the following sections address each of the identification measurement results.

5.11.3 General requirements for testing radionuclide identification ability

Identification ability is tested using source activities determined from photon emissions that are greater than 40 keV taking into consideration encapsulation and shielding as described in Table 4. The emission rate used to determine each stated activity in Table 4 is 500 000 photons per second which for ^{137}Cs is approximately equivalent to an ambient dose equivalent rate of $0,05 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ from a 0,25 mm stainless steel encapsulated source at a distance of 1 m.

For test purposes, the tolerance for the activities stated in Table 4 is from 0 % to 20 %. For medical radionuclides, the tolerance is from 0 % to 50 %. Mass values are used for SNM radionuclides. The tolerance for those sources is ± 20 %. When tested, actual values used shall be stated.

For this standard:

- HEU has an enrichment of approximately 93,5 % ^{235}U ,
- DU 0,2 % ^{235}U , and
- U_{nat} 0,7 % ^{235}U ,

- RGPu contains $\geq 10\%$ ^{240}Pu , and
- WGPu $\leq 6\%$ ^{240}Pu .

NOTE A discussion regarding the identification of Uranium is available in Annex A.

5.11.4 Single radionuclide identification

5.11.4.1 Requirements

The manufacturer shall provide a list of radionuclides that the monitor can identify. The list shall contain as a minimum, the following radionuclides:

- ^{40}K , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{201}Tl , ^{226}Ra , ^{232}Th , DU, RGPu, ^{241}Am , HEU, and WGPu.

5.11.4.2 Method of test – unshielded

The monitor shall be able to identify the following radionuclides at the reference speed for that specific application or within the time stated by the manufacturer for static measurements:

- ^{40}K , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{201}Tl , ^{226}Ra , ^{232}Th , DU (^{238}U), ^{241}Am .

For transient measurements, pass each source through the detection zone horizontally at the required test speed (Table 1) at the application-specific distance (Table 2). The transit heights shall be based on the application and are the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom and middle and top planes.

For static measurements, manually start a measurement cycle with each source positioned at the application-specific distance (Table 2). The vertical test positions shall be based on the application and are the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom and middle and top planes. The recommended measurement time shall be stated by the manufacturer.

The test for either transient or static measurements shall consist of 10 consecutive trials for each radionuclide in each configuration as required for that monitor's application. The monitors' alarm shall be reset after (or before) each trial, if appropriate. There shall be a 10 s delay between each trial with the source either positioned at a distance where it does not affect the background or is shielded during the delay.

The performance is acceptable when the monitor correctly identifies the radionuclide in at least 8 out of 10 consecutive trials and alarms.

5.11.4.3 Method of test – unshielded SNM

The monitor shall be able to identify the following radionuclides at the reference speed for that specific application or within the time stated by the manufacturer for static measurements:

- HEU, RGPu, and WGPu.

For transient measurements, pass each source through the detection zone horizontally at the required test speed (Table 1) and the application-specific distance (Table 2). The transit heights shall be based on the application and are the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom and middle and top planes.

For static measurements, manually start a measurement cycle with each source positioned at the application-specific distance (Table 2). The vertical positions shall be based on the application and are the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom and middle and top planes. The recommended measurement time shall be stated by the manufacturer.

The test for either transient or static measurements shall consist of 10 consecutive trials for each radionuclide in each configuration as required for that monitor's application. The monitors' alarm shall be reset after (or before) each trial, if appropriate. There shall be a 10 s delay between each trial with the source either positioned at a distance where it does not affect the background or shielded during the delay.

The performance is acceptable when the monitor correctly identifies the radionuclide in at least 8 out of 10 consecutive trials and alarms.

5.11.5 Identification of shielded radionuclides

5.11.5.1 Requirements based on shielding related to shipping containers

The manufacturer shall provide a list of shielded radionuclides that the monitor can identify. For this standard, the source is surrounded by 3 cm of steel on all sides.

NOTE 3 cm steel is based on possible shipping container configurations and attenuation of gamma-ray emissions from each radionuclide.

Identification ability is tested using sources that provide a dose equivalent rate of $0,05 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (0 % to +20 %) at the surface of the detection assembly after shielding is added.

The list shall contain the following radionuclides, as a minimum:

- ^{133}Ba , ^{137}Cs , and ^{60}Co .

5.11.5.2 Requirements based on radionuclides for medical treatments

The manufacturer shall provide a list of radionuclides that the monitor can identify when monitoring people with medical treatments. For this standard, the source is surrounded by 8 cm of polymethyl methacrylate (PMMA) or polymer of the same type.

Identification ability is tested using sources that provide a dose equivalent rate of $0,05 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (0 % to 20 %) at the surface of the detection assembly after the PMMA is added.

The list shall contain the following radionuclides, as a minimum:

- ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{201}Tl .

5.11.5.3 Method of test

The following test shall be performed to verify claims made based on the lists shown in sections 5.11.5.1 and 5.11.5.2.

For transient measurements, pass each source horizontally through the detection zone at the required test speed (Table 1). The transit heights shall be based on the application and are the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom and middle and top planes.

For static measurements, manually start a measurement cycle with each source positioned based on the application. The test positions are the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom and middle and top planes. The recommended measurement time shall be stated by the manufacturer.

The test for either transient or static measurements shall consist of 10 consecutive trials for each radionuclide in each configuration as required for that monitor's application. The monitor's alarm shall be reset after (or before) each trial, if appropriate. There shall be at least 10 s between each trial with the source either positioned at a distance where it does not affect the background or shielded during the delay.

The performance is acceptable when the monitor correctly identifies the radionuclide in at least 8 out of 10 consecutive trials and alarms.

5.11.6 Simultaneous radionuclide identification and masking

5.11.6.1 Requirements

The monitor shall have the ability to identify more than one radionuclide simultaneously at the same dose equivalent rates and a radionuclide of interest when combined (“masked”) by other radionuclides.

5.11.6.2 Method of test - Simultaneous

The following source combinations with HEU and RGPu representing the target radionuclides shall be used for testing:

- ^{99m}Tc + HEU.
- ^{131}I + RGPu.

The dose equivalent rate from each source shall be $0,05 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ at the surface of the detection assembly.

For transient measurements, pass each source combination horizontally through the detection zone at the required test speed (Table 1). The transit heights shall be based on the application and are the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom, and middle and top planes.

For static measurements, manually start a measurement cycle with each source combination positioned at the bottom, middle, and top of the detection zone, and the mid-point between the middle and bottom and middle and top planes. The recommended measurement time shall be stated by the manufacturer.

The test for either transient or static measurements shall consist of 10 consecutive trials for each radionuclide in each configuration as required for that monitor's application. The monitors' alarm shall be reset after (or before) each trial, if appropriate. There shall be a 10 s delay between each trial with the source either positioned at a distance where it does not affect the background or shielded during the delay.

The performance is acceptable when the monitor correctly identifies each target radionuclide in at least 8 out of 10 consecutive trials and alarms.

5.11.6.3 Method of test - Masked

To verify the masking requirement, the dose equivalent rate from the masking source shall be $0,1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ from each radionuclide (or $0,3 \mu\text{Sv}/\text{h}$ total) and $0,05 \mu\text{Sv}/\text{h}$ for the target radionuclide measured at the surface of the detection assembly. The target radionuclide shall not be shielded by the masking material. The following combinations with HEU and RGPu representing the target radionuclides shall be used following the techniques stated in section 5.11.6.2:

- ^{40}K + ^{226}Ra + ^{232}Th + HEU;
- ^{40}K + ^{226}Ra + ^{232}Th + RGPu;

NOTE “Zircon Sand” may be used instead of ^{40}K , ^{226}Ra , and ^{232}Th to represent NORM. The sand also contains ^{238}U .

- ^{99m}Tc + HEU;
- ^{131}I + RGPu.

5.11.7 Over-range characteristics for identification

5.11.7.1 Requirements

The manufacturer shall state the maximum ambient dose equivalent rate ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$) for identification. The ambient dose equivalent rate shall be based on ^{226}Ra (placed in a 1 cm Fe shield).

5.11.7.2 Method of test

Position a ^{226}Ra source to increase the ambient dose equivalent rate to the maximum for radionuclide identification as stated by the manufacturer. Re-acquire background with the ^{226}Ra present to enable the monitor to recalculate the background and perform a radionuclide identification using ^{60}Co at the activity level shown in Table 4.

For transient measurements, pass the ^{60}Co source through the detection zone horizontally at the required test speed (Table 1) and at the application-specific distance (Table 2). The transit height shall be through the middle of the detection zone.

For static measurements, manually start a measurement cycle with the ^{60}Co source positioned in the horizontal centre of the detection zone at the application-specific distance (Table 2). The height shall be the middle of the detection zone. The recommended measurement time shall be stated by the manufacturer.

The test for either transient or static measurements shall consist of 10 consecutive trials. The monitor's alarm shall be reset between each trial, if appropriate. There shall be a 10 s delay between each trial with the ^{60}Co source either positioned at a distance where it does not affect the background or shielded during the delay. The ^{226}Ra source shall remain in position during the test to maintain the ambient background intensity. The results are acceptable if the monitor provides the correct identification in at least 8 out of 10 trials.

5.11.8 Pile-up effects

5.11.8.1 Requirements

The monitor shall correctly identify radionuclides that are associated with people who have recently received radiation therapy treatments (^{131}I).

5.11.8.2 Method of test

Testing shall be performed using a 20 MBq ^{131}I source placed in the PMMA or equivalent polymer shield used to perform the tests defined in section 5.11.5.2.

For transient measurements, pass the source horizontally through the detection zone at the required test speed (Table 1) and at a distance of 1 m from the surface of the detection assembly. The transit height is the middle of the detection zone.

For static measurements, manually start a measurement cycle with the source positioned in the horizontal centre of the detection zone at 1 m from the detection assembly. The test height is the middle of the detection zone. The recommended measurement time shall be stated by the manufacturer.

The test for either transient or static measurements shall consist of 10 consecutive trials. The monitor's alarm shall be reset after (or before) each trial, if appropriate. There shall be a 10 s delay between each trial with the source either positioned at a distance where it does not affect the background or is shielded during the delay.

The performance is acceptable when the monitor correctly identifies the radionuclide in at least 8 out of 10 consecutive trials and alarms.

5.11.9 Radionuclide not in library

5.11.9.1 Requirements

The monitor shall alarm (“red”) and indicate “not in library” or “unknown” when exposed to a radioactive source that does not produce photo-peaks and when exposed to a radionuclide that is not in the library.

5.11.9.2 Method of test

It is recommended that the test be performed using a $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ source in an assembly that produces bremsstrahlung radiation. The dose equivalent rate at the surface of the detection assembly should be $0,05 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$.

For transient measurements, pass the source through the detection zone horizontally at the required test speed (Table 1). The transit height shall be in the middle of the detection zone.

For static measurements, start a measurement cycle with the source positioned to produce the required dose equivalent rate at the surface of the detection assembly. The recommended measurement time shall be stated by the manufacturer.

The test for either transient or static measurements shall consist of 10 consecutive trials. The monitors’ alarm shall be reset after (or before) each trial, if appropriate. There shall be a 10 s delay between each trial with the source either positioned at a distance where it does not affect the background or shielded during the delay.

The performance is acceptable when the monitor provides a message such as “not in library” or “not identified”, and alarms (“red”) in at least 8 out of 10 consecutive trials.

Repeat the test at the same ambient dose equivalent rate using a radionuclide that produces photo-peaks but that it is not in the library.

5.12 Environmental tests

5.12.1 Ambient temperature

5.12.1.1 Requirements

The monitor shall be able to operate over an ambient temperature range from $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Requirements for those monitors specifically designed for weather-controlled environments (heated and cooled) may be tested at a range from $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. The response of the monitor shall not change by more than $\pm 15\%$ of the average reading (count rate) obtained at the nominal temperature of $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the identification results shall be the same as or better than the results obtained at the nominal temperature. All necessary control functions, (alarms and indications) shall be verified to be operating correctly.

It is permissible to test the system by testing components only, such as detector(s) and any components designed for use in an uncontrolled environment unless cooling or heating systems are part of the detection system.

5.12.1.2 Method of test

For this test, the monitors’ response shall consist of collecting a series of gross gamma-ray and neutron readings using ^{57}Co and ^{60}Co , and ^{252}Cf . The response shall also consist of a 10 trial identification using ^{57}Co and ^{60}Co . The time interval for the identification test shall be based on the mode of operation. For transient mode monitors, the time should be 5 s. For static mode monitors, the time shall be based on the manufacturer’s stated time interval. Record the identification results as x correct identifications out of 10 trials for each radionuclide.

This test should be carried out in an environmental chamber. Humidity levels should be low enough to prevent condensation (<65 % RH) and the rate of change of temperature shall not exceed 10 °C per hour. The temperature shall be maintained at the upper and lower test points for a minimum of 16 h prior to collecting readings.

NOTE When testing with neutrons, it is preferable to place the neutron source adjacent to the detection assembly to minimize scatter and other affects due to changing environments.

5.12.2 Humidity tests

5.12.2.1 Requirements

The monitor shall be able to operate during and after exposure to relative humidity (RH) levels of up to 93 % RH at an ambient temperature of +40 °C.

The response of the monitor shall be within ± 15 % of the average reading obtained at the nominal temperature of $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and humidity level throughout the test, and the identification results are the same as or better than the results obtained at the nominal temperature of $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and humidity. There shall not be any observable effects from the exposure.

It is permissible to test the system by testing components only, such as detector(s) and any components designed for use in an uncontrolled environment unless cooling or heating systems are part of the detection system.

5.12.2.2 Method of test

For this test, the monitor's response shall consist of collecting a series of gross gamma-ray and neutron readings using ^{57}Co and ^{60}Co , and ^{252}Cf . The response shall also consist of a 10 trial identification using ^{57}Co and ^{60}Co . The time interval for the identification test shall be based on the mode of operation. For transient mode monitors, the time should be 5 s. For static mode monitors, the time shall be based on the manufacturer's stated time interval. Record the identification results as $\times$ correct identifications out of 10 trials for each radionuclide.

This test should be carried out in an environmental chamber. The rate of change of the humidity and temperature shall not exceed 10 % RH and 10 °C per hour respectively until attaining $93\% \pm 5\%$ RH and 40 °C. The humidity and temperature shall be maintained at this value for a minimum of 16 h prior to collecting readings.

NOTE When testing with neutrons, it is preferable to place the neutron source adjacent to the detection assembly to minimize scatter and other affects due to changing environments.

5.12.3 Dust and moisture resistance tests

5.12.3.1 Requirements

The monitor including components designed for use in an unprotected environment shall meet the requirements stated for IP code 54 (see IEC 60529). The instrument shall be protected from the ingress of dust and splashing water. For IP54, the ingress of dust is not totally prevented, but dust shall not penetrate in a quantity to interfere with satisfactory operation of the instrument or to impair safety, and water splashed against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.

The gamma and neutron readings shall remain within ± 15 % of the pre-test response throughout the test and after the test, and there shall not be any observable effects from the exposure and all control functions shall be verified to be operating correctly.

Monitors that are specified to be resistance to salt water shall exhibit this same performance after being subjected to a salt water spray.

5.12.3.2 Method of test – Dust

The test shall be made using a dust chamber (IEC 60529-category 2) where the powder circulation pump may be replaced by other means suitable to maintain the talcum powder in suspension in a closed test chamber. The amount of powder to be used should be 2 kg/m^3 . The powder shall not have been used for more than 20 tests.

If the monitor uses multiple identical detector assemblies, it is only necessary to test one assembly.

The monitor shall be exposed to a ^{137}Cs source that is of sufficient intensity to minimize the effect of the statistical fluctuations of the radiation level readings. The monitor shall then be exposed to the dust environment for a period of 1 h. The monitor shall remain within $\pm 15 \%$ of the pre-test response throughout the test and after the test.

Following exposure, an inspection shall be performed to determine the extent of dust ingress. The protection is satisfactory if, on inspection, powder has not accumulated in a quantity or location such that, as with any other kind of dust, it could interfere with the correct operation of the monitor or impair safety.

5.12.3.3 Test method – Moisture

The test shall be made using a suitable nozzle (see IEC 60529, spray nozzle) with the water pressure adjusted to give a flow rate of $10 \text{ l/min} \pm 5 \%$, which should be kept constant during the test. The water temperature should not differ by more than 5°C from the temperature of the monitor under test. The test duration is 1 min/m^2 of the calculated surface area of the monitor with a minimum duration of 15 min.

Following exposure, an inspection shall be performed to determine the extent of water ingress. The protection is satisfactory if, on inspection, water has not accumulated in a quantity or location such that it could interfere with the correct operation of the monitor or impair safety.

For monitors that are designed for use in salt water spray environments, this test shall be conducted using salt water with a specific mass of approximately $1\,025 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$ at $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

5.13 Mechanical requirements

5.13.1 Vibration

5.13.1.1 Requirements

The monitor shall function normally when exposed to vibrations associated with equipment installed in non-weather protected locations of up to $0,5 g_n$ over a frequency range from 10 Hz to 150 Hz. The physical condition of the monitor should not be affected by exposure (e.g.: solder joints shall hold, nuts and bolts shall not come loose). The monitor shall remain within $\pm 15 \%$ of the pre-test response throughout the test and after the test.

5.13.1.2 Method of test

The test shall consist of 10 2 min logarithmic sweep cycles through the frequency range. The orientation used for testing shall be the same as that used when mounted in the field. The requirement is met if no alarms or other spurious indications occur, and there is no substantial change in response (reproducible deviations exceeding $\pm 15 \%$ of the initial mean gamma-ray or neutron readings). After the test, inspect the monitor for mechanical damage and loose components.

5.13.2 Microphonics/Impact

5.13.2.1 Requirements

The monitor shall be unaffected by microphonic conditions such as those that may occur from low intensity sharp contacts at energies of up to 1,0 J.

There shall be no alarms or other spurious indications, and no substantial change in response (reproducible deviations exceeding ± 15 % of the initial mean gamma-ray or neutron readings).

NOTE 1,0 J is equivalent to a mass of 1 kg moving at 1,4 m/s or falling from a height of 0,1 m.

5.13.2.2 Method of test

The impact test should be performed at 3 locations close to the electronics and at 3 other locations close to the detectors inside the monitor assembly. The requirement is met if no alarms or other spurious indications occur, and there is no substantial change in response (reproducible deviations exceeding ± 15 % of the initial mean gamma-ray or neutron readings).

The test shall be repeated for non-occupancy and occupancy operations.

5.14 Electromagnetic performance requirements

5.14.1 Electrostatic discharge (ESD)

5.14.1.1 Requirements

The monitor shall function properly after exposure to electrostatic discharges at intensities of up to 6 kV (IEC 61000-4-2 severity level 3).

5.14.1.2 Method of test

In order to evaluate a monitor's immunity to ESD, the contact discharge technique shall be used. Discharge points shall be selected based on user accessibility. There shall be ten discharges per discharge point with a one-second-recovery time between each discharge. It is recommended that tests first be performed at 2 kV, then if acceptable, 4 kV, followed by 6 kV.

The result is acceptable if no alarms or other spurious indications occur, and there is no substantial change in response (reproducible deviations exceeding ± 15 % of the initial mean gamma-ray or neutron readings).

This test shall be performed under non-occupancy and occupancy operations.

5.14.2 Radio frequency

5.14.2.1 Requirements

The monitor should not be affected by RF fields over the frequency range of 80 MHz to 2 500 MHz at an intensity of 10 V/m (IEC 61000-4-3 severity level 3). No alarms or other spurious indications should occur, and there should be no substantial change in response (reproducible deviations exceeding ± 15 % of the initial mean gamma-ray or neutron readings).

5.14.2.2 Method of test

The test should be performed using an automated sweep at a frequency change rate not greater 1 % of the fundamental (previous) frequency. Dwell time should be chosen based on the monitor's response time, but should not be less than 3 s.

The requirement is met if no alarms or other spurious indications occur, and there is no substantial change in response (reproducible deviations exceeding ± 15 % of the initial mean gamma-ray or neutron readings). This test shall be performed under non-occupancy and occupancy operations.

5.14.3 Radiated RF emissions

5.14.3.1 Requirements

RF emissions when measured at 3 m shall be less than the limits shown in Table 6.

5.14.3.2 Method of test

Place the monitor in a radio frequency shielded room or chamber, as appropriate. Position an antenna 3 m from the assembly. With the monitor off, collect a background spectrum using a scanning bandwidth of 50 kHz. Switch the monitor on and perform a RF scan for both non-occupancy and occupancy operations.

5.14.4 Conducted disturbances

5.14.4.1 Requirements

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

No alarms or other spurious indications should occur, and no substantial change in response (reproducible deviations exceeding ± 15 % of the initial mean gamma-ray or neutron readings).

5.14.4.2 Method of test

Place the ^{137}Cs gamma-ray and ^{252}Cf neutron test sources in a location that provide stable readings and expose the monitor to a conducted RF field over the frequency range of 150 kHz to 80 MHz at an intensity of 140 dB (μV) 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sine wave.

The test should be performed using an automated sweep at a frequency change rate not greater 1 % of the fundamental (previous) frequency. Dwell time should be chosen based on the monitor's response time, but should not be less than 3 s.

This test shall be performed under non-occupancy and occupancy operations.

5.14.5 Magnetic fields

5.14.5.1 Requirements

The monitor shall be unaffected by the presence of magnetic fields. No alarms or other spurious indications shall occur, and no substantial change in response (reproducible deviations exceeding ± 15 % of the initial mean gamma-ray or neutron readings).

5.14.5.2 Method of test

The effect of magnetic fields shall be stated by the manufacturer. A recommended test process is to place the ^{137}Cs and ^{252}Cf test sources in a location that provides a stable response then expose the monitor to a 1 mT (10 Gauss) DC magnetic field. The exposure should be done in at least two orientations (0° and 90°) relative to the field lines. The requirement is met if no alarms or other spurious indications occur, and there is no substantial change in response (reproducible deviations exceeding ± 15 % of the initial mean gamma-ray or neutron readings).

This test shall be performed under non-occupancy and occupancy operations, as applicable.

5.14.6 Surges and oscillatory waves

5.14.6.1 Requirements

The monitor should not be affected by surges or oscillatory waves of up to 2 kV that are classified as ring waves or combination waves at 1,2/50 μ s and 8/20 μ s. No alarms or other spurious indications shall occur, and no substantial change in response (reproducible deviations exceeding ± 15 % of the initial mean gamma-ray or neutron readings).

5.14.6.2 Method of test

Apply ten pulses to the monitor with a minimum time between surges of 1 min. Each pulse should consist of a combination wave (1,2/50 μ s and 8/20 μ s) at an intensity of 2 kV. Apply ring wave pulses of not more than 2 kV.

This test shall be performed under non-occupancy and occupancy operations.

6 Documentation

6.1 Type test report

The manufacturer shall make available, at the request of the purchaser, the report on the type tests performed to the requirements of this standard.

6.2 Certificate

The manufacturer shall provide the following information, as a minimum:

- Contact information for the manufacturer including name, address, telephone number, fax number, email address
- Type of portal monitor, detector and types of radiation the monitor is designed to measure
- Mounting distance between detection assemblies, as appropriate
- Power supply requirements
- Results of tests performed to this standard
- Recommended operational parameters such as: detector response, false alarm probability, alarm thresholds, static measurement time, and libraries
- Complete description of the evaluated monitor, including detection zone and the time required for static measurements
- Enclosure specification classification
- Inclusion of any hazardous material that may require additional regulation (such as radionuclide check source)
- List of radionuclides that are identified by the monitor
- Over-range radiation level values for gross counting and identification
- Conformity of monitor to the requirements in the standard

6.3 Operation and maintenance manuals

The manufacturer shall supply an operation and maintenance manual containing the following information to the user:

- Operating instructions and restrictions
- Module connection schematic
- Electrical connection schematic
- Spare parts list
- Troubleshooting guide

- Description and protocol for communication methods of transmitting and receiving data
- Description of data format for output files.

Table 1 – Speed of moving sources

Monitor type	Source speed
Pedestrian monitors	1,2 m/s
Vehicle and rail monitors	2,2 m/s
Package or conveyor monitor	1,2 m/s
NOTE Tolerance for stated speeds is ± 20 %.	

Table 2 – Evaluation distances for different applications

Monitor type	Distance between detection assemblies	Evaluation distance
Single-sided pedestrian or package monitors	N/A	Source 1 m from detector
Fixed dimension pedestrian or package monitors	As stated by the manufacturer	Centred between detection assemblies
Multiple-sided pedestrian or package monitors	1 m apart measured from the surface of each detection assembly, or as stated by the manufacturer	Centred between detection assemblies
Single-sided vehicle monitors (Includes containerized cargo)	N/A	Source 5 m from assembly
Multiple sided vehicle monitors (Includes containerized cargo)	5 m apart measured from the surface of each detection assembly, or as stated by the manufacturer	Centred between detection assemblies
Single-sided rail vehicles monitors	N/A	Source 6 m from assembly
Multiple-sided rail vehicle monitors	6 m apart measured from the surface of each detection assembly, or as stated by the manufacturer	Centred between detection assemblies

Table 3 – Reference and standard test conditions

Influence quantity	Reference conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C
Relative humidity	65 %	20 % to 75 %
Atmospheric pressure	101,3 kPa	70 kPa to 106,6 kPa
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Negligible
Magnetic induction of external origin	Negligible	Negligible
Monitor controls	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Background ambient dose equivalent rate	0,1 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	$\leq 0,1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$
Reference photon radiation	^{137}Cs	Unless otherwise stated, ^{137}Cs
Reference neutron radiation	^{252}Cf (bare and moderated)	^{252}Cf (bare and moderated)
NOTE 1 The values in the table are intended for tests performed in temperate climates. In other climates, the actual values of the quantities at the time of test shall be stated. Similarly a lower limit of pressure other than 70 kPa may be permitted at higher altitudes.		
NOTE 2 The characteristics of, and dosimetry methods for, the reference photon radiations are given in ISO 4037-1, ISO 4037-2 and ISO 4037-3 and the characteristics of, and dosimetry methods for, the reference neutron radiations are given in ISO 8529-1, ISO 8529-2 and ISO 8529-3.		

Table 4 – Approximate activity values for gamma-ray and neutron sources

Radionuclide	Activity (Bq) unshielded
^{241}Am	$1,7 \times 10^6$
^{135}Ba	$3,2 \times 10^5$
^{57}Co	$5,5 \times 10^5$
^{60}Co	$2,5 \times 10^5$
^{137}Cs	$5,8 \times 10^5$
DU	4,5 kg (46 cm^2)
^{67}Ga	$6,0 \times 10^5$
HEU	237 g (6,5 cm^2)
^{131}I	$3,6 \times 10^5$
^{192}Ir	$2,2 \times 10^5$
^{40}K	$4,7 \times 10^6$
^{237}Np	90 mg with 1 cm Fe shielding
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$5,9 \times 10^5$
^{201}Tl	$3,6 \times 10^5$
^{226}Ra	$2,9 \times 10^5$
^{232}Th	$5,0 \times 10^5$
RGPu	1,4 g with 1 cm Fe shielding
WGPu	15 g with 1 cm Fe shielding
^{252}Cf	$2 \times 10^4 \text{ neutrons s}^{-1} \pm 20 \%$

Table 5 – Example of alarm categorizations

“Green” alarm	“Red” alarm
- Indication of an in-vivo medical radionuclide: ^{67}Ga, $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In, ^{123}I, ^{51}Cr, ^{125}I, ^{131}I, ^{133}Xe, ^{201}Tl, ^{18}F at an ambient dose equivalent rate below the established masking limits - Indication of NORM: ^{40}K, ^{226}Ra in equilibrium or ^{232}Th in equilibrium AND ambient dose equivalent rate below masking limit (defined by the user)	- Identification of NUCLEAR or IND: ^{233}U, ^{235}U, ^{238}U, ^{237}Np, Pu-all, ^{57}Co, ^{60}Co, ^{133}Ba, ^{137}Cs, ^{192}Ir, ^{152}Eu, ^{241}Am, ^{75}Se - “UNKNOWN” identification - Indication of neutron radiation - Indication that the ambient dose equivalent rate from a medical or NORM is above the user-defined masking limit

Table 6 – Emission limits

Emission frequency range	MHz field strength
MHz	$\mu\text{V/m}$
30 – 88	100
88 – 216	150
216 – 960	200
Above 960	500

Annex A (informative)

Identification of uranium isotopes

The following Table A.1 provides background information regarding the detection and identification of various grades of uranium that may be transported and cause alarms to occur as a result of measurements performed using monitors addressed by this standard.

Table A.1 – Uranium detection and identification guidance

U grade	Definition	Accepted categories	Acceptable identification	Comment
U ore	Natural U, i.e., ^{235}U and ^{238}U in natural abundance and in secular equilibrium	NORM	^{226}Ra	It is difficult to distinguish U ore from ^{226}Ra and daughters because they are part of the ^{238}U decay chain and the 186,2 keV ^{226}Ra peak is masking the 185,7 keV main peak of ^{235}U .
Refined U	Natural U chemically processed to be separated from daughters (^{234}Th and $^{234\text{m}}\text{Pa}$ being short lived daughters of ^{238}U are still present)	SNM, suspicious	U, ^{235}U , or ^{238}U	There is no practical way for this application to distinguish refined U from slightly enriched U. Because of this, refined U should be categorized as SNM.
Low enriched uranium LEU	Enriched U up to a ^{235}U concentration of 20 % ^{235}U .	SNM	U, LEU, ^{235}U , or ^{238}U	May include a sub-class that could indicate slightly enriched uranium U enriched to a ^{235}U concentration of 0,9 % to 2 %.
High enriched uranium HEU	Enriched U up to a ^{235}U concentration at higher than 20 % ^{235}U	SNM	U, HEU, ^{235}U , or ^{238}U	
Depleted uranium DU	U with lower than natural abundance of ^{235}U	SNM, suspicious, or industrial	U, DU, ^{235}U , ^{238}U , or ^{238}U	Although DU is not typically considered an SNM, DU will generally be considered as SNM due to its hazards and also its masking capability.

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

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

IEC 60846 (all parts), *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation*

IEC 61526:2010, *Radiation protection instrumentation – Measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ for X, gamma, neutron and beta radiations – Direct reading personal dose equivalent meters*

IEC 62327:2006, *Radiation protection instrumentation – Hand-held instruments for the detection and identification of radionuclides and for the indication of ambient dose equivalent rate from photon radiation*

IEC 62401:2007, *Radiation protection instrumentation – Alarming personal radiation devices (PRD) for detection of illicit trafficking of radioactive material*

Withd
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62484:2010

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	41
1 Domaine d'application et objet.....	43
2 Références normatives.....	43
3 Termes et définitions, abréviations, grandeurs et unités	44
3.1 Termes et définitions	44
3.2 Abréviations	47
3.3 Grandeurs et unités.....	48
4 Exigences de conception.....	48
4.1 Exigences générales	48
4.1.1 Moniteur pour piétons.....	49
4.1.2 Moniteur pour véhicules.....	49
4.1.3 Moniteur pour véhicules ferroviaires (y compris conteneurs transportés par rail)	50
4.1.4 Moniteur pour colis (ou de convoyeurs)	50
4.2 Configuration physique.....	50
4.3 Identification spectrale et informations sur le taux de comptage	51
4.4 Caractéristiques des indications	52
4.5 Détecteurs d'occupation et de vitesse pour moniteurs pour véhicules.....	52
4.6 Marquages	52
4.7 Alimentation électrique	52
4.7.1 Exigences.....	52
4.7.2 Méthode d'essai	53
4.8 Protection des commutateurs	53
4.9 Etendue d'énergie et de taux de comptage.....	53
4.10 Protocole de communication et format de données.....	53
4.11 Interface utilisateur.....	53
4.11.1 Guide relatif à la logique de l'alarme.....	53
4.11.2 Alarme sonore.....	54
4.11.3 Indicateurs visuels.....	54
4.11.4 Indicateurs d'avertissement.....	54
4.11.5 Indications et fonctions de base.....	54
4.11.6 Indications et fonctions avancées	55
5 Exigences relatives à la détection des rayonnements et aux performances des indications.....	55
5.1 Conditions générales d'essai.....	55
5.1.1 Nature des essais.....	55
5.1.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	55
5.1.3 Fluctuations statistiques	56
5.2 Rayonnement de référence	56
5.3 Catégories des alarmes.....	56
5.4 Fausses alarmes	56
5.4.1 Exigences.....	56
5.4.2 Méthode d'essai	56
5.5 Réponse au rayonnement gamma	57
5.5.1 Exigences.....	57
5.5.2 Méthode d'essai	57
5.6 Alarme d'intensité et d'identification de rayonnement	57

5.6.1	Exigences.....	57
5.6.2	Méthode d'essai	57
5.7	Réponse au rayonnement neutronique	57
5.7.1	Exigences.....	57
5.7.2	Méthode d'essai	57
5.8	Dépassement	58
5.8.1	Exigences.....	58
5.8.2	Méthode d'essai	58
5.9	Indication de neutrons en présence de photons.....	58
5.9.1	Exigences.....	58
5.9.2	Méthode d'essai	58
5.10	Effets du bruit de fond	58
5.10.1	Exigences.....	58
5.10.2	Méthode d'essai	59
5.11	Identification des radionucléides	59
5.11.1	Catégories des radionucléides.....	59
5.11.2	Qualification d'identification des radionucléides.....	59
5.11.3	Exigences générales pour l'essai d'aptitude à l'identification des radionucléides	60
5.11.4	Identification d'un radionucléide isolé	60
5.11.5	Identification des radionucléides blindés.....	61
5.11.6	Identification et masquage simultanés des radionucléides	62
5.11.7	Caractéristiques de dépassement pour l'identification.....	63
5.11.8	Effets d'empilement.....	64
5.11.9	Radionucléide absent de la bibliothèque.....	64
5.12	Essais environnementaux.....	65
5.12.1	Température ambiante.....	65
5.12.2	Essais d'humidité.....	66
5.12.3	Essais de résistance à la poussière et à l'humidité	66
5.13	Exigences mécaniques.....	67
5.13.1	Vibration.....	67
5.13.2	Effets microphoniques/Impact.....	68
5.14	Exigences de performances électromagnétiques	68
5.14.1	Décharges électrostatiques (ESD).....	68
5.14.2	Radiofréquence	68
5.14.3	Rayonnements RF émis.....	69
5.14.4	Perturbations conduites	69
5.14.5	Champs magnétiques	69
5.14.6	Surtensions et ondes oscillatoires	70
6	Documentation	70
6.1	Compte-rendu d'essai de type	70
6.2	Certificat	70
6.3	Manuels d'utilisation et de maintenance	71
Annexe A (informative) Identification des isotopes d'uranium.....		74
Bibliographie.....		75

Figure 1 – Schéma des dimensions de montage pour des moniteurs pour portiques d'accès d'identification de radionucléides..... 45

Tableau 1 – Vitesse des sources mobiles	71
Tableau 2 – Distances d'évaluation pour des applications différentes	71
Tableau 3 – Conditions de référence et normales d'essai	72
Tableau 4 – Valeurs d'activité approximatives pour les sources de rayonnement gamma et de neutrons	73
Tableau 5 – Exemple de catégories d'alarmes	73
Tableau 6 – Limites d'émissions	73
Tableau A.1 – Guide pour la détection et l'identification de l'uranium.....	74

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62484:2010

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MONITEURS SPECTROSCOPIQUES POUR PORTIQUES D'ACCÈS UTILISÉS POUR LA DÉTECTION ET L'IDENTIFICATION DU TRAFIC ILLICITE DES MATIÈRES RADIOACTIVES

AVANT-PROPOS

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

La Norme Internationale CEI 62484 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/634/FDIS	45B/644/RVD

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

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

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

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

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62484:2010

Withdrawn

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MONITEURS SPECTROSCOPIQUES POUR PORTIQUES D'ACCÈS UTILISÉS POUR LA DÉTECTION ET L'IDENTIFICATION DU TRAFIC ILLICITE DES MATIÈRES RADIOACTIVES

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme Internationale spécifie les exigences de fonctionnement et de performances des moniteurs spectroscopiques de portiques d'accès utilisés pour la détection et l'identification du trafic illicite des matières radioactives. Les moniteurs spectroscopiques de portiques d'accès ont la capacité de détecter des rayonnements gamma et neutroniques et d'identifier des radionucléides émettant un rayonnement gamma pouvant être présents dans ou sur des personnes, des véhicules, des conteneurs ou des colis dans un mode de fonctionnement statique ou en transit.

Les exigences de fonctionnement fixées par la présente norme comportent la détection des rayonnements et l'identification des radionucléides émettant un rayonnement gamma, ainsi que les exigences associées aux conditions électriques, mécaniques et environnementales attendues lorsqu'un moniteur pour portique d'accès est mis en œuvre.

L'objectif de la présente norme est de déterminer des exigences de performances et de donner des exemples de méthodes d'essai acceptables, ainsi que de spécifier des caractéristiques générales, des conditions d'essai générales, des caractéristiques de rayonnement, des caractéristiques de sécurité électrique et environnementales, afin de déterminer si un moniteur pour portique d'accès satisfait aux exigences de la présente norme.

Les applications particulières pouvant inclure l'utilisation d'un moniteur dans des conditions atmosphériques particulières ou pour des besoins de détection qui ne sont pas traités par la présente norme nécessitent un essai supplémentaire.

L'atteinte de performances de fonctionnement satisfaisant ou dépassant les spécifications qui sont énoncées dans la présente norme dépend de l'installation convenable du moniteur, de la détermination des paramètres de fonctionnement appropriés, des dispositions de sécurité du moniteur, du maintien de la validité de l'étalonnage, de la mise en œuvre d'un programme d'essai et de maintenance convenable de la réponse, du contrôle de la conformité aux exigences de qualité et de la fourniture d'une formation appropriée au personnel exploitant.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60050-393:2003, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 393: Instrumentation nucléaire – Phénomènes physiques et notions fondamentales*

CEI 60050-394:2007, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 394: Instrumentation nucléaire – Instruments, systèmes, équipements et détecteurs*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
Amendement 1 (1999)

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

CEI 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*

ISO 4037-1:1996, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 1: Caractéristiques des rayonnements et méthodes de production*

ISO 4037-2:1997, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 2: Dosimétrie pour la radioprotection dans les gammes d'énergie de 8 keV à 1,3 MeV et de 4 MeV à 9 MeV*

ISO 4037-3:1999, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 3: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et mesurage de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence*

ISO 8529-1:2001, *Rayonnements neutroniques de référence – Partie 1: Caractéristiques et méthodes de production*

ISO 8529-2:2000, *Rayonnements neutroniques de référence – Partie 2: Concepts d'étalonnage des dispositifs de radioprotection en relation avec les grandeurs fondamentales caractérisant le champ de rayonnement.*

ISO 8529-3:1998, *Rayonnements neutroniques de référence – Partie 3: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et détermination de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence des neutrons*

Bureau International des Poids et Mesures: *Le Système International d'unités (SI)*, 8^{ème} édition, 2006

3 Termes et définitions, abréviations, grandeurs et unités

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions qui suivent, ainsi que ceux qui sont donnés dans la CEI 60050-393 et la CEI 60050-394, s'appliquent.

3.1.1

identification acceptable (ou correcte)

lorsqu'un moniteur identifie le ou les radionucléides qui sont présents

3.1.2

alarme

signal sonore, visuel ou autre déclenché lorsque la lecture de l'instrument dépasse une valeur fixée à l'avance, se trouve à l'extérieur d'une étendue fixée à l'avance ou lorsque l'instrument détecte et/ou identifie la présence de la source de rayonnement conformément à une condition fixée à l'avance

[VEI 393-18-03, modifiée]

3.1.3**critères d'alarme**

conditions déclenchant l'alarme d'un moniteur

3.1.4**indication de confiance**

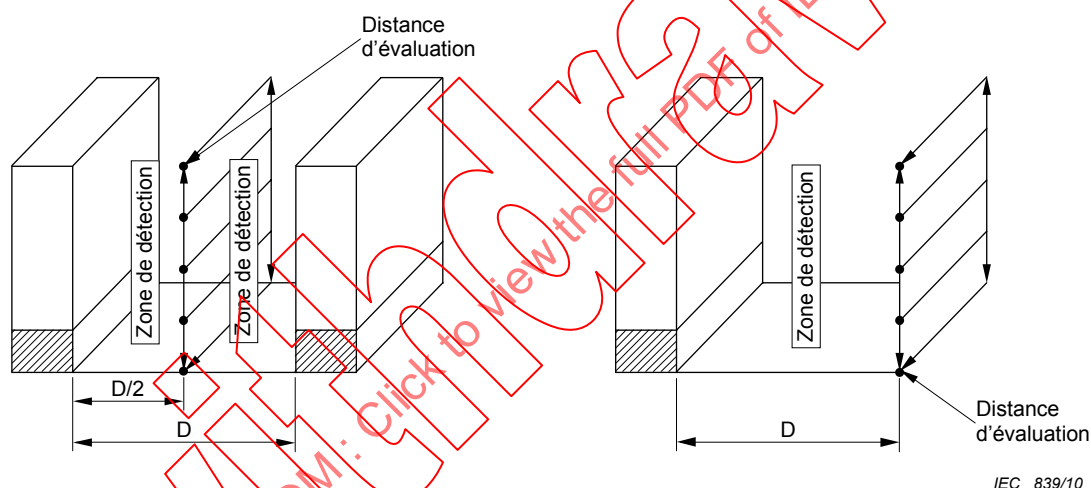
indication fournie par le moniteur relative à la fiabilité attribuée à l'identification déterminée

3.1.5**zone de détection**

volume dans lequel un rayonnement émis par un objet ou une personne peut être détecté par le ou les dispositifs de détection. Pour les moniteurs double face, la zone de détection est située entre des dispositifs de détection opposés; pour des moniteurs simple face, la zone de détection est adjacente à la surface du dispositif de détection (voir la Figure 1)

3.1.6**distances d'évaluation**

distance entre une source d'essai d'évaluation et la surface extérieure du ou des dispositifs de détection orientés vers la zone de détection (voir la Figure 1)

**Légende**

- D Distance entre les dispositifs de détection ou distance d'évaluation pour des moniteurs simple face (D = 5 m pour des moniteurs pour véhicules simple face et 1 m pour des moniteurs pour piétons ou de colis simple face. Pour les moniteurs fixes, "D" est indiquée par le fabricant.)

Figure 1 – Schéma des dimensions de montage pour des moniteurs pour portiques d'accès d'identification de radionucléides

3.1.7**fausse alarme**

alarme qui n'est pas provoquée par un accroissement du niveau de rayonnement s'ajoutant aux conditions de bruit de fond

[CEI 62401]

3.1.8

fausse identification

mauvaise interprétation des données mesurées par un système conduisant à une identification incorrecte du ou des radionucléide(s) ou des isotopes de tous les radionucléides qui sont présents

3.1.9

alarme innocente

alarme ainsi désignée par l'opérateur, provoquée par un accroissement du rayonnement d'un matériau radioactif tel qu'une matière radioactive présente dans la nature (NORM) (par exemple, un fertilisant, des tuiles, des céramiques), des expéditions légales de matières radioactives ou des radionucléides pour applications médicales in vivo

3.1.10

durée de vie

intervalle de temps pendant lequel un dispositif de détection est sensible au signal d'entrée

[VEI 394-39-31, modifiée]

3.1.11

fabricant

inclut le concepteur du matériel

3.1.12

occupation

occupation de la zone de détection par un objet (par exemple, une personne, un véhicule, un colis) dont la surveillance est en cours

3.1.13

dispositif périphérique

tout dispositif connecté au système autre que le détecteur ou le dispositif de détection, qui n'est pas nécessaire au fonctionnement

3.1.14

acheteur

inclut l'utilisateur du matériel

3.1.15

matière radioactive

dans la présente norme, une matière radioactive inclut une matière nucléaire particulière et toute source radioactive, sauf indication spécifiquement contraire

3.1.16

point de référence de la zone de détection

point qui se trouve au centre géométrique de la zone de détection pour les moniteurs double face ou au point géométrique central de la zone de détection adjacente à un moniteur simple face à une distance de la surface du dispositif de détection qui est basée sur le type de moniteur (Figure 1)

3.1.17

temps d'exécution

durée (c'est-à-dire temps écoulé) de l'acquisition du spectre ou d'autres données

3.1.18

sources d'essai normalisées

ensemble de sources radioactives nécessaires pour effectuer une évaluation et qui sont traçables selon un étalon national ou international

3.1.19**mode statique**

lorsque l'objet surveillé est immobile dans la zone de détection pendant la période de surveillance

3.1.20**mode en transit**

lorsque l'objet surveillé traverse la zone de détection

3.2 Abréviations**3.2.1**

ESD (electrostatic discharge)
décharge électrostatique

3.2.2

DU (depleted uranium)
uranium appauvri

3.2.3

HEU (highly enriched uranium)
uranium hautement enrichi

3.2.4**AIEA**

Agence Internationale de l'Energie Atomique

3.2.5

LEU (low enriched uranium)
uranium faiblement enrichi

3.2.6

NORM (naturally occurring radioactive material)
matière radioactive présente dans la nature

3.2.7

PMMA (polymethyl methacrylate)
méthacrylate de polyméthyle

3.2.8**RF**

radiofréquence

3.2.9**RGPu**

plutonium de grade réacteur

3.2.10**HR**

humidité relative

3.2.11

SNM (special nuclear material)
matière nucléaire particulière

3.2.12

WGPu (weapons grade plutonium)
plutonium de grade militaire

3.3 Grandeurs et unités

Dans la présente norme, on utilise les unités du Système International (SI)¹. Les définitions des grandeurs de rayonnement sont données dans la CEI 60050-393 et la CEI 60050-394. Les anciennes unités correspondantes (non SI) sont indiquées entre parenthèses.

On peut néanmoins également utiliser les unités suivantes:

- pour l'énergie: électron-volt (symbole: eV), $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- pour l'induction magnétique: gauss (G);
- pour le temps: années (symbole: *y pour Year en anglais*), jours (symbole: *d pour day en anglais*), heures (symbole: h), minutes (symbole: min).

Lorsque cela est possible, on utilise les multiples et les sous-multiples des unités SI, conformément au système SI.

4 Exigences de conception

4.1 Exigences générales

Le matériel couvert par la présente norme doit détecter la présence de sources de rayonnements gamma et neutroniques et identifier un ou plusieurs radionucléides émettant un rayonnement gamma dans des objets, des conteneurs, des véhicules ou dans des piétons ou portés par ceux-ci.

Une alarme doit être déclenchée lorsque le signal provenant du système de détection dépasse une condition d'alarme ou une condition fixée à l'avance (dont le niveau de rayonnement ou le résultat d'identification peut être sélectionné par l'utilisateur). Une mesure s'effectue lorsque l'objet traverse la zone de détection ou, l'objet étant statique dans la zone de détection, lorsque l'utilisateur effectue des analyses contrôlées de l'objet (c'est-à-dire, saisit un temps d'acquisition et/ou déclenche le compteur/comptage).

Les vitesses de passage pour un essai en mode en transit sont indiquées dans le Tableau 1. On peut effectuer un essai à des vitesses différentes en tant qu'essai spécial par accord entre le fabricant et l'utilisateur. Le fabricant doit indiquer le temps nécessaire pour des mesures statiques.

Les moniteurs doivent être capables de fonctionner indépendamment de tout dispositif périphérique ou poste distant et ils ne doivent pas être affectés par un quelconque dysfonctionnement d'un dispositif périphérique.

En fonction de leur utilisation, les moniteurs spectroscopiques de portiques d'accès sont classés en:

- moniteur pour piétons,
- moniteur pour véhicules (y compris manutentionnaires de fret en conteneurs),
- moniteur pour véhicules ferroviaires, et
- moniteur pour colis (c'est-à-dire, de convoyeurs).

¹ Bureau International des Poids et Mesures: Système International d'unités (SI), 8^{ème} édition, 2006.

La zone de détection est la zone disposée de manière adjacente à un dispositif de détection simple face ou entre deux dispositifs de détection ou plus où s'effectue la mesure de rayonnement (Figure 1). Les dimensions de la zone de détection sont basées sur la catégorie d'utilisation. Si un moniteur est utilisé dans deux catégories ou plus, sa zone de détection doit être appropriée à chaque catégorie. La zone de détection doit avoir des dimensions permettant de surveiller tous les objets pouvant traverser la zone de détection. Le fabricant doit indiquer les dimensions de la zone de détection pour laquelle les exigences énoncées dans la présente norme sont satisfaites.

Le moniteur doit satisfaire aux exigences de performance de la présente norme lorsqu'il est installé pour l'essai. Lors de l'installation du moniteur, il doit être tenu compte des conditions d'utilisation telles que la distance de séparation (distance entre des dispositifs de détection opposés) et le bruit de fond de rayonnement. Le fabricant doit indiquer la distance et le niveau de bruit de fond pour lesquels le moniteur satisfait à la présente norme. Si la distance indiquée par le fabricant est différente de celle qui est requise par la présente norme, il convient d'effectuer l'essai à la distance indiquée par le fabricant.

Il est important d'être en mesure d'identifier la personne ou le véhicule ayant déclenché une alarme. Il convient que l'alarme soit générée dans un laps de temps permettant d'assurer que l'objet l'ayant provoquée puisse être identifié. Ceci est important dans le cas d'algorithmes complexes nécessitant un temps de traitement limité. Ceci devient plus important si l'on surveille un flux de trafic constant (à savoir, des piétons).

4.1.1 Moniteur pour piétons

Les moniteurs pour piétons doivent posséder une zone de détection permettant d'assurer que les personnes sont surveillées. Pour l'évaluation, la hauteur de la zone de détection doit être de 1,9 m, mesurée à 0,1 m au-dessus du sol. La distance recommandée entre les dispositifs de détection pour l'évaluation est indiquée dans le Tableau 2 ou fournie par le fabricant pour les moniteurs lorsque chaque dispositif de détection fait partie d'une structure avec une distance fixe entre chaque dispositif.

Les moniteurs pour piétons peuvent utiliser un dispositif de détection unique (simple face) ou des dispositifs de détection opposés multiples avec ou sans détecteurs dans la partie supérieure et/ou inférieure de la zone de détection. Pour les moniteurs avec une hauteur de passage limitée, la hauteur de la zone de détection doit aller de la surface du sol ou de base jusqu'à la surface supérieure du dispositif de détection des moniteurs.

La vitesse de passage pour l'essai en mode en transit doit être la vitesse donnée dans le Tableau 1.

4.1.2 Moniteur pour véhicules

Les moniteurs pour véhicules doivent posséder une zone de détection permettant d'assurer que la totalité du véhicule est surveillée durant le passage lorsqu'ils sont utilisés en mode en transit. La hauteur de la zone de détection doit être indiquée par le fabricant.

NOTE Différentes hauteurs peuvent être utilisées selon la région d'utilisation et les exigences locales associées.

Pour des camions, la hauteur de la zone de détection pour l'essai doit être de 4,3 m, mesurée à 0,2 m au-dessus du sol. Pour des voitures particulières, la hauteur de la zone de détection pour l'essai doit être de 2,8 m, mesurée à 0,2 m au-dessus du sol. La distance entre des dispositifs de détection verticaux pour l'évaluation est indiquée dans le Tableau 2 ou est fournie par le fabricant.

Les vitesses de passage pour un essai en mode en transit sont indiquées dans le Tableau 1. On peut effectuer un essai à des vitesses plus lentes en tant qu'essai spécial par accord entre le fabricant et l'utilisateur. Le fabricant doit indiquer le temps nécessaire pour des mesures statiques.

4.1.3 Moniteur pour véhicules ferroviaires (y compris conteneurs transportés par rail)

Les moniteurs pour véhicules ferroviaires doivent prévoir une zone de détection permettant d'assurer que la totalité du véhicule ferroviaire est surveillée durant le passage. Pour l'évaluation, la hauteur de la zone de détection doit être de 5,7 m, mesurée à 0,3 m au-dessus du rail (pour l'essai, il convient de considérer que la surface du sol est le haut du rail). Pour les moniteurs avec une hauteur de passage limitée, le haut de la zone de détection doit aller jusqu'à la surface supérieure du dispositif de détection des moniteurs. La distance entre des dispositifs de détection verticaux pour l'évaluation est indiquée dans le Tableau 2 ou est fournie par la dimension de fabrication.

NOTE Différentes hauteurs peuvent être utilisées selon la région d'utilisation et les exigences locales associées.

La vitesse de passage pour l'essai en mode en transit doit être la vitesse donnée dans le Tableau 1.

4.1.4 Moniteur pour colis (ou de convoyeurs)

Les moniteurs pour colis ou de convoyeurs doivent posséder une zone de détection permettant d'assurer que les articles traversant la zone de détection sont surveillés. Les dimensions de la zone de détection doivent être indiquées par le fabricant. Les moniteurs peuvent utiliser un dispositif de détection unique (simple face) ou des dispositifs de détection opposés multiples pouvant comporter des détecteurs dans la partie supérieure et/ou inférieure de la zone de détection (à plusieurs faces).

Pour l'évaluation, la hauteur de la zone de détection doit être de:

- 1 m à partir de la surface de base (la surface qui correspond à la surface du sol ou à la surface inférieure du convoyeur) pour les détecteurs montés au-dessous de la surface de base, ou de
- 1 m à partir de la surface de base jusqu'à la face du dispositif de détection pour les détecteurs montés au-dessus de la surface de base. Pour les moniteurs avec une hauteur de passage limitée, la hauteur de la zone de détection doit aller de la surface de base jusqu'à la distance spécifiée par le fabricant.

La vitesse de passage pour l'essai en mode en transit doit être la vitesse donnée dans le Tableau 1.

4.2 Configuration physique

Le moniteur peut être constitué d'un ou de plusieurs dispositifs de détecteurs et d'une unité de traitement de données. Il convient que la ou les enceintes prévues pour des dispositifs extérieurs soient conçues avec un degré de protection satisfaisant au code IP54 de la CEI 60529.

Les dispositifs de détection pour la surveillance de véhicules routiers et ferroviaires peuvent être soumis à des vibrations. Les moniteurs et les techniques d'installation (c'est-à-dire, les plots en béton, les consoles support) doivent être conçus de manière à ce que les vibrations et les chocs normaux n'affectent pas le fonctionnement du système de détection.

Les commandes et les réglages pouvant avoir une influence sur le fonctionnement du moniteur, y compris les réglages d'étalonnage et d'alarme, doivent être conçus de manière à n'être accessibles qu'aux seules personnes autorisées.

Des dispositions doivent être prises afin de permettre l'essai d'indicateurs d'avertissement visuels et/ou sonores sans utiliser des sources de rayonnement.

Lors de l'évaluation des moniteurs, aucune protection supplémentaire contre les rayonnements ne doit être utilisée pour abaisser les niveaux des rayonnements ambiants.

4.3 Identification spectrale et informations sur le taux de comptage

L'affichage du spectre de rayons gamma n'est pas requis lors de l'exploitation normale. L'affichage du spectre doit pouvoir être obtenu par des actions de l'utilisateur définies par le fabricant.

Le moniteur doit avoir la possibilité d'enregistrer de manière interne 100 ensembles de données d'alarme en utilisant une méthode empêchant la perte de données en cas de coupure de l'alimentation. Chaque ensemble de données d'alarme doit contenir les informations relatives à l'acquisition et aux résultats d'identification ce qui inclut:

- Un spectre non traité (spectres pour des systèmes à détecteurs multiples)
- La date et l'heure
- La durée de vie et le temps d'exécution
- Les radionucléides identifiés et les catégories
- Le temps d'occupation (lorsqu'on utilise des détecteurs d'occupation ou le temps d'acquisition de données lorsqu'on n'utilise pas de détecteurs d'occupation)
- La vitesse de transit (s'il y a lieu)
- L'identification du moniteur
- La condition d'alarme (rayonnement gamma et/ou neutrons)
- Le bruit de fond (taux de comptage de rayonnement gamma et de neutrons, et spectre)
- Le taux de comptage du rayonnement gamma durant la mesure
- Le taux de comptage des neutrons durant la mesure
- Un enregistrement vidéo ou une image (par exemple photo, plaque d'immatriculation/numéro d'immatriculation de véhicule), le cas échéant.

Le moniteur doit avoir la possibilité d'enregistrer de manière interne au moins 3 h de données de mesure ou 1 000 ensembles complets de données d'occupation en utilisant une méthode empêchant la perte de données en cas de coupure de l'alimentation.

Le moniteur doit avoir la possibilité de transférer les informations enregistrées, incluant les spectres, vers un dispositif extérieur tel qu'un ordinateur, à intervalles pouvant être choisis par l'utilisateur.

Le moniteur doit avoir la possibilité d'afficher de manière interne ou sur un dispositif externe l'historique des données du taux de comptage des rayonnements gamma et des neutrons.

Une indication (à savoir « non identifié », « inconnu ») doit être affichée ou fournie d'une autre manière si l'on ne peut pas identifier un radionucléide pendant ou après une mesure ayant déclenché une alarme.

Si une indication de confiance est associée à l'identification d'un ou plusieurs radionucléides, la valeur de confiance doit être fournie dans l'ensemble de données et le fabricant doit décrire la signification de la valeur de confiance affichée.

Le moniteur doit avoir la possibilité d'effectuer des mesures d'identification avec un objet statique dans la zone de détection. Cette sélection de mode statique ou en transit doit pouvoir être effectuée par l'utilisateur. Le temps de mesure recommandé pour le mode statique doit être indiqué par le fabricant et doit pouvoir être choisi par l'utilisateur. Le temps de mesure maximum pouvant être sélectionné doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

4.4 Caractéristiques des indications

Le moniteur doit fournir une indication de son état de fonctionnement et de l'état de l'alarme et il doit être capable de transmettre ces signaux à des postes distants. L'utilisateur doit avoir la possibilité de choisir la visibilité de l'indication d'état.

Tous les indicateurs d'alarme doivent être réinitialisés automatiquement ou manuellement, comme défini par l'utilisateur. Une fonction d'alarme doit pouvoir être choisie par l'utilisateur sur la base du taux de comptage, de l'identification de radionucléides et/ou de la catégorie de radionucléides.

4.5 Détecteurs d'occupation et de vitesse pour moniteurs pour véhicules

Détecteurs d'occupation et de vitesse:

- ils doivent être capables de détecter la présence d'un véhicule et d'estimer sa vitesse, d'indiquer si un véhicule s'arrête dans la zone de détection et de ne pas compter plus d'une fois un véhicule ou un objet unique dans la zone de détection;
- il convient qu'ils soient capables de fonctionner avec un mélange de types de transports selon ce qui est applicable à l'utilisation attendue (par exemple, des automobiles, des fourgons, des camionnettes, des autobus, des camions de fret, des trains), et
- il convient qu'ils soient capables de fonctionner dans toutes les conditions environnementales indiquées dans la présente norme

Il convient que les moniteurs ferroviaires aient la possibilité d'indiquer l'emplacement approximatif dans le train ayant provoqué une alarme lors de la surveillance de trains à plusieurs voitures.

Pour l'essai, il convient qu'un système utilisant des détecteurs pour déclencher une mesure ait la possibilité d'effectuer automatiquement un nombre de mesures discrètes consécutives choisi par l'utilisateur, sans qu'il soit nécessaire de déclencher le détecteur. Des variables de fonctionnement telles que le temps d'occupation et le temps entre occupations doivent pouvoir être choisies par l'utilisateur.

4.6 Marquages

Les commandes internes doivent être identifiées par un marquage sur les cartes électroniques et/ou sur chacun des composants, et une identification dans les manuels techniques.

Les marquages doivent être fixés de manière permanente dans les conditions normales d'utilisation.

Les marquages extérieurs doivent être limités au numéro de série spécifique du fabricant et aux exigences de tension et de courant.

4.7 Alimentation électrique

4.7.1 Exigences

Il convient que les dispositifs alimentés par le secteur soient conçus pour fonctionner à partir d'une alimentation en courant alternatif monophasé de 100 V à 240 V et de 47 Hz à 63 Hz.

Si une alimentation de secours est prévue, le fabricant doit indiquer le temps de fonctionnement attendu et les conditions dans lesquelles ce temps a été déterminé.

4.7.2 Méthode d'essai

Disposer les sources de ^{137}Cs et de ^{252}Cf à un emplacement procurant des lectures stables (avec des fluctuations minimales de façon à pouvoir observer toutes les modifications réelles produites par des variations de tension ou de fréquence). La tension d'alimentation étant à sa valeur nominale, déterminer les lectures moyennes de rayonnements gamma et de neutrons à partir d'une série suffisante de lectures et effectuer 10 tentatives d'identification de radionucléides de ^{137}Cs . Enregistrer les résultats de l'identification.

Augmenter la tension d'alimentation jusqu'à 12 % au-dessus de la valeur nominale. Déterminer et enregistrer les lectures moyennes de rayonnements gamma et de neutrons et effectuer 10 tentatives d'identification de radionucléides en utilisant du ^{137}Cs . Diminuer la tension d'alimentation jusqu'à 12 % au-dessous de la valeur nominale et déterminer et enregistrer de nouveau les lectures moyennes, et effectuer 10 tentatives d'identification de radionucléides.

Les essais ci-dessus doivent être répétés mais au lieu de modifier la tension, on doit modifier la fréquence de 58 Hz à 63 Hz pour une tension d'alimentation à 60 Hz ou de 47 Hz à 53 Hz pour une tension d'alimentation à 50 Hz.

Pour cet essai, les résultats en chaque point d'essai de tension ou de fréquence à partir de chaque série d'identifications, doivent être les mêmes ou meilleurs que les résultats d'identification obtenus à la tension et à la fréquence nominales. Si par exemple les résultats des 10 tentatives à la tension et à la fréquence nominales sont corrects pour 6 tentatives sur 10, pour être acceptables, 6 résultats ou plus doivent être corrects en chaque point d'essai. Pour les canaux gamma et neutroniques, les résultats sont acceptables si les lectures moyennes obtenues en chaque point d'essai de tension ou de fréquence sont à moins de $\pm 15\%$ des lectures moyennes obtenues à la tension et à la fréquence nominales.

4.8 Protection des commutateurs

Il convient de concevoir les commutateurs et autres commandes afin d'assurer que le moniteur puisse être actionné convenablement en empêchant l'actionnement accidentel d'un commutateur.

4.9 Etendue d'énergie et de taux de comptage

L'étendue d'énergie de rayons gamma, l'étendue de mesure de taux de comptage de rayons gamma et d'indication de taux de comptage de neutrons doivent être indiquées par le fabricant.

4.10 Protocole de communication et format de données

Le moniteur doit avoir la possibilité de transférer des données vers un dispositif extérieur, tel qu'un ordinateur. Le transfert doit être basé sur une technologie couramment disponible, telle que: Ethernet, USB, RS-232, radio ou RS-485.

Le protocole et le format doivent être entièrement décrits dans le manuel technique et ils doivent pouvoir être distribués librement. Il est recommandé que le schéma de format de données soit basé sur la norme américaine ANSI N42.42, American National Standard Data Format Standard for Radiation Detectors Used for Homeland Security.

4.11 Interface utilisateur

4.11.1 Guide relatif à la logique de l'alarme

Il convient que le moniteur fournisse 5 types d'indications de fonctionnement/d'alarme:

- a) « Correct » - en fonctionnement, aucune détection, aucune identification présentant un intérêt.

- b) « Détection » - en fonctionnement, détection gamma, aucune identification².
- c) « Alarme verte » - en fonctionnement, identification de radionucléides sans menace avec un taux de comptage (ou débit d'équivalent de dose) inférieur au seuil saisi³.
- d) « Alarme rouge » - en fonctionnement, identification de radionucléide présentant un intérêt ou de radionucléide sans menace (selon la définition de l'utilisateur) avec un taux de comptage (ou débit d'équivalent de dose) supérieur au seuil ou détection de neutrons.
- e) « Indisponible » - hors service ou temporairement indisponible.

4.11.2 Alarme sonore

Des alarmes sonores pouvant être choisies par l'utilisateur doivent être disponibles pour toutes les alarmes indiquées en 4.11.1, y compris les défaillances du système. L'utilisateur doit avoir la possibilité d'accuser réception des alarmes.

4.11.3 Indicateurs visuels

Des indicateurs visuels doivent être disponibles pour toutes les alarmes indiquées en 4.11.1, y compris pour les défaillances du système.

Les informations affichées doivent inclure ce qui suit:

- Alarme neutrons
- Alarme gamma
- Catégorie et identification de radionucléide
- Détection sans identification de radionucléide
- Présence d'objet, si des détecteurs d'occupation sont utilisés
- Défaillance du système
- Etat du système, et
- Mode de fonctionnement

4.11.4 Indicateurs d'avertissement

Au minimum, les indications suivantes doivent être fournies sur l'interface utilisateur.

- Variations du bruit de fond en l'absence d'occupation pouvant avoir une influence sur la sensibilité globale du moniteur
- Conditions de taux de comptage du détecteur important ou faible
- Stabilisation de l'énergie non valide ou inacceptable
- Défaillance du détecteur d'occupation, si des détecteurs d'occupation sont utilisés
- Indication de dépassement (par exemple « bruit de fond élevé » ou « comptages élevés »)
- Perte d'alimentation électrique
- Défaillance du détecteur
- Défaillance de communication

4.11.5 Indications et fonctions de base

L'utilisateur ayant reçu une formation doit avoir accès aux informations et aux commandes suivantes.

² Peut correspondre à un résultat transitoire avant les résultats d'identification ou à une détection sans identification.

³ Peut être utilisée pour une matière radioactive présente dans la nature (NORM) et pour des radionucléides pour applications médicales in vivo.

- Etat de fonctionnement observé
- Indication d'alarme observée
- Possibilité de réinitialiser les alarmes, et
- Radionucléide(s) identifié(s) observé(s) et catégorie (au choix de l'utilisateur par un accès avancé ou de surveillance)

4.11.6 Indications et fonctions avancées

L'utilisateur surveillant doit avoir accès aux informations et aux commandes suivantes en utilisant des contrôles d'accès ou des commandes spéciales.

- Accès aux paramètres de fonctionnement et leur contrôle (bibliothèque de radionucléides, contrôle d'alarme)
- Accès aux intervalles d'édition du journal de données et leur contrôle
- Accès à l'historique des alarmes
- Accès aux spectres
- Accès aux résultats d'identification de radionucléides et contrôle de la fonction d'indication de base
- Accès à l'ensemble des données d'occupation (si des détecteurs d'occupation sont utilisés)
- Accès à l'enregistrement photographique ou vidéo du véhicule (s'il est disponible)
- Accès aux profils de rayonnement (données d'historique dans le temps du taux de comptage)
- Accès aux informations de rayonnement de bruit de fond
- Accès aux critères de sélection d'alarme incluant la possibilité de sélectionner des radionucléides spécifiques
- Accès aux critères d'indication d'états incluant la possibilité de fixer le niveau de rayonnement pour l'activation de l'indicateur de rayonnement élevé
- Accès aux informations d'étalonnage d'énergie et/ou de rendement.

5 Exigences relatives à la détection des rayonnements et aux performances des indications

5.1 Conditions générales d'essai

5.1.1 Nature des essais

Les essais de la présente norme doivent être considérés comme des essais de type sauf indication contraire. Les spécifications indiquées sont évaluées par les essais indiqués dans les paragraphes appropriés. Tous les essais de la présente norme doivent être effectués en utilisant les mêmes conditions avec tous les accessoires inclus dans les moniteurs. Lorsqu'il n'est spécifié aucune méthode d'essai, ceci signifie que la caractéristique peut être vérifiée par observation ou consultation des spécifications du fabricant. L'utilisateur peut utiliser certaines parties de la norme comme essais de réception.

Les paramètres de fonctionnement et d'alarme et la bibliothèque de radionucléides doivent rester les mêmes pendant tout le processus d'essai.

5.1.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai

Les conditions de référence et les conditions normales d'essai sont indiquées dans le Tableau 3. Les conditions de référence sont les conditions pour lesquelles les performances de l'instrument sont valides et les conditions normales d'essai indiquent les tolérances nécessaires pour la réalisation des essais en pratique. Sauf spécification contraire, les essais de la présente norme doivent être effectués dans les conditions normales d'essai.

5.1.3 Fluctuations statistiques

Pour tout essai impliquant l'utilisation d'un rayonnement, si l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication provenant de la nature aléatoire du seul rayonnement est une fraction significative de la variation de l'indication admise pour l'essai, un nombre suffisant de lectures doit alors être effectué pour s'assurer que la valeur moyenne de ces lectures peut être estimée avec suffisamment de précision pour démontrer la conformité à l'essai en question.

L'intervalle entre ces lectures doit être suffisant pour s'assurer que les lectures sont statistiquement indépendantes.

5.2 Rayonnement de référence

Sauf indication contraire, les essais nécessitant de recueillir uniquement la réponse des photons non spectroscopiques doivent être effectués en utilisant ¹³³Ba et ⁵⁷Co et ²⁵²Cf (nu et modéré) pour l'essai de réponse des neutrons.

La liste des autres radionucléides utilisés pour l'essai d'identification est indiquée dans le Tableau 4.

Les débits d'équivalent de dose ambiant pour l'essai de réponse gamma et les niveaux d'activité choisis pour l'essai d'identification n'indiquent pas le point de consigne d'alarme ou la sensibilité globale du système de surveillance, qui sont déterminés en se basant sur le bruit de fond ambiant et sur le taux acceptable de fausses alarmes.

5.3 Catégories des alarmes

On peut ranger les alarmes en catégories en se basant sur le niveau de rayonnement détecté et mesuré et sur les résultats d'identification. L'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) recommande d'utiliser des couleurs comme méthode de catégorisation. Le Tableau 5 donne un guide basé sur l'AIEA pour une méthode de catégorisation des alarmes.

5.4 Fausses alarmes

5.4.1 Exigences

Lors d'un essai dans une zone avec un bruit de fond ambiant stable (fluctuations naturelles uniquement) aux niveaux indiqués dans le Tableau 3, le taux de fausses alarmes et de fausses identifications d'alarmes doit être d'au plus 1 pour 1 000 intervalles de mesure pour les systèmes utilisant des détecteurs d'occupation ou de 1 alarme ou fausse identification pendant 2 h pour les moniteurs n'utilisant pas de détecteur d'occupation.

L'essai de fausses alarmes doit être terminé avant tout autre essai de rayonnement. Les valeurs de seuil d'alarme doivent rester les mêmes sur l'ensemble du processus d'essai.

NOTE Cette exigence contient deux parties, un comptage brut de fausses alarmes et des identifications fausses, pouvant être effectués simultanément.

5.4.2 Méthode d'essai

L'essai doit être effectué sur un minimum de 5 000 intervalles de mesure d'une durée de 5 s pour des moniteurs pour véhicules ou pour véhicules ferroviaires ou de 1 s pour des moniteurs pour piétons ou de colis ou en observant le moniteur pendant 10 h dans une zone ayant un bruit de fond stable et contrôlé pour des moniteurs sans détecteur d'occupation. Les résultats sont acceptables s'il ne se produit pas plus de 5 alarmes ou fausses identifications.

5.5 Réponse au rayonnement gamma

5.5.1 Exigences

Un moniteur doit déclencher une alarme lorsque le niveau de rayonnement (par exemple, le taux de comptage global) mesuré lorsqu'un objet traverse la zone de détection à la vitesse indiquée pour cette application spécifique (Tableau 1) est supérieur à la valeur de réglage de l'alarme.

Le moniteur doit déclencher un minimum de 49 alarmes sur 50 occupations. L'indication visuelle (« rouge », « vert », « détection ») et l'alarme sonore doivent être déclenchées comme défini en 4.11.

5.5.2 Méthode d'essai

En utilisant ^{133}Ba et ^{57}Co (Tableau 4), vérifier que le moniteur déclenche une alarme lorsque chaque source traverse horizontalement la zone de détection à la vitesse d'essai requise (voir Tableau 1) en traversant le bas, le milieu et le haut de la zone de détection et le point milieu situé entre les plans médian et inférieur et médian et supérieur (Tableau 2). Il doit y avoir un retard d'au moins 10 s avec un maximum de 30 s entre chaque essai, la source étant positionnée à une distance où elle n'influe pas sur le bruit de fond ou blindée durant le retard.

5.6 Alarme d'intensité et d'identification de rayonnement

5.6.1 Exigences

Une alarme doit être prévue pour se déclencher lorsque l'intensité de rayonnement mesurée est supérieure au seuil d'alarme et/ou lorsqu'un radionucléide présentant un intérêt est identifié. L'alarme d'intensité de rayonnement doit être basée sur l'estimation mesurée du débit d'équivalent de dose ambiant durant un intervalle de mesure ou le taux de comptage.

5.6.2 Méthode d'essai

La méthode d'essai doit inclure une vérification du fait que l'alarme se déclenche lorsque le moniteur identifie un radionucléide sélectionné. L'alarme d'intensité doit être vérifiée en fixant le seuil d'intensité à une valeur en dessous du taux de comptage mesuré et en vérifiant que l'alarme fonctionne, puis en réglant le seuil d'intensité à une valeur au-dessus du taux de comptage mesuré et en vérifiant que l'alarme ne se déclenche pas. La sélection des radionucléides et des niveaux d'intensité est effectuée par l'utilisateur.

5.7 Réponse au rayonnement neutronique

5.7.1 Exigences

Un moniteur doit déclencher une alarme de neutrons (« rouge ») lorsque le taux de comptage de neutrons mesuré quand un objet entre dans la zone de détection est supérieur à la valeur du réglage de l'alarme.

Le moniteur doit déclencher un minimum de 49 alarmes sur 50 occupations. L'indication visuelle et l'alarme sonore doivent être déclenchées comme défini en 4.11.

5.7.2 Méthode d'essai

En utilisant la source de neutrons du Tableau 4 (enfermée dans 1 cm d'acier et 0,5 cm de plomb), vérifier que le moniteur déclenche l'alarme lorsque la source dans une configuration non-modérée et modérée (polyéthylène haute densité de 8 cm ou équivalent) traverse la zone de détection à la vitesse de transit requise et à la distance spécifique à l'application par rapport au dispositif ou aux dispositifs de détection (Tableau 2). Les hauteurs de transit doivent être basées sur l'application et sont le bas, le milieu et le haut de la zone de détection et le point milieu entre les plans médian et inférieur et médian et supérieur. Il doit y avoir un

retard d'au moins 10 s avec un maximum de 30 s entre chaque essai, la source étant positionnée à une distance où elle n'influe pas sur le bruit de fond ou blindée durant le retard.

5.8 Dépassement

5.8.1 Exigences

Si un moniteur est soumis à un niveau de rayonnement supérieur au maximum indiqué par le fabricant durant l'occupation ou lorsqu'on effectue des mesures sans détecteur d'occupation, une alarme indiquant par exemple « bruit de fond élevé » ou « nombre important de comptages » doit être déclenchée et doit rester active jusqu'à ce que le niveau de rayonnement soit réduit ou que l'alarme soit réinitialisée/acquittée par l'utilisateur. L'indication visuelle et l'alarme sonore pour l'alarme de rayonnement élevé pouvant être sélectionnée par l'utilisateur doivent être déclenchées comme défini à l'étape 4.11.

Le temps nécessaire pour revenir à la condition sans alarme après que le niveau de rayonnement est revenu au niveau du bruit de fond ne doit pas être supérieur à 1 min.

5.8.2 Méthode d'essai

Lancer un cycle de surveillance, le moniteur fonctionnant avec un bruit de fond stable. En même temps, en utilisant du ^{137}Cs , augmenter le débit d'équivalent de dose ambiant pour le porter à un niveau supérieur au maximum spécifié par le fabricant ($100 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ minimum) mesuré dans la position de référence de la zone de détection. Le moniteur doit déclencher l'alarme et l'alarme doit perdurer jusqu'à ce que le niveau de rayonnement soit réduit au niveau précédant l'essai. Dans la minute qui suit le retrait de la source, le moniteur doit revenir au taux de comptage précédant l'essai.

Le moniteur doit réussir à déclencher l'alarme et à se rétablir pour 3 essais successifs.

5.9 Indication de neutrons en présence de photons

5.9.1 Exigences

Le rayonnement gamma pour un débit d'équivalent de dose ambiant allant jusqu'à $100 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (dans la position de référence) ne doit pas déclencher l'alarme de neutrons. La présence du débit d'équivalent de dose gamma ambiant utilisé pour l'essai ne doit pas non plus empêcher le déclenchement de l'alarme de neutrons en cas d'exposition simultanée à la source de neutrons et à la source gamma.

5.9.2 Méthode d'essai

En utilisant du ^{60}Co ou du ^{137}Cs , augmenter le débit d'équivalent de dose ambiant de $100 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ pendant une période de 5 s, mesuré dans la position de référence pendant que le moniteur est occupé. Retirer la source de rayonnement et laisser le moniteur retourner à un fonctionnement normal et répéter l'essai pour un total de 3 tentatives.

L'immunité des détecteurs de neutrons au rayonnement gamma est confirmée si aucune alarme de neutrons ne se déclenche, le point de consigne d'alarme étant à la valeur utilisée pour l'essai d'alarme de neutrons.

Exposer le moniteur à la source de neutrons (modérée et nue séparément) tandis qu'il est exposé à la source gamma et vérifier que l'alarme de neutrons se déclenche.

5.10 Effets du bruit de fond

5.10.1 Exigences

Le moniteur doit fournir une indication d'avertissement lorsqu'une variation du bruit de fond est suffisamment importante pour produire une variation substantielle de la probabilité

d'alarme. L'indication doit être visuelle et sonore, et elle doit être différente des alarmes de surveillance.

Le fabricant doit indiquer le débit d'équivalent de dose ambiant maximum pour lequel l'instrument satisfait aux exigences de la présente norme.

5.10.2 Méthode d'essai

Sans déclencher d'occupation (si des détecteurs d'occupation sont utilisés), déplacer la source de ^{137}Cs (Tableau 4) en commençant au moins à 8 m du centre de la zone de détection à une vitesse de 0,08 km/h vers la zone de détection et finalement en traversant celle-ci ou jusqu'au moment où le moniteur indique que le bruit de fond a varié de manière substantielle ou déclenche une alarme. Répéter deux fois de plus le processus pour un total de trois tentatives. L'intervalle de temps entre chaque essai doit être de 1 min. Répéter la totalité du processus en utilisant la source de ^{252}Cf du Tableau 4.

L'essai est acceptable lorsque le moniteur indique que le bruit de fond a changé ou qu'une alarme s'est déclenchée.

5.11 Identification des radionucléides

5.11.1 Catégories des radionucléides

- Matières Nucléaires Spéciales (SNM, en anglais *Special Nuclear Materials*): Uranium (utilisé pour indiquer ^{233}U , DU, LEU, HEU et l'uranium raffiné), ^{237}Np , Plutonium (RGPu, WGPu).
- Radionucléides pour application médicale: ^{18}F , ^{67}Ga , ^{51}Cr , ^{89}Sr , ^{99}Mo , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{103}Pd , ^{111}In , ^{123}I , ^{131}I , ^{153}Sm , ^{201}Tl , ^{133}Xe .
- Matières radioactives présentes dans la nature (NORM): ^{40}K , ^{226}Ra et descendants, ^{232}Th et descendants, minerai d'uranium (identifié habituellement comme radium).
- Radionucléides pour utilisation industrielle: ^{57}Co , ^{60}Co , ^{75}Se , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{226}Ra et ^{241}Am .

NOTE 1 Ceci est une liste informative et il convient de ne pas la considérer comme exhaustive.

NOTE 2 Une explication concernant l'identification de l'uranium est disponible à l'Annexe A.

5.11.1.1 Exigences

Le fabricant doit indiquer les radionucléides pouvant être identifiés par le moniteur ainsi que leur catégorie. Il convient de baser les catégories sélectionnées sur la liste indiquée en 5.11.1.

5.11.1.2 Méthode d'essai

Vérifier que l'exigence est satisfaite en consultant les informations fournies par le fabricant, indiquées dans le manuel technique et dans le système d'exploitation.

5.11.2 Qualification d'identification des radionucléides

Une « identification correcte » se produit lorsque tous les radionucléides présents sont identifiés par le système sans ajouter de radionucléides qui n'existent pas ou lorsqu'aucun radionucléide n'est identifié lorsqu'il n'y en a aucun de présent autre que ceux qui font partie du rayonnement de bruit de fond naturel ambiant.

Une « fausse identification négative » se produit lorsque le résultat d'une identification est incomplet ou incorrect ou lorsque les activités dépassent la limite de détection sans être indiquées.

Une « fausse identification positive » se produit lorsque le radionucléide d'essai est identifié, mais avec d'autres radionucléides qui ne sont pas présents.

Les essais effectués dans les paragraphes suivants traitent chacun des résultats de mesure d'identification.

5.11.3 Exigences générales pour l'essai d'aptitude à l'identification des radionucléides

L'aptitude à l'identification est essayée en utilisant des activités de source déterminées à partir d'émissions de photons qui sont supérieures à 40 keV en tenant compte de l'enceinte et du blindage, comme décrit dans le Tableau 4. La vitesse d'émission utilisée pour déterminer chaque activité indiquée dans le Tableau 4 est de 500 000 photons par seconde ce qui, pour le ^{137}Cs est approximativement équivalent à un débit d'équivalent de dose ambiant de $0,05 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à partir d'une source enfermée dans 0,25 mm d'acier inoxydable à une distance de 1 m.

Pour l'essai, la tolérance pour les activités indiquées dans le Tableau 4 est de 0 % à 20 %. Pour les radionucléides pour applications médicales, la tolérance va de 0 % à 50 %. On utilise des valeurs de masse pour les radionucléides SNM. La tolérance pour ces sources est de ± 20 %. Lorsqu'elles sont essayées, les valeurs réelles utilisées doivent être indiquées.

Pour la présente norme:

- HEU présente un enrichissement d'approximativement 93,5 % ^{235}U ,
- DU 0,2 % ^{235}U , et
- U_{nat} 0,7 % ^{235}U ,
- RGPu contient ≥ 10 % ^{240}Pu , et
- WGPu ≤ 6 % ^{240}Pu .

NOTE Une explication concernant l'identification de l'uranium est disponible à l'Annexe A.

5.11.4 Identification d'un radionucléide isolé

5.11.4.1 Exigences

Le fabricant doit fournir une liste de radionucléides pouvant être identifiés par le moniteur. La liste doit contenir au minimum les radionucléides suivants:

- ^{40}K , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{201}Tl , ^{226}Ra , ^{232}Th , DU, RGPu, ^{241}Am , HEU, et WGPu.

5.11.4.2 Méthode d'essai – sans blindage

Le moniteur doit être capable d'identifier les radionucléides suivants à la vitesse de référence pour cette application spécifique ou dans le temps indiqué par le fabricant pour des mesures statiques.

- ^{40}K , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{201}Tl , ^{226}Ra , ^{232}Th , DU (^{238}U), ^{241}Am .

Pour des mesures "en transit", faire passer horizontalement chaque source en traversant la zone de détection à la vitesse d'essai requise (Tableau 1) à la distance spécifique à l'application (Tableau 2). Les hauteurs de transit doivent être basées sur l'application et sont le bas, le milieu et le haut de la zone de détection et le point milieu entre les plans médian et inférieur et médian et supérieur.

Pour des mesures statiques, démarrer manuellement un cycle de mesure, chaque source étant positionnée à la distance spécifique à l'application (Tableau 2). Les positions d'essai verticales doivent être basées sur l'application et sont le bas, le milieu et le haut de la zone

de détection et le point milieu entre les plans médian et inférieur et médian et supérieur. Le temps de mesure recommandé doit être indiqué par le fabricant.

L'essai pour des mesures soit "en transit", soit statiques, doit comprendre 10 tentatives consécutives pour chaque radionucléide dans chaque configuration comme requis pour cette application du moniteur. L'alarme du moniteur doit être réinitialisée après (ou avant) chaque essai, si cela est approprié. Il doit y avoir un retard de 10 s entre chaque essai, la source étant soit positionnée à une distance où elle n'influe pas sur le bruit de fond, soit blindée durant le retard.

Les performances sont acceptables lorsque le moniteur identifie correctement le radionucléide dans au moins 8 sur 10 tentatives et alarmes consécutives.

5.11.4.3 Méthode d'essai – SNM sans blindage

Le moniteur doit être capable d'identifier les radionucléides suivants à la vitesse de référence pour cette application spécifique ou dans le temps indiqué par le fabricant pour des mesures statiques.

– HEU, RGPu, et WGPu.

Pour des mesures "en transit", faire passer horizontalement chaque source en traversant la zone de détection à la vitesse d'essai requise (Tableau 1) et à la distance spécifique à l'application (Tableau 2). Les hauteurs de transit doivent être basées sur l'application et sont le bas, le milieu et le haut de la zone de détection et le point milieu entre les plans médian et inférieur et médian et supérieur.

Pour des mesures statiques, démarrer manuellement un cycle de mesure, chaque source étant positionnée à la distance spécifique à l'application (Tableau 2). Les positions d'essai verticales doivent être basées sur l'application et sont le bas, le milieu et le haut de la zone de détection et le point milieu entre les plans médian et inférieur et médian et supérieur. Le temps de mesure recommandé doit être indiqué par le fabricant.

L'essai pour des mesures soit "en transit", soit statiques, doit comprendre 10 tentatives consécutives pour chaque radionucléide dans chaque configuration comme requis pour cette application du moniteur. L'alarme du moniteur doit être réinitialisée après (ou avant) chaque essai, si cela est approprié. Il doit y avoir un retard de 10 s entre chaque essai, la source étant soit positionnée à une distance où elle n'influe pas sur le bruit de fond, soit blindée durant le retard.

Les performances sont acceptables lorsque le moniteur identifie correctement le radionucléide dans au moins 8 tentatives et alarmes consécutives sur 10.

5.11.5 Identification des radionuclides blindés

5.11.5.1 Exigences basées sur le blindage pour les conteneurs de livraison

Le fabricant doit fournir une liste de radionucléides blindés pouvant être identifiés par le moniteur. Pour la présente norme, la source est entourée de 3 cm d'acier sur toutes les faces.

NOTE Les 3 cm d'acier sont basés sur les configurations possibles des conteneurs de livraison et sur l'atténuation des émissions de rayons gamma de chaque radionucléide.

L'aptitude à l'identification est essayée en utilisant des sources fournissant un débit d'équivalent de dose de $0,05 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (0 % à +20 %) à la surface du dispositif de détection après avoir ajouté le blindage.

La liste doit contenir au minimum les radionucléides suivants:

– ^{133}Ba , ^{137}Cs , et ^{60}Co .

5.11.5.2 Exigences basées sur des radionucléides pour traitements médicaux

Le fabricant doit fournir une liste de radionucléides pouvant être identifiés par le moniteur en cas de surveillance de personnes prenant des traitements médicaux. Pour la présente norme, la source est entourée de 8 cm de méthacrylate de polyméthyle (PMMA) ou d'un polymère du même type.

L'aptitude à l'identification est essayée en utilisant des sources fournissant un débit d'équivalent de dose de $0,05 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (0 % à 20 %) à la surface du dispositif de détection après avoir ajouté le PMMA.

La liste doit contenir au minimum les radionucléides suivants:

- ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{201}Tl .

5.11.5.3 Méthode d'essai

L'essai suivant doit être effectué pour vérifier les revendications basées sur les listes indiquées en 5.11.5.1 et 5.11.5.2.

Pour des mesures "en transit", faire passer horizontalement chaque source en traversant la zone de détection à la vitesse d'essai requise (Tableau 1). Les hauteurs de transit doivent être basées sur l'application et sont le bas, le milieu et le haut de la zone de détection et le point milieu entre les plans médian et inférieur et médian et supérieur.

Pour des mesures statiques, démarrer manuellement un cycle de mesure, chaque source étant positionnée en se basant sur l'application. Les positions d'essai sont le bas, le milieu et le haut de la zone de détection et le point milieu entre les plans médian et inférieur et médian et supérieur. Le temps de mesure recommandé doit être indiqué par le fabricant.

L'essai pour des mesures soit "en transit", soit statiques, doit comprendre 10 tentatives consécutives pour chaque radionucléide dans chaque configuration comme requis pour cette application du moniteur. L'alarme du moniteur doit être réinitialisée après (ou avant) chaque essai, si cela est approprié. Il doit s'écouler au moins 10 s entre chaque essai, la source étant soit positionnée à une distance où elle n'influe pas sur le bruit de fond, soit blindée durant le retard.

Les performances sont acceptables lorsque le moniteur identifie correctement le radionucléide dans au moins 8 tentatives et alarmes consécutives sur 10.

5.11.6 Identification et masquage simultanés des radionucléides

5.11.6.1 Exigences

Le moniteur doit avoir la possibilité d'identifier simultanément plus d'un radionucléide avec les mêmes débits d'équivalent de dose et un radionucléide présentant un intérêt combiné avec d'autres radionucléides (ou « masqué » par ceux-ci).

5.11.6.2 Méthode d'essai - Simultané

Les combinaisons de sources suivantes avec HEU et RGPu représentant les radionucléides cibles doivent être utilisés pour l'essai:

- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ + HEU.
- ^{131}I + RGPu.

Le débit d'équivalent de dose de chaque source doit être de $0,05 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à la surface du dispositif de détection.