

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62327

Première édition
First edition
2006-02

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

**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**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62327:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62327

Première édition
First edition
2006-02

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

**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 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	6
INTRODUCTION.....	10
1 Domaine d'application et objet.....	12
2 Références normatives.....	12
3 Termes et définitions.....	14
4 Caractéristiques générales des instruments portables pour la détection et l'identification des radionucléides.....	18
4.1 Généralités.....	18
4.2 Détecteurs de rayonnement.....	18
4.3 Etalonnage en énergie.....	18
4.4 Logiciel.....	18
4.5 Interface utilisateur.....	18
4.6 Interface de communication.....	20
4.7 Protection contre l'humidité et la poussière.....	20
4.8 Marquages.....	20
4.9 Indication de l'état des piles ou accumulateurs.....	20
4.10 Protection des commutateurs.....	20
4.11 Mémorisation et affichage des spectres.....	20
4.12 Indication du débit d'équivalent de dose ambiant.....	22
5 Procédures générales d'essai.....	22
5.1 Nature des essais.....	22
5.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	22
5.3 Fluctuations statistiques.....	24
6 Identification des radionucléides.....	24
6.1 Catégories de radionucléides.....	24
6.2 Identification de radionucléides isolés.....	26
6.3 Identification de radionucléides mixtes.....	28
6.4 Caractéristiques de surcharge pour l'identification.....	28
6.5 Indicateur de source.....	28
7 Indication de débit d'équivalent de dose ambiant.....	30
7.1 Erreur relative intrinsèque.....	30
7.2 Alarme et temps de réponse.....	30
7.3 Affichage hors domaine du débit d'équivalent de dose ambiant.....	30
8 Détection des neutrons.....	32
8.1 Indication des neutrons.....	32
8.2 Indication de neutrons en présence de photons.....	32
9 Exigences électriques et environnementales.....	32
9.1 Temps de stabilisation.....	32
9.2 Alimentation – piles et accumulateurs.....	34
9.3 Vibrations.....	34
9.4 Choc mécanique.....	36
9.5 Protection contre l'humidité et la poussière.....	36
9.6 Influence de la température ambiante.....	38
9.7 Choc de température.....	38

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope and object.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	15
4 General characteristics of hand-held Instruments for the detection and identification of radionuclides	19
4.1 General.....	19
4.2 Radiation detectors	19
4.3 Energy calibration	19
4.4 Software.....	19
4.5 User interface.....	19
4.6 Communication interface	21
4.7 Moisture and dust protection	21
4.8 Markings	21
4.9 Battery status Indication.....	21
4.10 Protection of switches	21
4.11 Spectral storage and display	21
4.12 Ambient dose equivalent rate indication.....	23
5 General test procedures.....	23
5.1 Nature of tests.....	23
5.2 Reference conditions and standard test conditions	23
5.3 Statistical fluctuations	25
6 Radionuclide identification.....	25
6.1 Radionuclide categorization	25
6.2 Identification of single radionuclides	27
6.3 Identification of mixed radionuclides.....	29
6.4 Overload characteristics for identification	29
6.5 Source indicator	29
7 Ambient dose equivalent rate indication	31
7.1 Relative intrinsic error	31
7.2 Alarm and response time.....	31
7.3 Over range characteristics for ambient dose equivalent rate indication.....	31
8 Neutron detection	33
8.1 Neutron indication	33
8.2 Neutron indication in the presence of photons	33
9 Electrical and environmental performance requirements	33
9.1 Stabilization time.....	33
9.2 Power supplies – battery	35
9.3 Vibration.....	35
9.4 Mechanical shock.....	37
9.5 Moisture and dust protection	37
9.6 Ambient temperature influence	39
9.7 Temperature shock.....	39

9.8	Humidité relative	40
9.9	Compatibilité électromagnétique.....	42
9.10	Stockage et transport	46
10	Documentation	46
10.1	Certificat	46
10.2	Manuel d'utilisation et de maintenance	46
11	Résumé des essais (voir les Tableaux 4 à 6).....	46
	Bibliographie.....	50
	Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	24
	Tableau 2 – Niveaux pour l'essai de choc et vibration	36
	Tableau 3 – Limites des rayonnements émis.....	44
	Tableau 4 – Exigences pour l'identification de radionucléides	46
	Tableau 5 – Exigences pour l'indication de débit d'équivalent de dose ambiant de photons... 48	
	Tableau 6 – Exigences électriques et environnementales.....	48

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62327:2006

9.8	Relative humidity	41
9.9	Electromagnetic compatibility	43
9.10	Storage and transport	47
10	Documentation	47
10.1	Certificate	47
10.2	Operation and maintenance manual	47
11	Summary of the tests (see Tables 4 to 6)	47
	Bibliography	51
	Table 1 – Reference conditions and standard test conditions	25
	Table 2 – Vibration and shock test levels	37
	Table 3 – Radiated emission limits	45
	Table 4 – Requirements for radionuclide identification	47
	Table 5 – Requirements for photon ambient dose equivalent rate indication	49
	Table 6 – Electrical and environmental performance requirements	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 62327 a été préparée 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 basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/486/FDIS	45B/488/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62327 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear Instrumentation.

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

FDIS	Report on voting
45B/486/FDIS	45B/488/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.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62327:2006

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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 62327:2006

INTRODUCTION

Les transports illicites ou commis par inadvertance de matières radioactives sous la forme de sources radioactives ou de déchets métallurgiques contaminés sont devenus un problème d'importance croissante. Les sources radioactives hors du contrôle réglementaire, appelées aussi sources orphelines ont fréquemment provoqué de graves expositions aux rayonnements et une contamination dispersée largement. Bien que les trafics illicites de matières nucléaires et d'autres matières radioactives ne soit pas un phénomène récent, les problèmes résultant du «marché noir» ont augmenté ces toutes dernières années et particulièrement au regard du risque terroriste.

En réponse à la réglementation technique de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), de l'Organisation Mondiale des Douanes (OMD) et de l'Organisation Internationale de Police Criminelle (Interpol), liée à la détection et à l'identification des matières nucléaires et à l'évolution de la sécurité, les sociétés d'instrumentation nucléaire développent et fabriquent une instrumentation nucléaire pour aider à la détection des mouvements illicites de matières radioactives ou nucléaires. Ce type d'instrumentation est largement utilisé pour la sécurité dans les sites nucléaires, aux postes de contrôle des frontières, dans les ports internationaux et dans les aéroports. Cependant, pour assurer la cohérence des résultats des mesures effectuées en différents emplacements, il est impératif que l'instrumentation soit conçue selon des spécifications rigoureuses fondées sur des exigences de performance agréées, définies dans la présente Norme internationale.

INTRODUCTION

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

In response to the technical policy of the International Atomic Energy Agency (IAEA), the World Customs Organization (WCO) and the International Criminal Police Organization (Interpol) related to the detection and identification of special nuclear materials and security trends, nuclear instrumentation companies are developing and manufacturing radiation instrumentation to assist in the detection of illicit movement of radioactive and special nuclear materials. This type of instrumentation is widely used for security purposes at nuclear facilities, border control posts, and international seaports and airports. However, to ensure that measurement results made at different locations are consistent it is imperative that radiation instrumentation be designed to rigorous specifications based upon agreed performance requirements stated in this International Standard.

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

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux instruments portables utilisés pour la détection et l'identification des radionucléides, pour la détection des rayonnements neutroniques, ainsi que pour l'indication du débit d'équivalent de dose ambiant des rayonnements de photons. La présente norme ne s'applique pas aux performances de l'instrumentation de radioprotection qui est couverte par la CEI 60846.

Il est admis que le personnel chargé de faire respecter la loi sur le terrain et qui en général n'est pas expert en rayonnement peut utiliser les instruments couverts par la présente norme. Cela requiert une conception et un fonctionnement conviviaux tout autant qu'un haut niveau de sécurité de l'instrument.

La présente norme spécifie les exigences pour les spectromètres de photons portables, en particulier pour les détecteurs, les analyseurs électroniques multicanaux, le logiciel d'identification, les bibliothèques de radionucléides et l'écran de l'instrument. De plus, elle spécifie les caractéristiques générales, les procédures générales d'essai, les caractéristiques de rayonnement, ainsi que les caractéristiques électriques, mécaniques, de sécurité et d'environnement.

La présente norme fournit des guides pour la sélection de bibliothèques de radionucléides adéquates couvrant les matières radioactives qui sont les plus fréquemment détectées aux passages frontaliers.

La présente norme fait référence à une instrumentation qui peut être utilisée pour les objectifs décrits dans l'ISO 22188.

La présente norme peut être utilisée pour des instruments qui n'ont pas de capacité de réponse aux neutrons; dans ce cas, les exigences relatives à la réponse aux neutrons ne sont pas applicables.

La présente norme ne s'applique pas aux spectromètres de photons à haute résolution de laboratoire.

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*

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

1 Scope and object

This International Standard applies to hand-held instruments used for the detection and identification of radionuclides, the detection of neutron radiation and the indication of the ambient dose equivalent rate from photon radiation. This standard does not apply to the performance of radiation protection instrumentation which is covered in IEC 60846.

It is recognized that front line law-enforcement officers, who are generally not radiation experts, may use instruments covered by this standard. This requires user-friendly instrument design and operation with a high degree of inherent safety.

This standard specifies requirements for hand-held photon spectrometers, in particular for the detectors, the electronic multi-channel analyzers, the identification software, the radionuclide libraries, and the instrument display. It further specifies general characteristics, general test procedures, radiation characteristics, as well as electrical, mechanical, safety, and environmental characteristics.

This standard provides guidelines for selecting suitable radionuclide libraries covering radioactive materials that have been most frequently detected at border crossings.

This standard refers to instrumentation which may be used for the purposes described in ISO 22188.

This standard may be used for instruments that do not have neutron response capabilities, in which case, neutron response requirements do not apply.

This standard does not cover laboratory type, high-resolution photon spectrometers.

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*

CEI 60050(394):1995, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 394: Instrumentation nucléaire: Instruments*

Amendement 1 (1996)

Amendement 2 (2000)

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

Amendement 1 (1999)

IEC 60846:2002, *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnement bêta, X et gamma*

CEI 61187:1993, *Equipements de mesures électriques et électroniques – Documentation*

ISO 4037-1:1996, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et de 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 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 22188:2003, *Surveillance des mouvements non déclarés et des trafics illicites de matière radioactive*

Bureau International des Poids et Mesures, *Le Système international d'unités (SI)*, 7e édition, 1998.

3 Termes et définitions

Pour la présente Norme Internationale, les termes et définitions concernant les quantités de rayonnement et les termes de dosimétrie qui sont issus de la CEI 60050(393) et de la CEI 60050(394) ainsi que les suivantes sont applicables.

3.1

mode de routine

mode de fonctionnement qui est utilisé par un utilisateur non expert mais formé. Cela inclut la détection et l'identification des radionucléides, et l'indication du niveau de débit d'équivalent de dose ambiant

NOTE Ce mode peut être nommé «automatique» ou «mode simple».

3.2

mode expert ou restreint

mode de fonctionnement avancé utilisé par un utilisateur expert pour accéder aux données spectrales et pour contrôler les paramètres qui peuvent influencer le résultat d'une mesure (par exemple, la bibliothèque de radionucléides, le contrôle des fonctions de routine, les paramètres d'étalonnage, les seuils d'alarme, etc.). Il convient que l'accès à ce mode soit limité par un mot de passe de protection ou une autre méthode similaire

NOTE Ce mode peut aussi être nommé «avancé» ou «mode protégé».

3.3

utilisateur expert

personne ayant une autorisation d'accès aux paramètres de fonctionnement du mode restreint d'un instrument

IEC 60050(394):1995, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 394: Nuclear instrumentation: Instruments*

Amendment 1 (1996)

Amendment 2 (2000)

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

Amendment 1 (1989)

IEC 60846:2002, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation*

IEC 61187:1993, *Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

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 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 22188:2003, *Monitoring for inadvertent movement and illicit trafficking of radioactive material*

International Bureau of Weights and Measures: *The international System of Units (SI)*, 7th edition, 1998.

3 Terms and definitions

For the purposes of this International Standard, the terms and definitions for radiation quantities and dosimetric terms from IEC 60050(393) and IEC 60050(394), as well as the following terms and definitions apply.

3.1

routine mode

operating mode that is used by a trained non-expert user. Includes detection and identification of radionuclides, and indication of the ambient dose equivalent rate level

NOTE This mode may be called automated or easy mode.

3.2

restricted or expert mode

advanced operating mode used by an expert user to access spectral data and to control the parameters that can affect the result of a measurement (for example – radionuclide library, routine function control, calibration parameters, alarm thresholds, etc.). Access to this mode should be limited through password protection or other similar methods

NOTE This mode may also be called the “advanced” or “protected” mode.

3.3

expert user

person permitted access to an instrument's operating parameters located in the restricted mode

3.4

indication du débit d'équivalent de dose ambiant

indication du débit d'équivalent de dose ambiant, et non une mesure quantitative de ce débit d'équivalent de dose ambiant

3.5

valeur conventionnellement vraie d'une quantité

valeur attribuée à une quantité particulière et acceptée, quelquefois par convention, comme ayant une incertitude appropriée à un but donné

[VEI 394-20-10, modifiée]

3.6

erreur d'indication

différence entre la valeur indiquée v d'une activité et la valeur conventionnellement vraie v_c de cette quantité au point de mesure

[VEI 394-20-13, modifiée]

3.7

erreur relative intrinsèque

erreur relative d'une indication concernant une grandeur fournie par un matériel ou un ensemble de mesure soumis à une grandeur de référence donnée dans des conditions de référence déterminées, exprimée par la relation

$$e_i = (v - v_c)/v_c$$

où v est la valeur indiquée de la grandeur et v_c la valeur conventionnellement vraie de la grandeur, au point de mesure

[VEI 394-20-12]

3.8

réponse d'un appareil de mesure du rayonnement

rapport, sous conditions spécifiées, donné par la relation:

$$R = v/v_c$$

où v est la valeur de la quantité mesurée par l'équipement ou l'appareil testé et v_c est la valeur conventionnellement vraie de cette quantité

[VEI 394-20-21]

3.9

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier qu'elle répond aux spécifications prescrites

[VEI 394-20-28]

3.10

essai de série

essai auquel chaque appareil est soumis individuellement, pendant ou après sa fabrication, pour s'assurer qu'il est conforme à certains critères

[VEI 394-20-08, modifié]

3.11

essai de réception

essai contractuel pour prouver au client que l'appareil répond à certaines conditions de sa spécification

[VEI 394-20-09]

3.4**ambient dose equivalent rate indication**

indication of the ambient dose equivalent rate, not a quantitative measurement of that ambient dose equivalent rate

3.5**conventionally true value of a quantity**

value attributed to a particular quantity and accepted, sometimes by convention, as having an uncertainty appropriate for a given purpose

[IEV 394-20-10, modified]

3.6**error of indication**

difference between the indicated value v of an activity and the conventionally true value v_c of that activity at the point of measurement

[IEV 394-20-13, modified]

3.7**relative intrinsic error**

relative error of indication of a piece of equipment or an assembly with respect to a quantity when subjected to a specified reference quantity under specified reference conditions, expressed as: $e_i = (v - v_c)/v_c$, where v is the indicated value of a quantity and v_c is the conventionally true value of this quantity at the point of measurement

[IEV 394-20-12]

3.8**response of a radiation measuring assembly**

ratio, under specified conditions, given by the relation:

$$R = v / v_c$$

where v is the value of the quantity measured by the equipment or assembly under test and v_c is the conventionally true value of this quantity

[IEV 394-20-21]

3.9**type test**

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

[IEV 394-20-28]

3.10**routine test**

test to which an individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

[IEV 394-20-08, modified]

3.11**acceptance test**

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

[IEV 394-20-09]

3.12

essais supplémentaires

essais destinés à fournir une information supplémentaire sur certaines caractéristiques des appareils

3.13

débit d'équivalent de dose ambiant

$$\dot{H}^*(10)$$

le débit d'équivalent de dose ambiant à une profondeur recommandée pour la surveillance environnementale de 10 mm est le quotient $dH^*(10)$ par dt , où $dH^*(10)$ est l'augmentation de l'équivalent de dose ambiant dans l'intervalle de temps dt

$$\dot{H}^*(10) = \frac{dH^*(10)}{dt}$$

4 Caractéristiques générales des instruments portables pour la détection et l'identification des radionucléides

4.1 Généralités

Ces instruments sont utilisés pour la détection, la localisation et l'identification des matières radioactives, et pour l'indication du niveau de débit d'équivalent de dose ambiant. Typiquement, ils mesurent le spectre photonique et identifient le radionucléide par comparaison à une bibliothèque interne de radionucléides. Ce sont des instruments portables, alimentés par pile ou accumulateur, utilisés pour des mesures de terrain.

4.2 Détecteurs de rayonnement

Ce type d'instrument utilise le plus souvent plus d'un détecteur pour les différentes applications. L'instrument doit être sensible à la fois aux rayonnements photoniques et aux rayonnements neutroniques et discriminer les deux. Les détecteurs spectrométriques de photons doivent avoir une résolution en énergie, une sensibilité et une stabilité suffisantes pour permettre l'identification du radionucléide.

4.3 Etalonnage en énergie

L'étalonnage en énergie de photons doit rester stable sur la gamme de température requise.

L'étalonnage ne doit pas être affecté par une modification de la tension de la pile ou de l'accumulateur, le taux de comptage et l'état fonctionnel (commuté éteint ou allumé).

Un moyen doit être fourni pour détecter une dérive d'étalonnage et permettre un réajustement sur le terrain.

4.4 Logiciel

Le logiciel intégré doit être capable d'identifier la présence des radionucléides mentionnés en 6.1, 6.2 et 6.3 en présence d'autres radionucléides.

4.5 Interface utilisateur

Le dispositif doit utiliser:

- un écran aisément lisible sous des conditions habituelles d'éclairage, et sur l'étendue de température requise,
- des pupitres de commande conviviaux,

3.12

supplementary tests

tests intended to provide supplementary information on certain characteristics of the devices

3.13

ambient dose equivalent rate

$$\dot{H}^*(10)$$

quotient of the ambient dose equivalent at the recommended depth for environmental monitoring of 10 mm $dH^*(10)$ by dt , where $dH^*(10)$ is the increment of ambient dose equivalent in the time interval dt

$$\dot{H}^*(10) = \frac{dH^*(10)}{dt}$$

4 General characteristics of hand-held Instruments for the detection and identification of radionuclides

4.1 General

These instruments are used for the detection, localization, and identification of radioactive material and for indication of the ambient dose equivalent rate level. They typically measure the photon spectrum and identify the radionuclide by comparison with an internal radionuclide library. They are hand-held, battery-powered instruments used for field measurements.

4.2 Radiation detectors

These instrument types typically use more than one detector for the different applications. The instrument shall be sensitive to both photon and neutron radiation, and discriminate between both. Spectrometric photon detectors shall have sufficient energy resolution, sensitivity, and stability to enable accurate radionuclide identification.

4.3 Energy calibration

The photon energy calibration shall remain stable over the required temperature range.

The calibration shall be unaffected by changes in battery voltage, count rate, or functional status (switched off or on).

A means shall be provided to detect a calibration drift and allow a re-adjustment in the field.

4.4 Software

Built-in software shall be able to identify the presence of radionuclides listed in 6.1, 6.2 and 6.3 in the presence of other radionuclides.

4.5 User interface

The instrument shall use:

- a display that is easily readable under typical lighting conditions, and over the required temperature range,
- user friendly controls,

- une structure de menu simple et facile à suivre, et
- au moins deux modes de fonctionnement différents, l'un pour le fonctionnement de routine et l'autre pour un mode expert.

4.6 Interface de communication

L'instrument doit avoir la capacité de transférer des données, telles qu'un spectre photonique, à un autre appareil tel qu'un PC. Le fabricant doit fournir une description complète du format de transfert de données.

4.7 Protection contre l'humidité et la poussière

La conception du boîtier de l'instrument doit remplir les conditions exigées pour le code IP 53 (voir la CEI 60529).

Les instruments doivent être conçus pour prévenir la pénétration de poussière ou d'humidité de condensation. Pour IP53, il ne s'agit pas de prévenir totalement l'entrée de poussière, mais d'éviter que celle-ci ne pénètre dans une quantité susceptible d'interférer avec le fonctionnement satisfaisant de l'instrument ou de nuire à la sécurité. La pulvérisation de l'eau à un angle maximum de 60° de chaque côté de la verticale ne doit avoir aucun effet dommageable.

4.8 Marquages

4.8.1 Généralités

Toutes les commandes, affichages et réglages externes de l'instrument doivent être identifiés selon leur fonction. Les commandes internes doivent être identifiées par un marquage sur la carte électronique et une identification dans les manuels techniques.

4.8.2 Marquages externes

Les marquages suivants doivent apparaître sur l'extérieur de l'instrument ou sur chaque partie principale (par exemple sur les sondes de détection) de façon appropriée:

- fabricant et référence du modèle,
- numéro de série individuel,
- localisation du centre effectif du détecteur, et
- désignation des fonctions pour les commandes, commutateurs et réglages.

Les marquages doivent être aisément lisibles et permanents dans les conditions normales d'utilisation (procédures de décontamination normales incluses).

4.9 Indication de l'état des piles ou accumulateurs

L'instrument doit être équipé d'un circuit de test ou d'un indicateur visuel direct de l'état de la pile ou accumulateur.

4.10 Protection des commutateurs

Il convient que les commutateurs et autres commandes soient protégés pour minimiser ou prévenir une désactivation non intentionnelle ou un fonctionnement altéré de l'instrument.

4.11 Mémorisation et affichage des spectres

Un affichage du spectre de photons n'est pas requis lors du fonctionnement de routine.

- a menu structure that is simple and easy to follow, and
- at least two different operating modes, one for routine operation and the other as an expert mode.

4.6 Communication interface

The instrument shall have the ability to transfer data, such as the photon spectra to another device such as a personal computer. The manufacturer shall provide a full description of the transfer data format.

4.7 Moisture and dust protection

The instrument case design shall meet the requirements stated for IP code 53 (see IEC 60529).

The instrument shall be protected from the ingress of dust and spraying water. For IP53, 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 sprayed at an angle up to 60° on either side of the vertical shall have no harmful effects.

4.8 Markings

4.8.1 General

All external instrument controls, displays, and adjustments shall be identified according to their function. Internal controls shall be identified through markings on circuit boards and identification in technical manuals.

4.8.2 Exterior markings

The following markings shall appear on the exterior of the instrument or each major assembly (for example, detector probes) as appropriate:

- manufacturer and model number,
- unique serial number,
- location of the effective center of detector(s), and
- function designation for controls, switches, and adjustments.

Markings shall be easily readable and permanently fixed under normal conditions of use (including use of normal decontamination procedures).

4.9 Battery status Indication

The instrument shall be equipped with a test circuit or other visible direct indicator of battery condition.

4.10 Protection of switches

Switches and other controls should be protected to minimize or prevent inadvertent deactivation or improper operation of the instrument.

4.11 Spectral storage and display

A displayed photon spectrum is not required during routine operation.

L'instrument doit être capable de mémoriser au moins 50 spectres.

Chaque spectre mémorisé doit contenir les informations relatives à l'acquisition et aux résultats d'identification ce qui inclut:

- date et heure,
- radionucléides identifiés et niveaux de confiance associés,
- débit d'équivalent de dose ambiante gamma, et
- taux de comptage des neutrons au moment de la mesure.

4.12 Indication du débit d'équivalent de dose ambiant

4.12.1 Photon

L'instrument doit fournir une indication du débit d'équivalent de dose ambiant. Les interférences dues aux rayonnements neutroniques doivent être maintenues au minimum et être indiquées par le fabricant.

4.12.2 Neutron

Il convient que l'indication des neutrons soit en coups (neutrons) par seconde. Chaque fois que des neutrons sont détectés, une alarme doit également être déclenchée.

4.12.3 Alarme

Une alarme doit être fournie pour alerter l'utilisateur quand le débit d'équivalent de dose ambiant indiqué est au-dessus du seuil. L'alarme doit être à la fois sonore et visuelle, et ajustable en mode «expert». Un moyen silencieux d'indication d'alarme doit être fourni, par exemple grâce à l'utilisation d'un vibreur et/ou d'écouteurs.

L'alarme doit avoir une possibilité d'acquiescement ou tout autre commande similaire pour rendre silencieuse la signalisation sonore. Une alarme différente pour les photons et les neutrons doit être disponible.

5 Procédures générales d'essai

5.1 Nature des essais

Sauf mention contraire spécifiée au niveau des étapes individuelles, tous les essais énumérés dans la présente norme doivent être considérés comme des essais de type. Certains essais peuvent être considérés comme des essais d'acceptation par accord entre le client et le fabricant.

5.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai

Les conditions de référence sont données dans la seconde colonne du Tableau 1. Sauf mention contraire, les essais doivent être effectués sous les conditions normales d'essai données dans la troisième colonne du Tableau 1. Pour les essais menés hors des conditions normales, les valeurs de température, de pression et d'humidité relative doivent être indiquées et les corrections appropriées doivent être faites pour donner une réponse sous les conditions de référence. Il convient de faire état des valeurs de toutes les corrections.

The instrument shall have the ability to store at least 50 spectra.

Each stored spectrum shall contain collection and identification results information including:

- time and date,
- identified radionuclides and associated confidence levels,
- indicated ambient gamma dose equivalent rate, and
- neutron count rate at the time of measurement.

4.12 Ambient dose equivalent rate indication

4.12.1 Photon

The instrument shall provide an indication of the ambient dose equivalent rate. Interference from neutron radiation shall be kept to a minimum and be stated by the manufacturer.

4.12.2 Neutron

Neutron indication should be in (neutron) counts per second. Whenever neutrons are detected, an alarm shall also be provided.

4.12.3 Alarm

An alarm shall be provided to alert the user that indicated ambient dose equivalent rates are above the threshold level. The alarm shall be both audible and visual, and adjustable through the expert mode. A means for silent alarm indication shall be provided, for example through the use of vibration and/or earphones.

The alarm shall have an "acknowledge" or other similar control to silence the audible function. The neutron alarm shall be different from the photon alarm.

5 General test procedures

5.1 Nature of tests

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

5.2 Reference conditions and standard test conditions

Reference conditions are given in the second column of Table 1. Except where otherwise specified, tests shall be carried out under the standard test conditions shown in the third column of Table 1. For those tests carried out under standard test conditions, the values of temperature, pressure, and relative humidity shall be stated and the appropriate corrections made to give the response under reference conditions. The values of any corrections should be stated.

Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai

Grandeur influente	Conditions de référence (sauf indication contraire du fabricant)	Conditions normales d'essai (sauf indication contraire du fabricant)
Energie de rayonnement de photons pour: $H^*(10)$	^{137}Cs (S-CS ISO 4037-1)	^{137}Cs (S-CS ISO 4037-1)
Energie de rayonnement neutronique $H_p(10)$	^{252}Cf	^{252}Cf
Durée de stabilisation	Comme indiqué par le fabricant	Comme indiqué par le fabricant
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C
Humidité relative	65 %	50 % à 75 %
Pression atmosphérique	101,3 kPa	70 kPa à 106,6 kPa
Tension de batterie	Tension nominale	Batterie utilisée jusqu'à la moitié de sa durée maximale d'utilisation
Angle d'incidence du rayonnement	Direction de référence donnée par le fabricant	Direction donnée $\pm 5^\circ$
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure à la valeur la plus basse provoquant des interférences
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure à deux fois l'induction du champ magnétique terrestre
Orientation de l'instrument	Doit être établie par le fabricant	Orientation établie $\pm 5^\circ$
Contrôles de l'instrument	Réglage pour une utilisation normale	Réglage pour une utilisation normale
Bruit de fond de rayonnement	Débit d'équivalent de dose ambiant de 0,1 $\mu\text{Sv h}^{-1}$ ou moins si possible	Inférieur au débit d'équivalent de dose ambiant de 0,25 $\mu\text{Sv h}^{-1}$
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable

5.3 Fluctuations statistiques

Pour tout essai concernant l'utilisation de rayonnement, si l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication provenant de la nature aléatoire du seul rayonnement est une partie significative de la variation de l'indication permise pour l'essai, alors un nombre suffisant de lectures doit être effectué pour assurer que la valeur moyenne de ces lectures peut être estimée avec suffisamment de précision pour déterminer si les exigences applicables aux caractéristiques qui sont l'objet de l'essai sont tenues.

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

6 Identification des radionucléides

6.1 Catégories de radionucléides

6.1.1 Généralités

Les radionucléides de grand intérêt et ceux rencontrés le plus couramment sont répartis ci-dessous en quatre catégories:

- matières nucléaires: ^{233}U , ^{235}U , ^{237}Np , Pu (enrichissement militaire ou réacteur);
- radionucléides pour application médicale: tomographie d'émission de positrons – PET (ex. ^{18}F), ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In , ^{123}I , ^{125}I , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{201}Tl ;

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions

Influence quantity	Reference conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Photon radiation energy for: $H^*(10)$	^{137}Cs (S-CS ISO 4037-1)	^{137}Cs (S-CS ISO 4037-1)
Neutron radiation energy, $H_p(10)$	^{252}Cf	^{252}Cf
Stabilization time	As stated by the manufacturer	As stated by the manufacturer
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C
Relative humidity	65 %	50 % to 75 %
Atmospheric pressure	101,3 kPa	70 kPa to 106,6 kPa
Battery voltage	Nominal voltage	Battery used up to half of its useful life
Angle of incidence of radiation	Reference direction given by the manufacturer	Direction given $\pm 5^\circ$
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the induction due to the earth's magnetic field
Orientation of instrument	To be stated by the manufacturer	Stated orientation $\pm 5^\circ$
Instrument controls	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Radiation background	Ambient dose equivalent rate of $0,1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ or less if practical	Less than ambient dose equivalent rate of $0,25 \mu\text{Sv h}^{-1}$
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible

5.3 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 precision to determine whether the requirements for the characteristic under test are met.

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

6 Radionuclide identification

6.1 Radionuclide categorization

6.1.1 General

The radionuclides of greatest interest and those most likely to be encountered are listed below in four different categories:

- nuclear materials: ^{233}U , ^{235}U , ^{237}Np , Pu (weapon or reactor grade),
- medical radionuclides: Positron Emission Tomography – PET (for example ^{18}F), ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In , ^{123}I , ^{125}I , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{201}Tl ,

- radionucléides pour utilisation industrielle: ^{57}Co , ^{57}Se , ^{60}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{241}Am ;
- matières radioactives présentes dans la nature (NORM): ^{40}K , ^{226}Ra et produits descendants, ^{232}Th et produits descendants, ^{238}U et produits descendants.

NOTE Cette liste est informative et il convient qu'elle ne soit pas considérée comme exhaustive.

Lorsqu'elle est utilisée comme partie du processus d'identification, la base de données (bibliothèque) de radionucléides doit contenir au minimum les radionucléides listés ci-dessus pour les essais, et elle ne doit pas être altérée durant toute la durée de l'essai.

Si un radionucléide ne peut pas être clairement identifié, une mention doit apparaître (par exemple, «Non identifié»).

6.1.2 Exigences spéciales pour la catégorisation de l'iode, l'uranium, le plutonium et le thorium

Les exigences suivantes se font suivant accord entre le fabricant et l'utilisateur.

- si un isotope de l'iode est détecté, «iode-médical» devrait être indiqué;
- si un isotope d'uranium est détecté, «uranium» peut être indiqué;
- si un isotope de plutonium est détecté, «plutonium-nucléaire» peut être indiqué;
- si ^{232}Th et des produits descendants sont détectés, «Thorium – NORM» peut être indiqué;
- si des sources de rayonnement de freinage sont détectées (par exemple $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$), indiquer «rayonnement de freinage» ou «non identifié».

6.2 Identification de radionucléides isolés

6.2.1 Exigence

L'instrument doit être capable d'identifier et/ou catégoriser comme indiqué antérieurement les radionucléides suivants dans les temps indiqués, après exposition aux radionucléides.

- sans blindage, en 1 min: ^{111}In , ^{133}Xe , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{201}Tl , ^{67}Ga , ^{125}I , ^{123}I , ^{131}I , $^{18}\text{F}(\text{PET})^1$,
- derrière un blindage d'acier de 3 mm, en 2 min: uranium faiblement enrichi (LEU), plutonium à enrichissement réacteur (RGPu), uranium très enrichi (HEU), plutonium à enrichissement militaire (WGPu), ^{57}Co , ^{241}Am , ^{237}Np ,
- derrière un blindage d'acier de 5 mm, en 2 min: RGPu, HEU, WGPu, ^{133}Ba , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{192}Ir .

NOTE Pour la présente norme, l'uranium très enrichi (HEU) contient >90 % en ^{235}U et l'uranium faiblement enrichi (LEU) contient 3-5 % ^{235}U . RGPu contient 24 % ^{240}Pu et WGPu 6 % ^{240}Pu .

6.2.2 Méthode d'essai

Exposer l'instrument aux radionucléides de la liste en 6.2.1. Pour chaque source, blindée ou pas, le débit d'équivalent de dose ambiant au niveau du détecteur, mesuré avec un dispositif indépendant comme un débitmètre d'équivalent de dose ambiant, doit être $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30\%$) au-dessus du bruit de fond. L'essai doit consister en 10 tentatives au moins pour chaque nucléide. L'aptitude à la fonction est acceptable lorsque l'instrument identifie correctement les radionucléides dans 90 % des essais.

¹ Il est acceptable d'indiquer «rayonnement d'annihilation de positron» ou autre texte similaire pour ^{18}F .

- industrial radionuclides: ^{57}Co , ^{75}Se , ^{60}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{241}Am ,
- Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM): ^{40}K , ^{226}Ra and decay products, ^{232}Th and decay products, ^{238}U and decay products.

NOTE This is an informative list and should not be considered as exhaustive.

The radionuclide database (library) when used as part of the identification process shall contain the radionuclides listed above for test purposes as a minimum, and it shall not be altered during the entire testing process.

An indication shall be made (i.e.: “not identified”) if a radionuclide cannot be clearly identified.

6.1.2 Special requirements for categorizing iodine, uranium, plutonium and thorium

The following requirements are by agreement with the manufacturer and the user.

- “Medical-Iodine” should be indicated if any iodine isotope is detected,
- “Uranium” may be indicated if any uranium isotope is identified,
- “Nuclear-Plutonium” may be indicated if any plutonium isotope is identified,
- “NORM-Thorium” may be indicated if ^{232}Th plus decay products are identified,
- “Bremsstrahlung” or “not identified” should be indicated if Bremsstrahlung sources (for example $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$) are detected.

6.2 Identification of single radionuclides

6.2.1 Requirement

The instrument shall be able to identify and/or categorize as stated previously the following radionuclides within the times indicated after exposure to the radionuclide.

- unshielded, in 1 min: ^{111}In , ^{133}Xe , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{201}Tl , ^{67}Ga , ^{125}I , ^{123}I , ^{131}I , $^{18}\text{F}(\text{PET})^1$,
- behind 3 mm steel shielding, in 2 min: Low Enriched Uranium (LEU), Reactor Grade Plutonium (RGPu), Highly Enriched Uranium (HEU), Weapons Grade Plutonium (WGPu), ^{57}Co , ^{241}Am , ^{237}Np ,
- behind 5 mm steel shielding, in 2 min: RGPu, HEU, WGPu, ^{133}Ba , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{192}Ir .

NOTE For this standard, HEU has an enrichment of >90 % ^{235}U and LEU 3-5 % ^{235}U . RGPu contains 24 % ^{240}Pu and WGPu 6 % ^{240}Pu .

6.2.2 Test method

Expose the instrument to the radionuclides listed in 6.2.1. The ambient dose equivalent rate at the detector measured with an independent radiation measuring device such as an ambient dose equivalent meter from each source, unshielded or shielded, shall be $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30\%$) above background. The test shall consist of 10 or more trials for each radionuclide. The performance is acceptable if the instrument correctly identifies the radionuclide in at least 90 % of the trials.

¹ It is acceptable to indicate positron annihilation radiation or other similar text for ^{18}F .

6.3 Identification de radionucléides mixtes

6.3.1 Exigences

Les radionucléides combinés suivants doivent être identifiés en moins d'1 min. Chaque radionucléide doit produire un débit d'équivalent de dose ambiant (sans blindage) au niveau du détecteur de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) au-dessus du bruit de fond:

- ^{137}Cs + HEU,
- ^{131}I + HEU,
- ^{57}Co + HEU, et
- ^{133}Ba + RGPu.

6.3.2 Méthode d'essai

Exposer l'instrument à tous les radionucléides d'un groupe simultanément. Chaque radionucléide doit produire un débit d'équivalent de dose ambiant (non blindé) au niveau du détecteur de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) au-dessus du bruit de fond.

L'identification doit être faite dans la minute suivant l'exposition. L'essai doit consister en 10 tentatives ou plus pour chaque radionucléide. L'aptitude à la fonction est acceptable quand l'instrument identifie correctement le radionucléide dans au moins 90 % des essais.

6.4 Caractéristiques de surcharge pour l'identification

6.4.1 Exigence

Le fabricant doit indiquer le débit d'équivalent de dose ambiant maximal pour l'identification. L'instrument doit indiquer si le débit d'équivalent de dose ambiant est trop faible ou trop élevé pour une identification correcte.

6.4.2 Méthode d'essai

Porter le débit d'équivalent de dose ambiant en utilisant du ^{137}Cs à 80 % de la valeur maximale du débit d'équivalent de dose ambiant établi par le fabricant pour l'identification des radionucléides et effectuer une identification de radionucléides. L'instrument doit identifier correctement le ^{137}Cs . Accroître le débit d'équivalent de dose ambiant jusqu'à 120 % de la valeur maximale du débit d'équivalent de dose ambiant établi par le fabricant pour l'identification des radionucléides et effectuer une identification de radionucléide. L'instrument doit indiquer que l'identification correcte des radionucléides n'est pas possible. Le fabricant peut fournir à l'utilisateur des informations complémentaires pour effectuer des actions tendant à réduire le champ de rayonnement à un niveau permettant l'identification correcte des radionucléides.

6.5 Indicateur de source

6.5.1 Exigence

L'instrument doit fournir un moyen d'indiquer une augmentation du champ de rayonnement ambiant qui peut être causée par la présence d'une source de radiation au moment de la recherche de sources radioactives.

L'indicateur doit être à la fois audible, visuel et ajustable en mode expert. Un moyen d'indication silencieux doit être fourni, par exemple grâce à l'aide d'un vibreur et/ou d'écouteurs. Cette exigence est distincte de l'alarme d'équivalent de dose ambiant décrite en 7.2.

6.3 Identification of mixed radionuclides

6.3.1 Requirement

The following combined radionuclides shall be identified within 1 minute. Each radionuclide shall produce an ambient dose equivalent rate (unshielded) at the detector of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) above background:

- ^{137}Cs + HEU,
- ^{131}I + HEU,
- ^{57}Co + HEU, and
- ^{133}Ba + RGPu.

6.3.2 Test method

Expose the instrument to all radionuclides in a group simultaneously. Each radionuclide shall produce an ambient dose equivalent rate (unshielded) at the detector of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30 \%$) above background.

The identification shall be made within 1 min after exposure. The test shall consist of 10 or more trials for each radionuclide. The performance is acceptable when the instrument correctly identifies the radionuclide in at least 90 % of the trials.

6.4 Overload characteristics for identification

6.4.1 Requirement

The manufacturer shall state the maximum ambient dose equivalent rate for identification. The instrument shall indicate if the ambient dose equivalent rate is too low or too high for proper identification.

6.4.2 Test method

Increase the ambient dose equivalent rate using ^{137}Cs to 80 % of the maximum ambient dose equivalent rate for radionuclide identification as stated by the manufacturer and perform a radionuclide identification. The instrument shall correctly identify ^{137}Cs . Increase the ambient dose equivalent rate to 120 % of the maximum ambient dose equivalent rate for radionuclide identification as stated by the manufacturer and perform a radionuclide identification. The instrument shall state that the proper identification of the radionuclide is not possible. The manufacturer may provide additional information to the user to perform some action to reduce the radiation field to levels where proper radionuclide identification is possible.

6.5 Source indicator

6.5.1 Requirement

The instrument shall provide a means to indicate an increase in the ambient radiation field that may be caused by the presence of a radiation source when searching or scanning for radioactive sources.

The indicator shall be both audible and visual, and adjustable through the expert mode. A means for silent indication shall be provided, for example through the use of vibration and/or earphones. This requirement is separate from the ambient dose equivalent rate alarm that is described in 7.2.

6.5.2 Méthode d'essais

Avec l'instrument à un débit d'équivalent de dose ambiant stable d'approximativement $0,2 \mu\text{Sv h}^{-1}$, bouger lentement une source de ^{137}Cs autour l'instrument où le débit maximum d'équivalent de dose ambiant est de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$. L'instrument doit indiquer qu'il y a une augmentation dans le débit d'équivalent de dose ambiant et une diminution dans le champ quand la source est éloignée de l'instrument.

7 Indication de débit d'équivalent de dose ambiant

7.1 Erreur relative intrinsèque

7.1.1 Exigence

Sous des conditions normales d'essais, l'erreur relative intrinsèque de la réponse de l'instrument au rayonnement photonique de référence du ^{137}Cs ne doit pas dépasser $\pm 30 \%$ de tout débit d'équivalent de dose ambiant de photons, sur la plage de $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ à $100 \mu\text{Sv h}^{-1}$. La gamme de l'indication de débit d'équivalent de dose ambiant doit inclure les niveaux naturels de bruit de fond jusqu'à $0,03 \mu\text{Sv h}^{-1}$ avec éventuellement une incertitude plus grande.

7.1.2 Méthode d'essai

Exposer l'instrument à un débit d'équivalent de dose ambiant de $5 \mu\text{Sv h}^{-1}$, $20 \mu\text{Sv h}^{-1}$, $80 \mu\text{Sv h}^{-1}$ et vérifier que la lecture se situe dans les $\pm 30 \%$ du débit d'équivalent de dose ambiant appliqué.

7.2 Alarme et temps de réponse

7.2.1 Exigences

L'instrument doit déclencher une alarme s'il est exposé à un incrément du niveau du bruit de fond supérieur à celui du seuil d'alarme réglé par le fabricant en moins de 3 s suivant le changement de niveau. L'alarme doit être auditive et visuelle. En outre, l'indication du débit d'équivalent de dose ambiant affiché doit se situer dans les $\pm 30 \%$ de la variation du débit d'équivalent de dose ambiant en moins de 5 s suivant le changement.

7.2.2 Méthode d'essai

Ajuster le seuil de l'alarme à $0,25 \mu\text{Sv h}^{-1}$. Placer l'instrument dans un débit d'équivalent de dose ambiant stable d'approximativement $0,2 \mu\text{Sv h}^{-1}$. Augmenter le débit d'équivalent de dose en utilisant une source de ^{137}Cs jusqu'à $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ en 1 s. Observer la réponse de l'instrument. L'alarme doit être déclenchée dans les 3 s suivant le changement de pas et le débit d'équivalent de dose ambiant indiqué doit se situer à $\pm 30 \%$ de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ en 5 s. L'alarme doit alors être acquittée et la procédure se répéter neuf fois de plus. Les résultats sont acceptables quand l'alarme se déclenche au moins 9 fois sur 10 expositions.

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

7.3.1 Exigence

L'instrument doit indiquer l'existence d'une condition hors domaine quand le débit d'équivalent de dose ambiant est de 10 fois supérieur à celui établi par le fabricant.

7.3.2 Méthode d'essai

Exposer l'instrument à une augmentation rapide du débit d'équivalent de dose ambiant de 10 fois supérieur à celui établi par le fabricant. L'instrument doit indiquer l'existence d'une condition hors domaine dans les 5 s suivant le changement de pas et doit rester ainsi pendant toute la durée de la période d'exposition (de 5 min minimum). Passé ce délai, réduire le champ de rayonnement à la valeur du pré-essai. L'instrument doit fonctionner normalement pendant 5 min.

6.5.2 Test method

With the instrument in a stable ambient dose equivalent rate of approximately $0,2 \mu\text{Sv h}^{-1}$, slowly move a ^{137}Cs source past the instrument where the maximum ambient dose equivalent rate is $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$. The instrument shall indicate that there is an increase in the ambient dose equivalent rate and a decrease in the field as the source is moved away from the instrument.

7 Ambient dose equivalent rate indication

7.1 Relative intrinsic error

7.1.1 Requirement

Under standard test conditions, the relative intrinsic error in the response of the instrument to the reference photon radiation from ^{137}Cs shall not exceed $\pm 30\%$ for all ambient dose equivalent rates from $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ up to $100 \mu\text{Sv h}^{-1}$. The range of ambient dose equivalent rate indication shall include natural background levels down to $0,03 \mu\text{Sv h}^{-1}$ with possibly higher uncertainty limits.

7.1.2 Test method

Expose the instrument to ambient dose equivalent rates of $5 \mu\text{Sv h}^{-1}$, $20 \mu\text{Sv h}^{-1}$, $80 \mu\text{Sv h}^{-1}$ and verify that the readings are within $\pm 30\%$ of the applied ambient dose equivalent rate.

7.2 Alarm and response time

7.2.1 Requirement

The instrument shall alarm when it is exposed to an increase in the ambient background radiation level that is greater than the user settable alarm threshold within 3 s of the step change. The alarm shall be audible and visual. In addition, the displayed ambient dose equivalent rate indication shall be within $\pm 30\%$ of the changed ambient dose equivalent rate within 5 s of the change.

7.2.2 Test method

Adjust the alarm threshold to $0,25 \mu\text{Sv h}^{-1}$. Place the instrument in a stable ambient dose equivalent rate of approximately $0,2 \mu\text{Sv h}^{-1}$. Increase the ambient dose equivalent rate using a ^{137}Cs source to $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ within 1 second. Observe the instrument's response. The alarm shall be activated within 3 s of the step change, and the indicated ambient dose equivalent rate shall be within $\pm 30\%$ of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ within 5 s. The alarm shall then be acknowledged and the process repeated nine additional times. Acceptable results are when the alarm is activated 9 out of 10 exposures.

7.3 Over range characteristics for ambient dose equivalent rate indication

7.3.1 Requirement

The instrument shall indicate that an over range condition exists when the ambient dose equivalent rate is greater than 10 times the manufacturer's stated maximum ambient dose equivalent rate.

7.3.2 Test method

Expose the instrument to a step change in the ambient dose equivalent rate from ambient to 10 times that of the manufacturer-stated maximum ambient dose equivalent rate. The instrument shall indicate that an over range condition exists within 5 s of the step change and shall remain in that condition for the entire exposure period (minimum of 5 min). After a minimum of 5 min exposure, reduce the radiation field to the pre-test value. The instrument shall operate normally within 5 min.

8 Détection des neutrons

8.1 Indication des neutrons

8.1.1 Exigence

L'instrument doit indiquer la présence de rayonnement neutronique et déclencher une alarme quand il est exposé à un rayonnement neutronique.

8.1.2 Méthode d'essai

Avant de procéder à l'essai, mettre l'alarme «neutrons» à un niveau d'environ 4 fois celui du bruit de fond neutronique indiqué par l'instrument si l'indication est disponible.

Exposer l'instrument à un flux neutronique émis par une source non modérée de ^{252}Cf de $0,01\text{ }\mu\text{g}$ (n'émettant pas plus de $20\,000\text{ n/s}$ – approximativement $3\text{ }\mu\text{Sv h}^{-1}$ avec une source placée approximativement à 25 cm du point de référence de l'instrument). La source d'essai doit être blindée avec 1 cm de plomb pour réduire les rayonnements gamma à moins de 1% de l'émission de la source non blindée. L'alarme doit être activée dans les 10 s suivant la variation.

8.2 Indication de neutrons en présence de photons

8.2.1 Exigence

L'instrument ne doit pas déclencher d'alarme «neutron» quand il est exposé à un débit de dose équivalent de dose ambiant gamma allant jusqu'à $0,1\text{ mSv h}^{-1}$ au point de référence du détecteur.

L'instrument doit indiquer la présence de rayonnement neutronique quand il est exposé à une source de neutrons tout en étant aussi exposé à un rayonnement de gamma de niveau croissant.

8.2.2 Méthode d'essai

L'instrument doit tout d'abord être soumis à l'essai pour la sensibilité aux neutrons en accord avec la procédure d'essai du 8.1.2 et le signal d'alarme «neutrons» doit être vérifié. Après avoir retiré la source de neutrons, l'instrument doit être exposé à un rayonnement photonique de ^{137}Cs avec un débit de dose équivalent de dose ambiant de $0,1\text{ mSv h}^{-1}$ au niveau du détecteur. Vérifier qu'aucune alarme «neutrons» ne soit déclenchée pendant un temps d'exposition continu de 10 min . Afin d'éliminer l'influence de la géométrie du détecteur de neutrons, la distance entre la source de ^{137}Cs et le détecteur doit être d'au moins 50 cm .

Alors qu'il est exposé à un champ élevé de gamma, exposer l'instrument à la source neutronique en suivant la même technique que dans 8.1.2. La réponse doit se situer dans les 20% de celle hors présence du rayonnement gamma.

9 Exigences électriques et environnementales

9.1 Temps de stabilisation

9.1.1 Exigence

Le fabricant doit établir le temps requis pour que l'instrument devienne complètement fonctionnel. Le temps maximum doit être inférieur à 10 min .

8 Neutron detection

8.1 Neutron indication

8.1.1 Requirement

The instrument shall indicate the presence of neutron radiation and trigger an alarm when exposed to neutron radiation.

8.1.2 Test method

Prior to the test, set the neutron alarm level to a value that is approximately 4 times the neutron radiation background level as indicated by the instrument if a rate indication is available.

Expose the instrument to a neutron flux emitted from an unmoderated ^{252}Cf source of 0,01 μg (emitting not more than 20 000 n/s – approximately $3 \mu\text{Sv h}^{-1}$ with the source placed approximately 25 cm from the instrument's reference point). The test source shall be shielded with 1 cm lead to reduce the gamma radiation to less than 1 % of that with the source unshielded. The neutron indication and alarm shall be activated within 10 s of the step change.

8.2 Neutron indication in the presence of photons

8.2.1 Requirement

The instrument shall not trigger neutron alarms when exposed to an ambient gamma dose equivalent rate of up to $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ at the reference point of the detector.

The instrument shall indicate the presence of neutron radiation when exposed to a neutron source while being exposed to an increased level of gamma radiation.

8.2.2 Test method

The instrument shall first be tested for neutron sensitivity according to test procedure 8.1.2 and the neutron alarm signal verified. After removal of the neutron source, it shall be exposed to photons from ^{137}Cs at an ambient dose equivalent rate of $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ at the detector. Verify that that no neutron alarm is triggered within a continuous exposure time of 10 min. In order to eliminate dependence on the neutron detector geometry, the distance between the ^{137}Cs source and the detector should be at least 50 cm.

While the instrument is exposed to the elevated gamma field, expose the instrument to the neutron source using the same technique that was used in 8.1.2. The response shall be within 20 % of the response without the presence of gamma radiation.

9 Electrical and environmental performance requirements

9.1 Stabilization time

9.1.1 Requirement

The manufacturer shall state the time required for the instrument to become fully functional. The maximum time shall be less than 10 min.

9.1.2 Méthode d'essai

Immédiatement après le temps de stabilisation établi par le fabricant, exposer l'instrument simultanément à ^{241}Am et ^{60}Co , chacun produisant un débit d'équivalent de dose ambiant de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30\%$) au-dessus du bruit de fond. Il ne s'agit pas de tester l'aptitude de l'instrument à identifier les radionucléides et une identification aussi correcte (de 9 fois sur 10 essais) n'est pas exigée. L'exigence est remplie si l'instrument est opérationnel dans la mesure où il a une réponse stable et est capable de réaliser une identification en moins de 10 min après sa mise en marche.

9.2 Alimentation – piles et accumulateurs

9.2.1 Généralités

L'instrument doit être complètement fonctionnel (être capable de détecter et d'identifier) pendant une durée minimale de 5 h, dans des conditions normales d'essai.

NOTE Lors d'un fonctionnement au-dessous de -20°C , la capacité de la plupart des piles et accumulateurs décroît significativement.

9.2.2 Exigence

Le fabricant doit établir la durée de vie des piles et accumulateurs et toutes les exigences associées à la température de fonctionnement. Le fabricant doit aussi établir la tension minimale requise pour un fonctionnement satisfaisant de l'instrument. La tension minimale est définie comme la tension la plus basse qui provoque une variation de réponse qui reste inférieure à 10 % du débit d'équivalent de dose ambiant indiqué (comparé à la réponse avec des piles ou accumulateurs neufs) et telle que l'appareil est capable d'effectuer une identification correcte de radionucléide en conformité avec la spécification de la présente norme.

L'indication d'alimentation faible ne doit pas être plus basse que la tension minimale définie ci-dessus.

9.2.3 Méthode d'essai

L'instrument doit être équipé avec des piles ou accumulateurs complètement chargés. Tous les circuits fonctionnels (alarmes et haut-parleurs exclus) doivent être mis en marche et rester en cet état pendant l'essai. Le détecteur doit être exposé à des sources de ^{241}Am et de ^{60}Co qui fournissent un débit d'équivalent de dose ambiant de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ au point de référence du détecteur pour chaque radionucléide. Un nombre suffisant de lectures doit être pris en compte et les radionucléides doivent être identifiés correctement après la durée de préchauffage recommandée par le fabricant et chaque heure suivante. La durée de vie des piles ou accumulateurs est atteinte quand le rapport entre la moyenne des lectures sur la moyenne des lectures initiales sort de l'intervalle 0,9 à 1,1, et/ou quand les radionucléides ne peuvent plus être identifiés correctement.

9.3 Vibrations

9.3.1 Exigence

L'instrument doit supporter sans dommage une exposition à des vibrations telles que décrites au Tableau 2.

9.3.2 Méthode d'essai

Effectuer un examen externe (inspection visuelle) et s'assurer que l'instrument fonctionne correctement. Exposer l'instrument dans les trois axes, aux conditions de vibrations telles que décrites dans le Tableau 2. Après l'essai, contrôler l'instrument pour les dommages mécaniques et composants desserrés. Mettre l'instrument en marche et vérifier qu'il fonctionne correctement.

9.1.2 Test method

Immediately after the manufacturer-stated stabilization time, expose the instrument to ^{241}Am and ^{60}Co each producing an ambient dose equivalent rate of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 30\%$) above the background. This is not a test of the instrument's ability to identify radionuclides and so correct (9 out of 10) identifications are not required. The requirement is met if the instrument is operational as determined by having a stable response and being able to perform an identification within 10 min of power on.

9.2 Power supplies – battery

9.2.1 General

The instrument shall be fully functional (be able to detect and identify) for a minimum of 5 h under standard test conditions.

NOTE When operated at temperatures below -20°C , the capacity of most types of batteries significantly decreases.

9.2.2 Requirement

The manufacturer shall state battery lifetimes and any associated operating temperature requirements. The manufacturer shall also state the minimum voltage required for satisfactory operation of the instrument. The minimum voltage is defined as that voltage where there is less than 10 % change in indicated ambient dose equivalent rate (compared to the response with fresh batteries) and/or when the instrument is still capable of performing a correct radionuclide identification to the specification of this standard.

The low battery indication shall be no lower than the minimum voltage as defined above.

9.2.3 Test method

The instrument shall be equipped with fully charged batteries. All functional circuits (alarms and speakers excluded) shall be switched on and remain on during the test. The detector shall be exposed using ^{241}Am and ^{60}Co sources that provide an ambient dose equivalent rate of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ from each radionuclide at the detector's reference point. A sufficient number of readings shall be taken and the radionuclides shall be correctly identified after the manufacturer's recommended warm-up period and every hour thereafter. The battery lifetime shall be where the ratio of the mean reading relative to the initial mean reading falls outside the interval 0,9 to 1,1, and/or when the radionuclides are no longer correctly identified.

9.3 Vibration

9.3.1 Requirement

The instrument shall withstand exposure to vibrations as shown in Table 2 without damage.

9.3.2 Test method

Conduct an external examination (visual inspection) and ensure that the instrument is functioning properly. Expose the instrument to the vibration conditions as stated in Table 2 in three directions. After the tests, check the instrument for mechanical damage and loose components. Switch the instrument on and verify that the instrument functions properly.

9.4 Choc mécanique

9.4.1 Exigence

L'instrument dans son emballage de transport, doit supporter sans dommage une exposition à des chocs mécaniques tels que décrits au Tableau 2.

9.4.2 Méthode d'essai

Effectuer un examen externe (inspection visuelle) et s'assurer que l'instrument fonctionne correctement. Monter l'instrument sur la machine de choc et l'exposer aux chocs transitoires tels que décrits dans le Tableau 2. Après l'essai, contrôler l'instrument pour les dommages mécaniques et pour les composants desserrés. Mettre l'instrument en marche et vérifier qu'il fonctionne correctement.

Tableau 2 – Niveaux pour l'essai de choc et vibration

Vibration	Fréquence, Hz	10 à 500
	Accélération maximale, m.s ⁻²	10
	Nombres d'axes	3
	Durée de l'essai	15 min par axe
Choc	Accélération maximale, m.s ⁻²	300
	Durée de pulsation, ms	6
	Nombre total de chocs/direction	3
	Direction des chocs	6

9.5 Protection contre l'humidité et la poussière

9.5.1 Exigence

9.5.1.1 Généralités

La conception du boîtier de l'instrument doit remplir les exigences spécifiées par IP code 53 (voir CEI 60529), ce qui signifie que l'instrument doit être protégé contre la pénétration de la poussière et la condensation d'eau. Selon IP53, la pénétration de poussière n'est pas complètement évitée, mais la poussière ne doit pas s'infiltrer en quantité susceptible d'interférer avec le bon fonctionnement de l'instrument ou de nuire à la sécurité. Quant à l'eau condensée jusqu'à un angle maximum de 60° de chaque côté de la verticale, elle ne doit pas produire d'effets dommageables.

9.5.1.2 Méthode d'essai – poussière

L'essai doit être fait en chambre à poussières (CEI 60529-catégorie 2) où la pompe de circulation de la poudre peut être remplacée par tout autre moyen susceptible de maintenir le talc (ou ciment Portland) en suspension dans une chambre à essais close. La quantité de poudre à utiliser doit être de 2 kg par mètre cube de volume de la chambre à essais. La poudre ne doit pas avoir été utilisée pour plus de vingt essais.

L'instrument doit être exposé à la source ¹³⁷Cs d'une intensité suffisante pour minimiser l'effet des fluctuations statistiques des lectures de l'instrument. Ensuite, l'instrument doit être exposé à l'environnement poussiéreux durant 1 h. L'instrument doit réagir à la présence de rayonnement en cours d'essai et après essai.

9.4 Mechanical shock

9.4.1 Requirement

The instrument shall withstand exposure to shocks as shown in Table 2 without damage if the instrument is exposed in its shipping case.

9.4.2 Test method

Conduct an external examination (visual inspection) and ensure that the instrument is functioning properly. Mount the instrument to a shock machine and expose it to the shock transients shown in Table 2. After the tests, check the instrument for mechanical damage or loose components. Switch the instrument on and verify that the instrument functions properly.

Table 2 – Vibration and shock test levels

Vibration	Frequency, Hz	10 to 500
	Maximum acceleration, m.s ⁻²	10
	Number of axes	3
	Test duration	15 min per axis
Shock	Maximum acceleration, m.s ⁻²	300
	Pulse duration, ms	6
	Total number of shocks/direction	3
	Direction of shocks	6

9.5 Moisture and dust protection

9.5.1 Requirement

9.5.1.1 General

The instrument case design shall meet the requirements stated for IP code 53 (see IEC 60529), which means that the instrument shall be protected from the ingress of dust and spraying water. For IP53, 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 sprayed at an angle up to 60° on either side of the vertical shall have no harmful effects.

9.5.1.2 Test method – 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 (or Portland cement) in suspension in a closed test chamber. The amount of powder to be used should be 2 kg per cubic metre of the test chamber volume. The powder shall not have been used for more than 20 tests.

The instrument shall be exposed to a ¹³⁷Cs source that is of sufficient intensity to minimize the effect of the statistical fluctuations of the instrument readings. The instrument shall then be exposed to the dust environment for a period of 1 hour. The instrument shall respond to the presence of radiation throughout the test and after the test.

Après l'exposition, un examen doit être effectué pour déterminer l'étendue de la pénétration de poussières. Une attention spéciale doit être apportée au compartiment des batteries et de toute partie de l'instrument aisément accessible. La protection est jugée satisfaisante si l'examen révèle que la poussière ne s'est pas accumulée en quantité telle ou dans un emplacement tel qu'il pourrait y avoir interférence avec le bon fonctionnement de l'instrument ou nuire à la sécurité.

9.5.1.3 Méthode d'essai – pénétration d'eau

L'essai doit s'effectuer en utilisant un ajutage adapté (voir CEI 60529, pulvérisateur) à la pression de l'eau réglée pour donner un taux de flux de $10 \text{ l/min} \pm 5 \%$, qui pourrait être maintenu en continu pendant la durée de l'essai. La température de l'eau ne doit pas se différencier de plus de 5 K de la température de l'instrument sous essai. La durée de l'essai est de 1 min/m^2 de la surface calculée avec une durée minimum de 5 min.

Antérieurement à l'essai, l'instrument doit être exposé à la source ^{137}Cs d'une intensité suffisante pour minimiser l'effet des fluctuations statistiques des lectures de l'instrument. Ensuite, l'instrument doit être exposé à un jet d'eau. Le pulvérisateur doit être situé à environ 2 m de l'instrument. L'instrument doit réagir à la présence de rayonnement au cours de l'essai et après l'essai.

L'instrument doit être positionné de façon que le pulvérisateur pointe directement sur lui. Pendant l'exposition, l'orientation doit être modifiée en deux plans orthogonaux de $+60^\circ$ et -60° .

Après l'exposition, il faut examiner la partie comprenant le compartiment de la batterie pour s'assurer qu'il n'y a pas eu infiltration d'humidité dans l'instrument.

9.6 Influence de la température ambiante

9.6.1 Exigence

L'instrument doit pouvoir fonctionner aux températures comprises entre -20°C et $+50^\circ\text{C}$.

9.6.2 Méthodes d'essai

NOTE Pour cet essai, une tension d'alimentation externe peut être utilisée pour faire fonctionner l'instrument.

Placer l'instrument dans une chambre d'environnement et le laisser se stabiliser à 20°C , puis effectuer l'identification simultanée des radionucléides ^{241}Am et ^{60}Co positionnés pour produire une réponse de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ (pour chaque source) au niveau du détecteur. La température doit être maintenue à chacune des valeurs extrêmes pendant au moins 8 h et un essai d'identification doit être effectué pendant les 30 dernières min de la période de 8 h. La vitesse de la variation de température ne doit pas être supérieure à 10°C h^{-1} et le niveau d'humidité relative doit rester inférieur à 75 %. L'instrument doit identifier correctement chaque radionucléide lors de 9 des 10 tentatives effectuées à chaque température extrême. De plus, le débit de dose gamma moyen indiqué pour chaque température extrême doit être dans les $\pm 30 \%$ du débit de dose gamma moyen obtenu à 20°C .

9.7 Choc de température

9.7.1 Exigence

L'instrument doit être complètement fonctionnel moins d'1 h suivant une variation rapide de température de 20 à -20 , -20 à 20, 20 à 50, et 50 à 20 (en $^\circ\text{C}$), chaque variation étant effectuée en moins de 5 min. L'instrument doit indiquer lorsqu'il n'est pas complètement fonctionnel.

Following exposure, an inspection shall be performed to determine the extent of dust ingress. Particular attention shall be made to the battery compartment and any other easily accessed portions of the instrument. 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 instrument or impair safety.

9.5.1.3 Test method – moisture

The test shall be made using a suitable nozzle (see IEC 60529, spray nozzle) with the water pressure adjusted to give flow rate of 10 l/min $\pm$ 5 %, which should be kept constant during the test. The water temperature shall not differ by more than 5 K from the temperature of the instrument under test. The test duration is 1 min/m² of the calculated surface area of the instrument with a minimum duration of 5 min.

Prior to the test, the instrument shall be exposed to a ¹³⁷Cs source that is of sufficient intensity to minimize the effect of the statistical fluctuations of the instrument readings. The instrument shall then be exposed to the water spray. The spray nozzle shall be located approximately 2 m from the instrument. The instrument shall respond to the presence of radiation throughout the test and after the test.

The instrument shall be positioned such that the nozzle is directly pointed at the display. During the exposure, the orientation shall be changed by +60° and –60° in two orthogonal planes.

Following exposure, the instrument including the battery compartment shall be inspected to ensure that moisture did not penetrate into the instrument.

9.6 Ambient temperature influence

9.6.1 Requirement

The instrument shall be operational at temperatures from –20 °C to +50 °C.

9.6.2 Test method

NOTE For this test, an external power supply may be used to power the instrument.

Place the instrument in an environmental chamber and allow it to stabilize at 20 °C then perform a simultaneous radionuclide identification of ²⁴¹Am and ⁶⁰Co placed in a location that provides an ambient dose equivalent rate of 0,5 μ Sv h^{–1} at the detector from each source. The temperature shall then be maintained at each of its extreme values for at least 8 h, with the simultaneous identification test performed during the last 30 min of 8 h period. The temperature change rate shall be not greater than 10 °C h^{–1} and the relative humidity levels shall remain less than 75 %. The instrument shall correctly identify each radionuclide in 9 out of 10 trials performed at each temperature extreme. In addition, the mean reading from each temperature extreme shall be within $\pm$ 30 % of the mean reading obtained at 20 °C.

9.7 Temperature shock

9.7.1 Requirement

The instrument shall be fully functional within 1 h of exposure to rapid temperature changes from 20 to –20, –20 to 20, 20 to 50, and 50 to 20 (in °C) with each change being made in less than 5 min. The instrument shall provide an indication if it is not fully functional.

9.7.2 Méthode d'essai

NOTE Pour cet essai, une tension d'alimentation externe peut être utilisée pour faire fonctionner l'instrument.

Placer l'instrument dans une chambre d'environnement et le laisser se stabiliser à 20 °C, puis effectuer l'identification simultanée des radionucléides ^{241}Am et ^{60}Co positionnés pour produire une réponse de $0,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ au niveau du détecteur (pour chaque source). L'instrument et les sources radioactives doivent être exposés à une température de $50 \left(\begin{smallmatrix} +0 \\ -5 \end{smallmatrix} \right)^\circ\text{C}$ et la variation de température doit être effectuée en moins de 5 min.

L'instrument doit être observé en permanence. Toutes les 15 min, une identification simultanée des radionucléides doit être effectuée comme établi précédemment, et une série de lectures de débits de dose doit être enregistrée. Il ne faut pas effectuer une identification de radionucléides si l'instrument indique qu'il n'est pas fonctionnel. Après une durée de 1 h, l'instrument doit identifier correctement chaque radionucléide dans 9 des 10 tentatives. De plus, la moyenne des lectures des débits d'équivalent de dose ambiant indiqués pour chaque température extrême doit être dans les $\pm 30 \%$ de la moyenne de celles obtenues à 20 °C.

Si l'instrument est incapable d'effectuer une identification de radionucléide après la première heure, une heure supplémentaire à la température est recommandée en notant le temps de recouvrement requis. Si l'instrument recouvre ses capacités dans la première heure, il n'est pas nécessaire de prendre en compte les données pendant la deuxième heure; cependant, il convient que l'instrument reste dans cet environnement pendant la période pour atteindre sa stabilisation. Après la période de stabilisation, exposer l'instrument à une température de $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Cette variation doit être effectuée en moins de 5 min et le processus d'analyse décrit ci-dessus doit être répété.

Le processus doit être répété entièrement pour les variations 20°C à $-20 \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ -0 \end{smallmatrix} \right)^\circ\text{C}$ et $-20 \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ -0 \end{smallmatrix} \right)^\circ\text{C}$ à 20°C .

9.8 Humidité relative

9.8.1 Exigence

L'instrument doit être complètement fonctionnel sur la gamme d'humidité allant jusqu'à 93 %, à 35 °C.

9.8.2 Méthode d'essai

Placer l'instrument dans une chambre d'environnement et le laisser se stabiliser à 20 °C et 40 % d'humidité relative pendant 2 h, puis effectuer l'identification simultanée des radionucléides ^{241}Am et ^{60}Co positionnés pour produire une réponse de $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ (pour chaque source) au niveau du détecteur. Le taux d'humidité doit alors être porté à $93 \pm 3 \%$ en n'excédant pas une vitesse de croissance de 10 % d'humidité relative. Simultanément, augmenter la température à $35 \pm 2^\circ\text{C}$ à une vitesse de croissance de 10°C h^{-1} . La température et l'humidité doivent être maintenues à $35 \pm 2^\circ\text{C}$ et $93 \pm 3 \%$ pendant 16 h. Une série de 10 tentatives d'identification des radionucléides doit être effectuée pendant les 30 dernières min de cette période, et la moyenne des lectures des débits d'équivalent de dose ambiant indiqués doit être notée.

L'humidité doit alors être réduite à 40 % tandis que la température est maintenue à $35 \pm 2^\circ\text{C}$. Une fois que l'instrument est stabilisé sous ces conditions pendant une période de 2 h au moins, une série de 10 tentatives d'identification des radionucléides doit être effectuée et la moyenne des lectures des débits d'équivalent de dose ambiant indiqués doit être notée.

9.7.2 Test method

NOTE For this test, an external power supply may be used to power the instrument.

Place the instrument in an environmental chamber and allow it to stabilize at 20 °C then perform a simultaneous radionuclide identification of ^{241}Am and ^{60}Co placed in a location that provides an ambient dose equivalent rate of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ at the detector from each source. The instrument and radioactive sources shall then be exposed to a temperature of $50 \left(\begin{smallmatrix} +0 \\ -5 \end{smallmatrix} \right) ^\circ\text{C}$ with the temperature change being made in less than 5 min.

The instrument shall be observed continuously. Every 15 min, a simultaneous radionuclide identification shall be performed as stated previously, and a series of ambient dose equivalent rate readings shall be recorded. Do not perform a radionuclide identification if the instrument indicates that it is not functional. After 1 h, the instrument shall correctly identify each radionuclide in 9 out of 10 trials. In addition, the mean ambient dose equivalent rate readings from each temperature extreme shall be within $\pm 30 \%$ of the ambient dose equivalent rate reading obtained at 20 °C.

If the instrument is unable to perform a radionuclide identification after the first hour, an additional hour at the temperature is recommended with the time required for recovery noted. If the instrument recovers within the first hour, data does not need to be taken during the second hour; however, the instrument should remain in this environment during the period to reach temperature stabilization. Following the stabilization period, expose the instrument to a temperature of $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. This change shall be performed in less than 5 min and the analysis process stated above repeated.

The entire process shall be repeated for the $20 \text{ }^\circ\text{C}$ to $-20 \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ -0 \end{smallmatrix} \right) ^\circ\text{C}$ and $-20 \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ -0 \end{smallmatrix} \right) ^\circ\text{C}$ to $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

9.8 Relative humidity

9.8.1 Requirement

The instrument shall be fully functional over the range of humidity up to 93 % at 35 °C.

9.8.2 Test method

Place the instrument in an environmental chamber and allow it to stabilize at 20 °C and 40 % relative humidity for 2 h. Perform a simultaneous radionuclide identification of ^{241}Am and ^{60}Co placed in a location that provides an ambient dose equivalent of $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ at the detector from each source. The humidity level shall then be increased at a rate not exceeding 10 % RH per hour to $93 \pm 3 \%$. Simultaneously increase the temperature to $35 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ at a rate of $10 \text{ }^\circ\text{C h}^{-1}$. The temperature and humidity shall be maintained at $35 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ and $93 \pm 3 \%$ for 16 h. A 10-trial radionuclide identification shall be performed and the mean ambient dose equivalent rate reading recorded during the last 30 min of this period.

The humidity shall then be reduced to 40 % while maintaining the temperature at $35 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. After allowing the instrument to stabilize in those conditions for a minimum of 2 h, a 10-trial radionuclide identification shall be performed and the mean ambient dose equivalent reading recorded.