

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Radiation protection instrumentation – Installed personnel surface
contamination monitors**

**Instrumentation pour la radioprotection – Moniteurs fixes pour la surveillance de
la contamination de surface du personnel**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Radiation protection instrumentation – Installed personnel surface
contamination monitors**

**Instrumentation pour la radioprotection – Moniteurs fixes pour la surveillance de
la contamination de surface du personnel**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.280; 17.240

ISBN 978-2-8322-6527-7

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, units and symbols	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Units	14
3.3 Symbols (see Table 1)	15
4 Classification of monitors.....	16
4.1 According to type of radiation to be measured	16
4.2 According to body surface being monitored.....	16
4.3 According to background compensation method	16
5 Design characteristics	16
5.1 Positioning of the person being monitored	16
5.2 Size of the person being monitored.....	16
5.3 Hand monitoring facilities.....	17
5.4 Foot monitoring facilities	17
5.5 Body monitoring facilities	17
5.6 Frisker	17
5.7 Visual display.....	18
5.7.1 For the user.....	18
5.7.2 For maintenance purposes	18
5.8 Audible indicators	18
5.9 Monitoring period.....	18
5.10 Ease of decontamination.....	18
5.11 Detectors used.....	19
5.12 Seismic consideration.....	19
6 Performance requirements and test procedures.....	19
6.1 General test procedure	19
6.1.1 Nature of tests	19
6.1.2 Tests performed under standard test conditions.....	19
6.1.3 Tests performed with variation of influence quantities	19
6.1.4 Type F influence test	20
6.1.5 Type S influence test	20
6.2 Functionality test.....	20
6.2.1 General	20
6.2.2 Pre-test	20
6.2.3 Post-test.....	21
6.3 Statistical fluctuations	21
6.4 Reference sources	21
6.5 Requirements for use of gas flow detectors.....	22
7 Radiation measurement characteristics	22
7.1 Variation of response with source position	22
7.1.1 General	22
7.1.2 For clothing or the body	22
7.1.3 For hand monitoring.....	27
7.1.4 For foot monitoring	28

7.1.5	Contamination measurement of cloth or body by friskers	30
7.2	Background.....	33
7.2.1	General	33
7.2.2	Subtraction of pre-determined background	33
7.2.3	Simultaneous subtraction of determined background	33
7.2.4	No background subtraction	33
7.2.5	Gamma monitoring systems.....	34
7.3	Detection limit (DL)	34
7.3.1	General	34
7.3.2	For clothing or body.....	36
7.3.3	The effective instrument efficiency at the specific operating point	36
7.3.4	For hand monitoring.....	37
7.3.5	For foot monitoring	37
7.3.6	For frisker monitoring.....	38
7.4	Variation of response with energy	38
7.4.1	General	38
7.4.2	Beta.....	38
7.4.3	Alpha.....	40
7.4.4	Gamma.....	40
7.5	Response to other ionising radiations	41
7.5.1	General	41
7.5.2	Gamma radiation	42
7.5.3	Alpha radiation (for beta and gamma contamination monitoring assemblies)	42
7.5.4	Beta or gamma radiation (for alpha contamination monitoring assemblies)	42
7.6	Linearity of indication.....	42
7.6.1	Requirements	42
7.6.2	Method of test.....	43
7.7	Alarm threshold.....	43
7.7.1	General	43
7.7.2	Requirements	43
7.7.3	Method of test.....	43
8	Overload protection	43
8.1	Requirements	43
8.2	Method of test.....	43
9	Availability	44
9.1	Warm-up time	44
9.2	Power failure.....	44
10	Environmental requirements	44
10.1	General.....	44
10.2	Ambient temperature.....	44
10.2.1	Requirements	44
10.2.2	Method of test.....	44
10.3	Relative humidity	45
10.3.1	Requirements	45
10.3.2	Method of test.....	45
10.4	Atmospheric pressure	45
11	Mechanical requirements.....	45

11.1	General.....	45
11.2	Vibration test	45
11.2.1	Requirements	45
11.2.2	Method of test.....	46
11.3	Mechanical shock	46
11.3.1	Requirements	46
11.3.2	Method of test.....	46
12	Power and electromagnetic compatibility	46
12.1	Voltage and frequency	46
12.2	Electromagnetic compatibility.....	47
12.2.1	General	47
12.2.2	Electrostatic discharge	47
12.2.3	Radio-frequency (RF) Immunity	47
12.2.4	Radiated emissions	48
12.2.5	AC line powered monitor requirements	48
12.2.6	Immunity from conducted RF	49
12.2.7	Surges and ring waves	49
12.2.8	Magnetic fields	50
13	Storage	50
14	Documentation	50
14.1	Certificate	50
14.2	Operation and maintenance manual.....	51
14.3	Operational instructions	51
14.4	Type test report	51
Annex A	(informative) Explanation of the derivation of detection limit formula	56
A.1	General.....	56
A.2	In a case of taking into account a change in the background value between the background measurement and the contamination measurement.....	59
A.3	In a case of achieving background compensation simultaneously.....	61
Annex B	(informative) Phantoms for testing the body effect for gamma contamination body monitors	63
B.1	General.....	63
B.2	Phantoms building blocks	63
B.3	Range of phantoms.....	64
Annex C	(informative) Characterization of the error due to the background attenuation by the body.....	65
C.1	General.....	65
C.2	Standard background case.....	65
C.2.1	Test procedure	65
C.2.2	Result interpretation	65
C.2.3	Acceptance criteria	66
C.2.4	Important note	66
C.3	Increased background case	66
C.3.1	General	66
C.3.2	Polar response characterization.....	67
C.3.3	Test procedure of body attenuation effect.....	67
C.3.4	Result interpretation and acceptance criteria	67
Annex D	(informative) Characterization of the response to a carried gamma source	68
D.1	General.....	68

D.2 Test procedure.....	68
Bibliography.....	70
Figure 1 – Vertical position of radiation source	24
Figure 2 – Response curve composition by source position	25
Figure 3 – Centre planes of the detection volume	26
Figure 4 – Detector for hand monitoring	28
Figure 5 – Detector for foot monitoring.....	30
Figure 6 – Frisker (clothes)/Overhead detector	32
Figure B.1 – Size of slices	63
Figure B.2 – Assembled phantoms.....	64
Figure D.1 – Source positions for the head	68
Figure D.2 – Source positions for the body	69
Figure D.3 – Source positions for the legs	69
Table 1 – Symbols and abbreviate terms	15
Table 2 – Emission frequency range	48
Table 3 – Reference and standard test conditions.....	52
Table 4 – Tests performed under standard test conditions	52
Table 5 – Tests performed with variation of influence quantities.....	54
Table 6 – Test and sources.....	55
Table B.1 – Sizes of the set of phantoms	64

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – INSTALLED PERSONNEL SURFACE CONTAMINATION MONITORS

FOREWORD

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

IEC 61098 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2003. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Title is modified.
- b) As an alternative of small area sources, area sources are added to be used for methods of test with respect to the variation of response with source position, effective instrument efficiency, detection limit (DL), and variation of response with energy.
- c) Detection limit (DL) complies with the ISO 11929 series.
- d) Descriptions of influence quantities of type F and type S are added.
- e) Consistency with IEC 62706 is promoted for environmental requirements, mechanical requirements, electromagnetic compatibility and methods of test.
- f) Descriptions of overhead detectors are added.

- g) Descriptions of friskers are added with respect to the hand and foot monitoring.
- h) Figures are made easier to understand the relation between the detector position and the response, and the positional relation between the detector surface and the source.

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

Draft	Report on voting
45B/1020/FDIS	45B/1026/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1, ISO/IEC Directives and IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

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

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – INSTALLED PERSONNEL SURFACE CONTAMINATION MONITORS

1 Scope

This document applies to contamination monitors that include warning assemblies and meters used for the monitoring of radioactive contamination on the surface of personnel whether they be clothed or not. The document is applicable only to that type of equipment where the user stays at the monitor. It is not applicable to the user passes quickly through the monitor. It is also not applicable to any peripheral equipment which can be associated with a particular type of equipment such as small article monitors. Probes (friskers) for measuring clothes or body by the person under monitoring or someone else are included in this document. The probes (friskers) are always connected to the monitor.

This document is applicable to the monitoring of the whole body (including the head), hands and feet, but parts of this document can be used for monitors designed for the monitoring of radioactive contamination on the hands and/or feet only. This document does not include tritium measurement.

This document is applicable to:

- installed personnel monitor (all clauses applicable);
- transportable personnel monitor (all clauses applicable);
- monitor for monitoring the hands (see the following clauses and subclauses: 2, 3, 4, 5, 6, 7.1.3, 7.2, 7.3.4, 7.4.2.2 b), 7.4.3, 7.4.4.1, 7.4.4.2, 7.4.4.3 b), 7.5, 7.6, 7.7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 and 14);
- monitor for monitoring the feet (see the following clauses and subclauses: 2, 3, 4, 5, 6, 7.1.4, 7.2, 7.3.5, 7.4.2.2 c), 7.4.3, 7.4.4.1, 7.4.4.2, 7.4.4.3 c), 7.5, 7.6, 7.7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 and 14); and
- monitor for monitoring the hands and feet (including probe (frisker) for whole body measurement) (see the following clauses and subclauses: 2, 3, 4, 5, 6, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.2, 7.3.4, 7.3.5, 7.3.6, 7.4.2.2 b), 7.4.2.2 c), 7.4.2.2 d), 7.4.3, 7.4.4.1, 7.4.4.2, 7.4.4.3 b), 7.4.4.3 c), 7.4.4.3 d), 7.5, 7.6, 7.7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 and 14).

The object of this document is to define mechanical and operational characteristics, minimum performance characteristics and general test procedures for personnel monitors.

2 Normative references

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

IEC 60050-395, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 395: Nuclear instrumentation – Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*, available at www.electropedia.org

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

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

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

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

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

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

IEC 62706, *Radiation protection instrumentation – Recommended climatic, electromagnetic and mechanical performance requirements and methods of tests*

ISO 8769:2020, *Measurement of radioactivity – Alpha-, beta- and photon emitting radionuclides – Reference measurement standard specifications for the calibration of surface contamination monitors*

3 Terms, definitions, units and symbols

3.1 Terms and definitions

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

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

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

3.1.1

surface emission rate

<of a source> number of particles or photons of a given type above a given energy emerging from the face of the source or its window per time in a mass-free environment

[SOURCE: ISO 8769:2020, 3.1, modified – Word "second" replaced with "time" in the definition.]

3.1.2

source efficiency

ε_s

ratio between the number of particles of a given type above a given energy emerging from the face of the source or its window per unit time (surface emission rate) and the number of particles of the same type created or released within the source (for a thin source) or its saturation layer thickness (for a thick source) per unit time

3.1.3

small area source

source whose active surface area has a maximum linear dimension not exceeding 2,5 cm

3.1.4

surface emission rate response

<instrument efficiency> under stated conditions specified by the manufacturer (sensitive area of the detector, active area of the source and the distance between source and detector), ratio of the number of detected particles (for instance counts per unit time, corrected for background) to the number of particles of the same type emitted by the radiation source in the same interval of time (conventionally true surface emission rate)

3.1.5

sensitive area of the detector

area of the detector, defined by the manufacturer, where the efficiency for a small area source is greater than 50 % of the maximum efficiency

3.1.6

total equivalent thickness

thickness, generally expressed in mass per unit area, that a particle (alpha or beta) emitted normally from the contaminated surface crosses in order to reach the sensitive volume of the detector

Note 1 to entry: This thickness includes the distance in the air plus the detector window thickness and, sometimes, the thickness of any screen fitted over the detector window which protects it from contamination.

3.1.7

effective range of measurement

absolute value of the difference between the two limits of a nominal range

3.1.8

response

R

ratio of the indicated value of a monitor M_i to the conventional true value M_t

$$R = \frac{M_i}{M_t}$$

3.1.9

relative error of indication

I

quotient of the error of indication of a measured quantity $M_i - M_t$ by the conventional true value M_t of the quantity

Note 1 to entry: It may be expressed as a percentage.

$$I = \frac{M_i - M_t}{M_t} \times 100$$

3.1.10

relative intrinsic error

relative error of indication of an assembly with respect to a quantity when subjected to a specified reference radiation under specified reference conditions

3.1.11 coefficient of variation

V

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

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

3.1.12 deviation

D

difference between the indicated values for the same value of the measured quantity, when made under reference conditions and when subject to an influence quantity

$$D = M_i - M_t$$

where

M_i is the indicated value of a monitor;

M_t is the conventional true value

Note 1 to entry: The deviation can be positive or negative resulting in an increase or a decrease of the indicated value, respectively.

Note 2 to entry: The deviation is of special importance for influence quantities of type S.

3.1.13 lower limit of effective range of measurement

A_0

minimum activity or activity concentration to be measured over which the performance of a monitor meets the requirement of its specifications

3.1.14 decision threshold

y^*

value of the estimator of the measurand, which, when exceeded by the result of an actual measurement using a given measurement procedure of a measurand quantifying a physical effect, is used to decide that the physical effect is present

Note 1 to entry: The decision threshold is defined such that in cases where the measurement result y exceeds the decision threshold y^* , the probability that the true value of the measurand is zero is less or equal to a chosen probability α .

Note 2 to entry: If the result y is below the decision threshold y^* , the result cannot be attributed to the physical effect; nevertheless, it cannot be concluded that it is absent.

[SOURCE: ISO 11929-1:2019, 3.12, modified – Notes to entry rephrased.]

3.1.15 detection limit

DL

$y^{\#}$

smallest true value of the measurand which ensures a specified probability of being detectable by the measurement procedure

Note 1 to entry: With the decision threshold according to 3.1.15, the detection limit is the smallest true value of the measurand for which the probability of wrongly deciding that the true value of the measurand is zero is equal to a specified value β when, in fact, the true value of the measurand is not zero.

[SOURCE: ISO 11929-1:2019, 3.13, modified – Last sentence of Note 1 to entry removed, and Note 2 to entry deleted.]

3.1.16 conventional true value

best estimate of the value of that quantity

Note 1 to entry: This is usually the value determined by, or traceable to, a secondary or primary standard or by a reference instrument which has been calibrated against a secondary or primary standard.

3.1.17 frisker

probes for whole body monitoring attached to hand and/or foot contamination monitors

3.1.18 influence quantity of type F

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

Note 1 to entry: An example is radiation energy and angle of radiation incidence.

Note 2 to entry: "F" stands for factor: The indication due to radiation is multiplied by a factor due to the influence quantity.

3.1.19 influence quantity of type S

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

Note 1 to entry: An example is the electromagnetic disturbance.

Note 2 to entry: All requirements for influence quantities of type S are given with respect to the value of the deviation D .

Note 3 to entry: "S" stands for sum. The indication is the sum of the indication due to radiation and due to the influence quantity.

3.1.20 ambient background

gamma radiation field in which the monitor is intended to operate which includes natural background and radiation due to radioactive sources and/or plants adjacent to the monitor

3.1.21 reference background

artificial background created to simulate the maximum ambient background for which the monitor is designed

Note 1 to entry: This background includes the naturally occurring background and additional radiation provided by a source of ^{137}Cs (or other radionuclide by agreement between the purchaser and manufacturer) placed at least 3 m from the detector of interest of the monitor under test.

3.1.22**uniformity of surface emission rate of sources**

uniformity of a surface in respect to the surface emission rate in relation to the average surface emission rate

Note 1 to entry: For further information on area radioactive sources, refer to ISO 8769.

3.1.23**monitoring channel**

system of assemblies or parts of assemblies enabling the signals from one or more detectors to show whether contamination is present or not on specific parts of the body, feet or hands

3.1.24**emission probability**

probability of the emission of the particle or photon of interest per disintegration

3.1.25**effective instrument efficiency**

E_{ff}

mean value of the instrument efficiency over the whole of the detector, used when the detection limit (DL) is determined

Note 1 to entry: In a case of using the detector for the body surface monitoring, the effective instrument efficiency is the mean value of the instrument efficiency distribution measured using a phantom.

3.1.26**qualification test**

sets of tests performed in order to verify that the requirements of a specification are fulfilled

3.1.27**type test**

conformity test made on one or more items representative of the production

Note 1 to entry: Type tests are qualification tests which are performed on one assembly or on a small number of assemblies considered to be representative of a standard production assembly, and which, in principle, are not repeated on each assembly.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16, modified – Note to entry added.]

3.1.28**routine test**

conformity test made on each individual item during or after manufacture

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.1.29**acceptance test**

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

Note 1 to entry: Acceptance tests are, in general, selected from the qualification tests specified, but this selection is a contractual matter and does not form any part of this document.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modified – Note to entry added.]

3.2 Units

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

Nevertheless, the following units may also be used:

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023

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

3.3 Symbols (see Table 1)

Table 1 – Symbols and abbreviate terms

Symbol	Meaning	Unit
α	probability of the error of the first kind	N/A
β	probability of the error of the second kind	N/A
A_0	lower limit of effective range of measurement	s^{-1}
D	deviation	s^{-1}
E_{ff}	effective instrument efficiency	N/A
I	relative error of indication	%
$k_{1-\alpha}$	quantile of the standardized normal distribution for the probability $1-\alpha$	N/A
$k_{1-\beta}$	quantile of the standardized normal distribution for the probability $1-\beta$	N/A
M_i	indicated value of a monitor	s^{-1}
M_t	conventional true value	s^{-1}
R	response	N/A
r_0	estimate of the background count rate	s^{-1}
r	counts per second average response	s^{-1}
r_x	difference of count rate between the detector for measurement and the detector for background	s^{-1}
s	standard deviation	s^{-1}
S_{DL}	detection limit (DL) of the surface emission rate	s^{-1}
t_g	measurement duration of the measurement of the gross effect	s
t_0	measurement duration of the measurement of the background effect	s
$\tilde{u}(0)$	uncertainty of the measurand when its true value equals zero	N/A
$\tilde{u}(y^{\#})$	uncertainty of the measurand when its true value equals $y^{\#}$	N/A
V	coefficient of variation	N/A
$\bar{x}$	value of the arithmetic mean of a set of n measurements	s^{-1}
x_i	value of i th measurement	s^{-1}
y^*	decision threshold of the measurand	s^{-1}
$y^{\#}$	detection limit of the measurand	s^{-1}
y	measurement result of the measurand	s^{-1}
ϕ	surface emission rate of the source in determining the response	N/A
ε_s	source efficiency	N/A

4 Classification of monitors

4.1 According to type of radiation to be measured

- Alpha contamination monitors
- Beta contamination monitors
- Gamma contamination monitors
- Alpha-Beta contamination monitors (where the alpha and beta contaminations are indicated separately)
- Beta-Gamma contamination monitors (where the beta and gamma contaminations are indicated together)
- Alpha-Beta-Gamma contamination monitors (where the alpha contamination is indicated separately, the beta and gamma contaminations are indicated together)

4.2 According to body surface being monitored

- For the monitoring of the whole body (including the head and the overhead)
- For the monitoring of hands only
- For the monitoring of feet only
- For the monitoring of both hands and feet

4.3 According to background compensation method

a) Subtraction of predetermined background

Monitors whose background compensation is achieved by measuring background with each detector constantly while measured persons are not using monitors.

b) Simultaneous subtraction of determined background

Monitors whose background compensation is achieved by having a number of detectors measuring the ambient background radiation simultaneously with the measurement of the contamination.

c) No background subtraction

Monitors without background subtraction.

5 Design characteristics

5.1 Positioning of the person being monitored

Sensors shall be included for alpha and beta monitoring to ensure that the feet, hands and body of the person being monitored are correctly positioned. The hands shall be open so that the palms and both sides of the fingers are properly monitored. Such sensors shall indicate to the person being monitored that he/she has positioned himself/herself correctly and remains in the correct position for the full monitoring period. Both audible and visual indication shall be given if the person being monitored moves from the correct position and the monitoring procedure shall cease until the correct position is regained. The monitoring time may either be the total time the person being monitored in the correct monitoring positions and monitoring is taking place or a single continuous monitoring time; in the latter case, the information collected prior to the person being monitored moving shall be ignored.

5.2 Size of the person being monitored

It is impossible to define dimensions of the detecting system and location of detectors in a standard because of the great variation between nations of the average size of persons.

However, the manufacturer shall state the relevant body size limits for which the monitor has been designed.

5.3 Hand monitoring facilities

The design shall be such that both hands shall be monitored with both sides of a hand being monitored simultaneously, or the design shall be such that both sides of both hands shall be monitored. The design shall be such that both hands shall be open to be monitored.

The hand detectors should touch both sides of the hands during measurement. The distance between the detector and hands shall be small to allow a reasonable measurement of the potential level of contamination required by regulations. As for sensitive area of the detector, it should be considered not to get contaminated, or to remove contamination easily.

The size of the sensitive area of the detector for each side of each hand shall be at least 12 cm × 20 cm if not otherwise agreed between manufacturer and user for existing monitor.

Protective materials and other grilles over the sensitive area of the detector shall not obscure more than 40 % of that sensitive area. This level of obscurity shall include any collimation effect at distances of up to 10 mm from the outer surface of the grille. In the un-obscured area, the total density thickness of material between the sensitive volume of the detector and the outer edge of the protective grille shall not exceed 6 mg/cm² (2 mg/cm² for detectors intended to measure alpha or low energy beta contamination). Thicker material may be used by agreement between the manufacturer and user subject to conformity with the performance requirements of 7.4.

5.4 Foot monitoring facilities

The facilities should monitor each foot independently. Where a single detector is used, it shall have twice the area specified below.

The sensitive area of the detector for each foot shall be at least 15 cm × 30 cm.

Protective materials and other grilles over the sensitive area of each detector shall not obscure more than 60 % of that sensitive area. This level of obscurity shall include any collimation effect at distances of up to 10 mm from the outer surface of the grille. In the un-obscured area, the total density thickness of material between the sensitive volume of the detector and the outer edge of the protective grille shall not exceed 6 mg/cm² (2 mg/cm² for detectors intended to measure alpha or low energy beta contamination). Where material is included between the feet and the detector to collect dirt from the feet, it shall be easily removable. Alternatively, it shall be possible to expose the detectors so that their sensitive area can be cleaned.

5.5 Body monitoring facilities

The detectors shall be arranged so that the whole of the body surface, including the head and the external surface of the outermost clothing is monitored.

The detectors should be arranged in one or more sets such that the response capability is the same for each detector of that set unless otherwise agreed between the manufacturer and user. The maximum height of the person for which monitor is designed shall be specified by the manufacturer.

5.6 Frisker

For monitor for monitoring the hands and feet only, frisker for monitoring whole body other than hands and feet may be attached to hand and/or foot contamination monitors.

The detection assembly shall normally have one frisker. The user shall be able to move the frisker over the area to be monitored. The length of a cable connecting the measurement assembly and the frisker shall be appropriate and the frisker shall be sufficiently light so that it can be handled with one hand.

5.7 Visual display

5.7.1 For the user

The monitor shall display prominently at least the following information:

- a) Instructions for the user, where audible instructions are not available;
- b) Indication of all positions where contamination is sufficient to operate the alarm trip on any measuring channel detected. For assemblies capable of monitoring two or more types of contamination, the display shall display distinguishing between them;
- c) Indication at the end of a cycle that no alarm trip has operated during the monitoring cycle;
- d) Monitor operational;
- e) Monitor faulty;
- f) Measurement proceeding; and
- g) Body, hands or feet correctly positioned.

5.7.2 For maintenance purposes

Followings are not necessarily visible to the user:

- a) Capability of displaying the counts or count-rate from any measuring channel and if available any related quantity, i.e. total contamination (Bq) or surface contamination (Bq/cm²);
- b) Flow-rate of the gas supply, if applicable;
- c) Alarm set points for each channel;
- d) Low level alarm settings;
- e) Measuring time;
- f) Background too high for correct operation;
- g) High tension (bias voltage); and
- h) Fault diagnosis.

5.8 Audible indicators

Audible indicators shall be clearly distinguishable from one another.

There shall be an audible signal at the end of the monitoring cycle if contamination above the alarm level is indicated.

An audible indication is desirable if, at the satisfactory completion of the monitoring cycle, no contamination is indicated.

There shall be an audible indication of an interrupted cycle.

5.9 Monitoring period

Contamination alarms shall only be given at the end of the monitoring period. There shall be an indication when the monitoring cycle is completed. An audible indication, visual indication or door opening can be used as an indication for this purpose. Other way of indication may be acceptable.

5.10 Ease of decontamination

The monitor shall be designed and constructed in such a manner as to minimise the risk of becoming contaminated in use and to facilitate decontamination.

5.11 Detectors used

The type of detector used will be determined by the manufacturer to meet the classification (Clause 4) and radiation characteristics (Clause 7) for which the monitor is designed.

Depending on the type of monitoring system, the monitor should use (but not limited to): gas flow detectors, GM counters, semiconductor detectors or plastic scintillation detectors.

Where gas flow detectors are used, all tests shall be undertaken with the gas flow rate equal to or just above the flow rate specified by the manufacturer for units using continuous flow. Where the flow is not continuous, the manufacturer shall be able to demonstrate that monitor will operate satisfactorily with a mean flow rate as specified by the manufacturer.

5.12 Seismic consideration

The monitor design, manufacture, and installation should ensure that the person being monitored will not be harmed when exposed to the maximum earthquake strength expected at the user location. Loss of measurement function is acceptable, but following consideration should be taken into account:

- prevent fall of overhead detectors not to harm the person being measured; and
- the doors can be easily open after the event to prevent confinement.

6 Performance requirements and test procedures

6.1 General test procedure

6.1.1 Nature of tests

Tests in this document are to be considered as type tests unless otherwise specified. In acceptance test, the tests of the effective instrument efficiency at the specific operating point (7.3.3) and alarm threshold (7.7) shall be performed, although test items may be extended by agreement between the manufacturer and purchaser. The stated requirements are minimum requirements and may be extended for any particular monitor or function.

Standard test conditions with allowable tolerances are defined in Table 3.

Testing does not necessarily need to be carried out on the whole monitor. Depending on the test item, it is acceptable to select and perform the necessary components.

Test procedures applicable to the assemblies listed in 4.2 are shown in Clause 7.

6.1.2 Tests performed under standard test conditions

Tests which are performed under standard test conditions are listed in Table 3 which indicates, for each characteristic, the limits of variation and the relevant subclause where the corresponding method of test is described.

6.1.3 Tests performed with variation of influence quantities

These tests are intended to determine the effects of variation in influence quantities, and are given in Table 5, with the range of variation of each influence quantity and limits of consequent variation in the effective alarm point.

The limits of variation of indication in Table 5 defines a nominal operating range within which the variation in indication shall remain within the limits stated by the manufacturer. These limits shall in no case exceed those laid down in Table 5.

In order to test the effect of variation in any one of the influence quantities listed in Table 5, all other quantities shall be maintained within the limits for the standard test conditions given in Table 3, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

In order to simplify these tests, for each individual influence quantity, only the routine test of the variation of the effective alarm point needs be performed.

Other aspects of the performance of the monitor need to be tested with variation of influence quantities only if it is considered that the routine test specified will not give a representative indication.

6.1.4 Type F influence test

These tests may be performed at any value of the quantity to be measured. From the result of each test, the respective variation of the relative response r can be determined.

It is acceptable that some effects of the influence quantities classified as type F could be regarded as effects produced by type S influence quantities. If these effects are small, they shall be ignored in relation to the use of this document. If, during testing, larger effects of type S are observed, then these findings shall be reported in the type test report.

6.1.5 Type S influence test

These tests shall be performed at a value of the quantity to be measured of less than or equal to 10 times the lower limit of the effective range of measurement, even zero count (rate) is possible only if negative deviation can be measured. The result of each test is a deviation D .

It is acceptable that some small part of the effects of the type S influence could be regarded as the effects produced by type F influence quantities. If these effects are small, they should be ignored in relation to the use of this document. If larger effects of type F or significant negative effects are observed during testing, then these findings shall be reported in the type test report. Due to the generally lower indicated value when compared to tests for influence quantities of type F, the necessary number of measurements may be increased.

6.2 Functionality test

6.2.1 General

The functionality test consists of comparing the monitor functionality before (pre-test) and during or after (post-test) an environmental, mechanical or electromagnetic disturbance described in Clauses 10, 11 and 12.

6.2.2 Pre-test

The pre-test or preparation includes the stabilisation of the monitor in standard test conditions, checking its correct functioning.

A series of operations shall be confirmed in which the monitor makes a determination without contamination in the state of no contamination. In the case, a test is conducted by selecting a part of the monitor, it shall be ensured that no signal leading to contamination detection is output.

Place the source specified in 6.4 at the manufacturer's designated location and it should be confirmed that the monitor detects and displays contamination in accordance with the detection probability associated to the alarm setting.

The number of measurements shall be such that the coefficient of variation of the mean value complies with 6.3. The mean value of the displayed value shall be recorded.

6.2.3 Post-test

A series of operations shall be confirmed in which the monitor makes a determination without contamination in the state of no contamination. In the case, a test is conducted by selecting a part of the arrangement, it shall be ensured that no signal leading to contamination detection is output. It shall be the same result as pre-test.

The number of measurements shall be the same as for the pre-test.

Place a source of the same nuclide, shape, and intensity as used in pre-test at the same location as pre-test and it should be confirmed that the monitor detects and displays contamination.

The false alarm rate and the probability of detection shall comply with the settings. The change of the mean reading shall be lower than 2 times the coefficient of variation (COV) plus 15 %.

There shall be no visible external damage after the environmental, mechanical or electromagnetic disturbance and the monitor shall operate correctly as prior to these tests.

6.3 Statistical fluctuations

Statistical fluctuations shall be considered for following tests: 11.2 Vibration test, 11.3 Mechanical shock and 12.2 Electromagnetic compatibility and others.

The magnitude of the statistical fluctuations of the numerical indication arising from the random nature of radiation alone may be a significant fraction of the variation of the indication permitted in the test. Therefore, the coefficient of variation (COV) of the readings shall be less than or equal to 12 %.

The value of 12 % is chosen to help determine the results of a test as the series of readings and the associated mean are compared to a requirement set in this document. When testing with radioactive sources, a COV of less than or equal to 12 % should be obtained. Processes such as increasing the applied radiation levels will typically reduce the COV to an acceptable level. The number of trials or readings may also be increased to reduce the COV, but this should be secondary to increasing the applied radiation level. When testing without the presence of radioactive sources, the monitor is observed so it does not produce alarms and/or spurious indications. In this case, the COV value is not relevant.

The time interval between each reading shall be long enough to ensure that the readings are independent. The time interval selected is dependent on the integration time of the monitor and the update time of the indicated response.

6.4 Reference sources

The reference sources used in tests involved with measurement of radiation shall be sources of ^{137}Cs or ^{60}Co for gamma measurement (^{129}I or ^{241}Am for low energy gamma), ^{36}Cl or ^{204}Tl for beta measurement and ^{241}Am or ^{239}Pu for alpha measurement. ^{60}Co can be used upon agreement between the purchaser and the manufacturer.

For assemblies for the monitoring of hands, sources of active area 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm should be used.

For assemblies for the monitoring of feet, sources of active area 30 cm × 10 cm, 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm should be used.

The distribution of the surface emission rate of the above two reference sources shall comply with ISO 8769.

(See ISO 8769 and 3.1.1).

Where sources of the areas quoted above are not available, tests shall be carried out using small area sources or other area sources of dimensions less than that quoted above. In this case, the measured value shall be the average of a number of readings with the source moved over an equivalent area. The number of source positions used shall be as quoted in 7.1.2, 7.1.4 and 7.1.5.

6.5 Requirements for use of gas flow detectors

Where detectors rely on a continuous or semi-continuous supply of gas for the detection of radioactive particles, the manufacturer shall state the gas to be used, and its purity.

An indication of the flow of gas into the monitor shall be provided.

7 Radiation measurement characteristics

7.1 Variation of response with source position

7.1.1 General

All influence quantities dealt with in 7.1 are regarded as of type F. The test contents and the sources used in tests are summarized in Table 6.

7.1.2 For clothing or the body

7.1.2.1 Requirements

Tests shall be made to determine the variation of response with source position.

The variation of response around the body of the user shall be stated by the manufacturer.

In order to improve the performance and meet the requirements of this document, the manufacturer may in the case of beta and/or gamma monitoring additionally sum the response of any number of adjacent detectors.

7.1.2.2 Method of test

7.1.2.2.1 Alpha monitoring systems

It is not possible to define the actual performance for the detection of contamination on the body. Where the monitor is intended to measure alpha on the body, tests similar to those of 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4 and 7.1.5 shall be carried out on the whole area of each type of detector used. The manufacturer shall publish the results obtained specifying the nuclide used. The detector shall be operated such that the background is less than 0, 2 counts per second, otherwise background subtraction shall be introduced.

7.1.2.2.2 Beta monitoring systems

a) Effect of the vertical position of the source of radiation

Where there is more than one vertical array of detectors and there is a difference between these arrays, a test shall be carried out for each array.

In a case of using a beta small area source of ^{36}Cl or ^{204}Tl , as defined in 3.1.3, the source shall be moved in steps in a vertical line 5 cm from the detector. Each step shall be 2 cm or less and the response of the monitor shall be measured for each step as indicated above. In a case of using a source having a radioactive area 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm, the source shall be moved in steps in a vertical line 5 cm from the detector. Each step shall be 15 cm or less for 15 cm × 10 cm source, 10 cm or less for 10 cm × 10 cm source and the response of the monitor shall be measured for each step as indicated above. In either case, the edge of source shall be at 5 cm below from the sole surfaces and for the last reading, the edge of source shall be at 2 cm or more above from the height of the tallest person which the monitor is designed for.

The value of response taken for each position of the source shall be the response of that detector in the array which gives the highest response.

Where it has been necessary to take more than one set of readings, these readings shall be summed with relation to the vertical position and the position of the maximum response shall be noted and used in b) below.

The highest reading of the response shall be stated (see Figure 1).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023

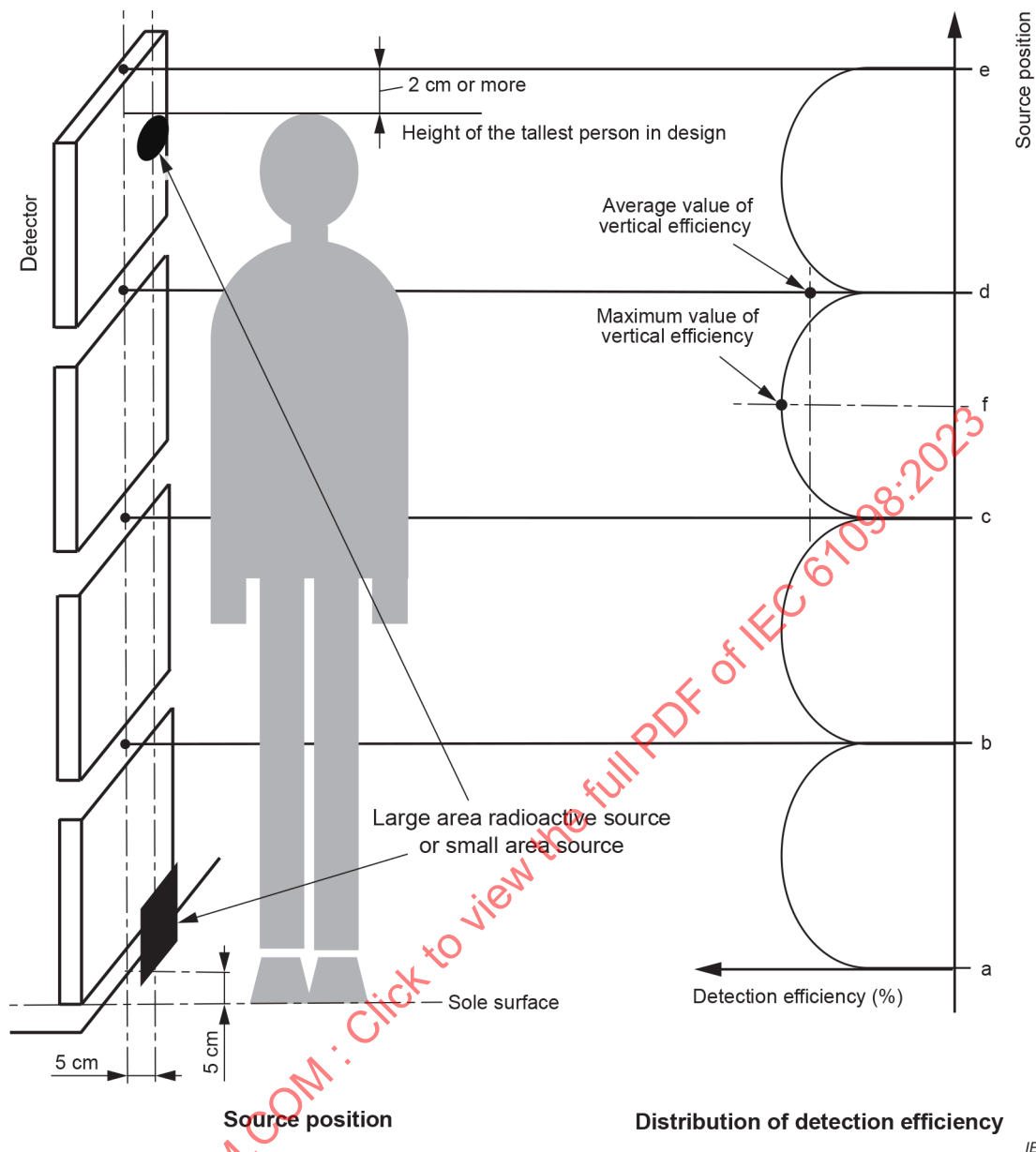


Figure 1 – Vertical position of radiation source

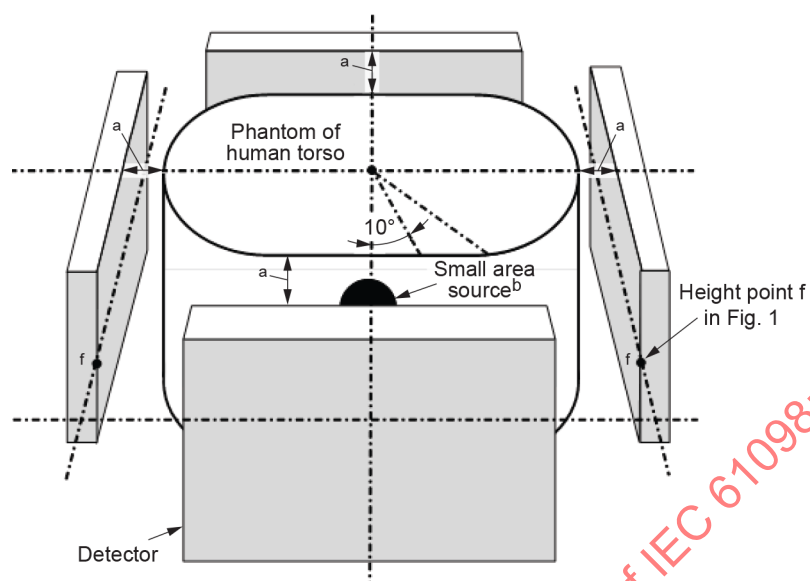
b) Around the body

For this test, a phantom of the trunk of the human torso is required. This shall be an ellipse in section, of circumference 95 cm and major axis 35 cm. Since these tests are to be carried out with beta sources, this phantom may be hollow providing materials of the wall have a thickness equivalent to at least $0,5 \text{ g cm}^{-2}$.

The central axis of this phantom is to be placed where the centre of the user would normally be during the monitoring period. Where the user is not specifically positioned, the phantom shall be positioned such that the minimum distance between the outermost part of the detector protection and the phantom is 5 cm. Some metering or scaling device shall be connected to each monitoring channel.

In a case of using a small area source of ^{36}Cl or ^{204}Tl as defined in 3.1.5, the source shall be moved right around the phantom every 10° as illustrated in Figure 2 a). The test shall be carried out at the vertical position of maximum response found in Figure 2 a). The response of each measuring channel shall be plotted on a single graph as illustrated in Figure 2 b). The maximum to minimum value of response shall be stated. When plotting the response, the response to ambient background radiation shall be taken into account, and this effect shall be subtracted.

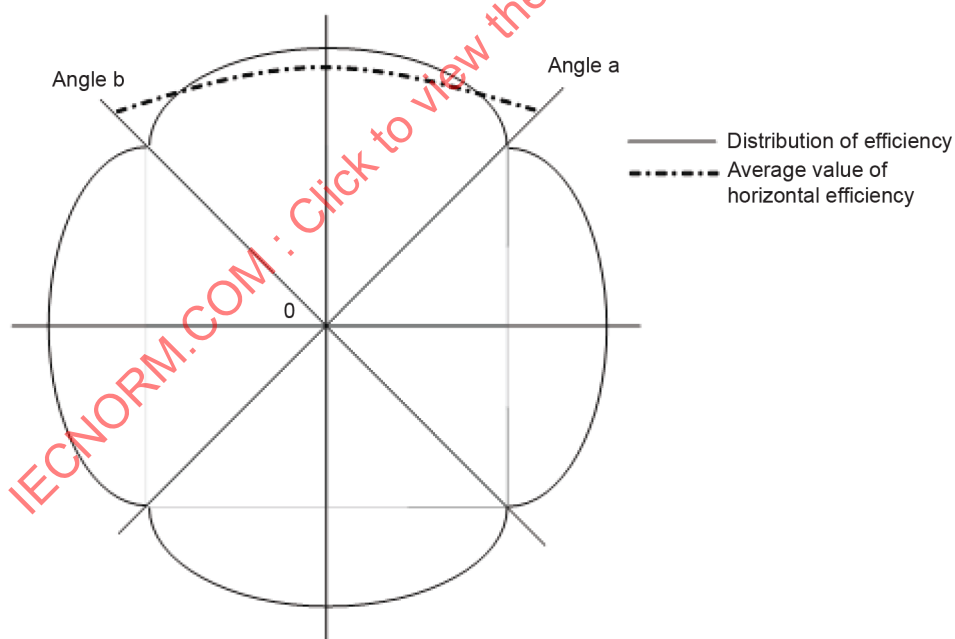
Where the monitor is designed to monitor the body, clothed or not, with the user in more than one position, the response curve shall be the composite of the results taken in each position.



^a 5 cm or more

^b Use suitable jig to hold the source at proper position.

a) Source positions



b) Example of horizontal efficiency measurement

Figure 2 – Response curve composition by source position

7.1.2.2.3 Gamma monitoring systems

The source of radiation shall be ^{137}Cs shielded with more than 0,6 mm of aluminium (^{129}I for the low energy version).

a) Empty homogeneity characterization

- Monitors for which the body position is strongly constrained, typically beta-gamma or alpha-beta-gamma monitors.

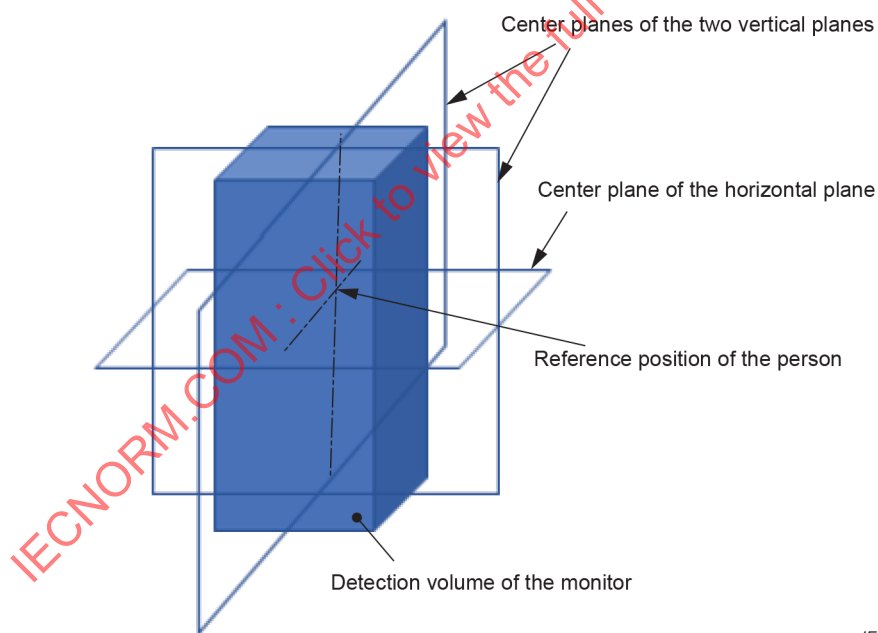
Vertical characterization shall be carried out in the same way as for beta in 7.1.2.2.2 a) except that the steps can be 5 cm for the small area source, and 10 cm for the large area radioactive source.

Around the body, as in 7.1.2.2.2 b), except that the source, wherever possible shall be placed halfway up a solid phantom at least 25 cm high and of density of about 1 g cm^{-3} or placed on a carrier which attenuation and scattering is negligible. The steps can be 45° for the small area source.

- Monitors for which the body position is weakly constrained within a detection volume i.e. typically tunnel monitors.

The homogeneity shall be characterized within the whole detection volume. The grid shall include the centre planes and the planes at 5 cm from the detection volume limits. Intermediary positions shall not be spaced more than 10 cm in the horizontal directions and 20 cm in the vertical direction. The number of measurements made be reduced in case of obvious symmetry (see Figure 1, Figure 2 and Figure 3).

NOTE "Tunnel monitors" are monitors that are constructed such that the monitored person enters on one side, passes or stands in the middle of a detection volume and exits on the other side. This kind of monitor is used in pass-through mode or in standing mode depending of the required sensitivity. When used in standing mode, doors or barriers are generally added.



IEC

Figure 3 – Centre planes of the detection volume

b) Body attenuation effect characterization

This test described in Annex C characterizes the measurement deviation due to the body attenuation of the background, eventually corrected by a morphologic correction function if such a correction is provided.

The measured deviation, reduced by the correction process if provided, is a type S error that shall be reasonably small compared to the low end of the effective measuring range.

This characterization should be made with 5 persons covering the claimed range of weights and heights or using the phantoms set described in Annex B.

If the manufacturer claims that the monitor can be used within a background of higher level than the standard background conditions, then the Annex C characterization shall be done.

c) Carried source response

This test characterizes the response of the monitor in realistic conditions, i.e. with a person present in the monitor. It is of special interest for gamma responses because of the attenuation and scattering due to the person presence.

The characterization should be done according Annex D based on a real person roughly mid weight and mid height or based on a one of the phantoms described in Annex B.

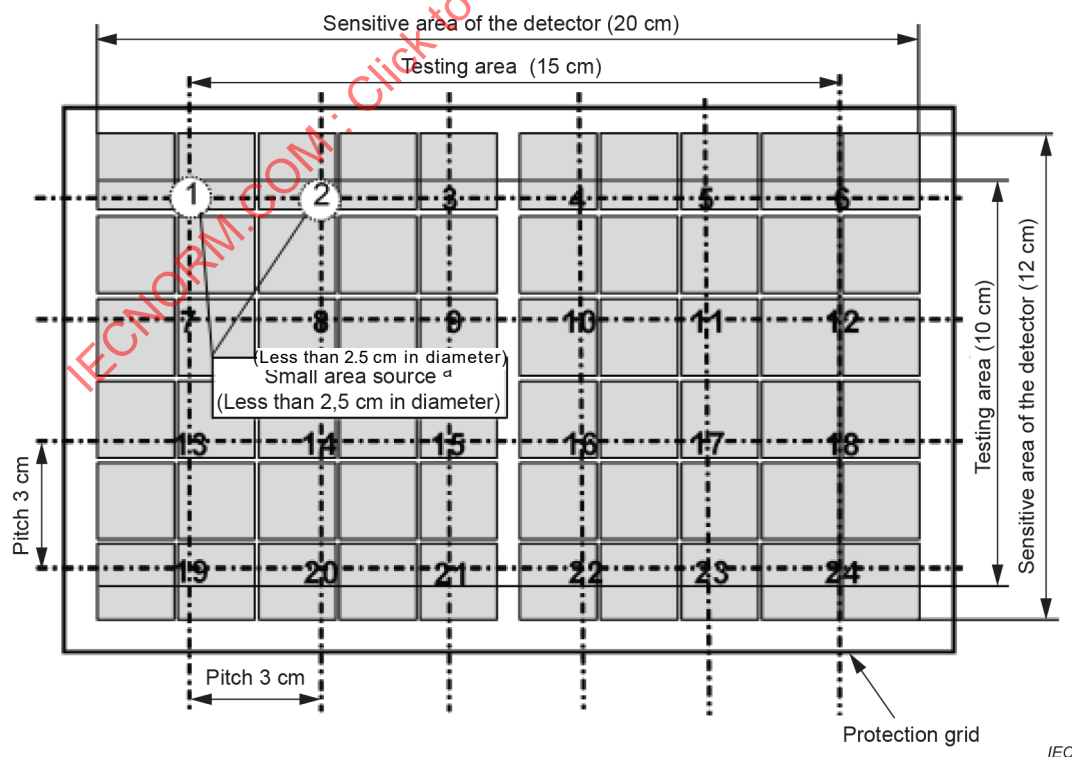
7.1.3 For hand monitoring

7.1.3.1 Requirements

The variation of response from the mean value with the position of the source to be monitored shall be stated by the manufacturer over the area of a hand for the reference nuclide of ^{137}Cs shielded with more than 0,6 mm of aluminium (or ^{129}I for low energy monitors) for gamma monitoring, ^{36}Cl or ^{204}Tl for beta monitoring and ^{241}Am for alpha monitoring and shall not exceed a factor of 2.

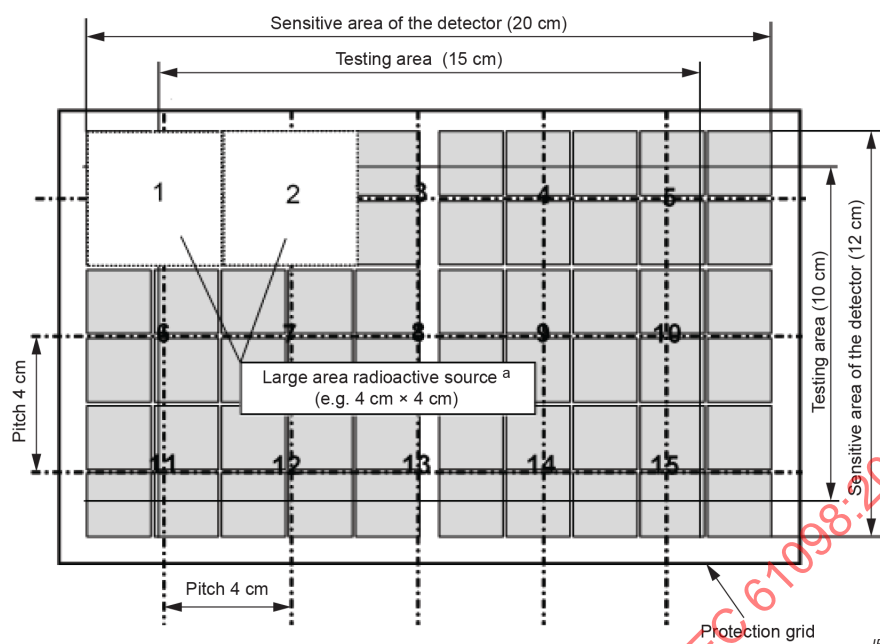
7.1.3.2 Method of test

For this test, the testing area 15 cm × 10 cm of the hand detector shall be considered as defined by the manufacturer. In a case of using a small area source, the response of the detector shall be measured using the source in each of the 24 positions shown in Figure 4 a) on the outermost part of the detector protection. In a case of using a source having a radioactive area of 4 cm × 4 cm, the response of the detector shall be measured in 4 cm pitch in each of the 15 positions shown in Figure 4 b) on the outermost part of the detector protection by 4 cm pitch. However, the sources shall be placed not to exceed the sensitive area of the detector specified by the manufacturer and not to overlap each other. In either case, the effect of background shall be subtracted from each calculation of response.



^a Use suitable jig to hold the source at proper position.

a) Applying small area source



^a Use suitable jig to hold the source at proper position.

b) Applying large area radioactive source

Figure 4 – Detector for hand monitoring

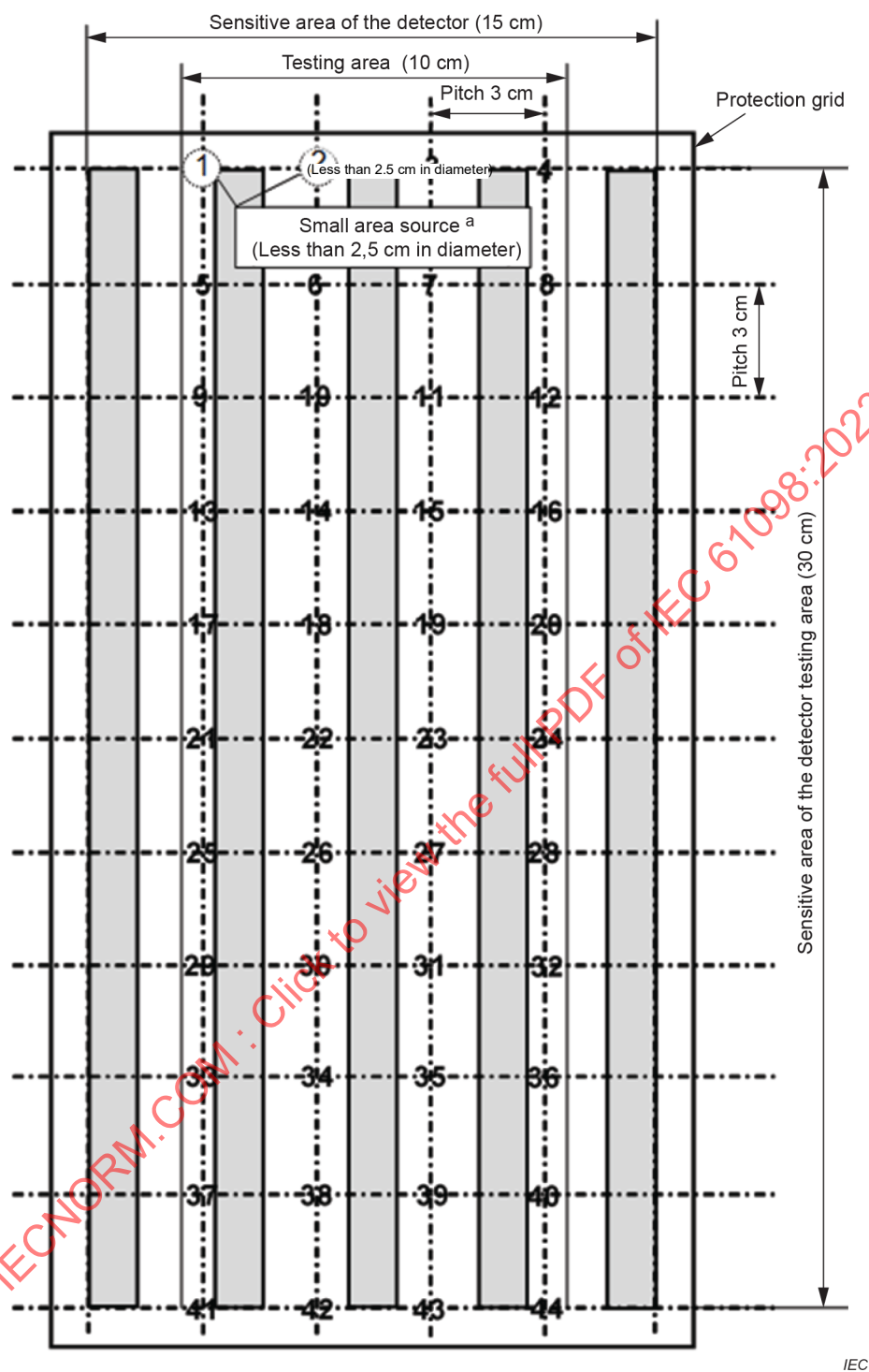
7.1.4 For foot monitoring

7.1.4.1 Requirements

The variation of response with the position of the source to be monitored shall not exceed a factor of 2 over the area of a foot for the reference nuclide of ^{137}Cs shielded with more than 0,6 mm of Aluminium (or ^{129}I for low energy monitors) for gamma monitoring, ^{36}Cl or ^{204}Tl for beta monitoring and ^{241}Am for alpha monitoring.

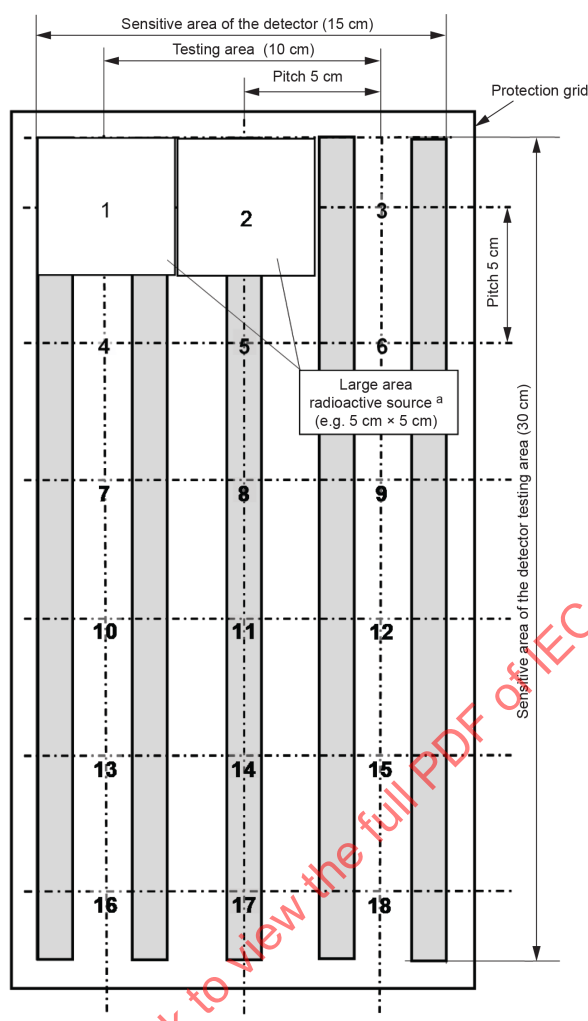
7.1.4.2 Method of test

For this test, the testing area 30 cm × 10 cm of the foot detector shall be considered as defined by the manufacturer. In a case of using a small area source, the response of the detector shall be measured using the source in each of the 44 positions shown in Figure 5 a) on the outermost part of the detector protection. In a case of using a source having a radioactive area of 5 cm × 5 cm, the response of the detector shall be measured in 5 cm-pitch in each of the 18 positions shown in Figure 5 b) on the outermost part of the detector protection. However, the sources shall be placed not to exceed the sensitive area of the detector specified by the manufacturer and not to overlap each other. In either case, the effect of ambient background shall be subtracted from each calculation of response.



^a Use suitable jig to hold the source at proper position.

a) Applying small area source



IEC

^a Use suitable jig to hold the source at proper position

b) Applying large area radioactive source

Figure 5 – Detector for foot monitoring

7.1.5 Contamination measurement of cloth or body by friskers

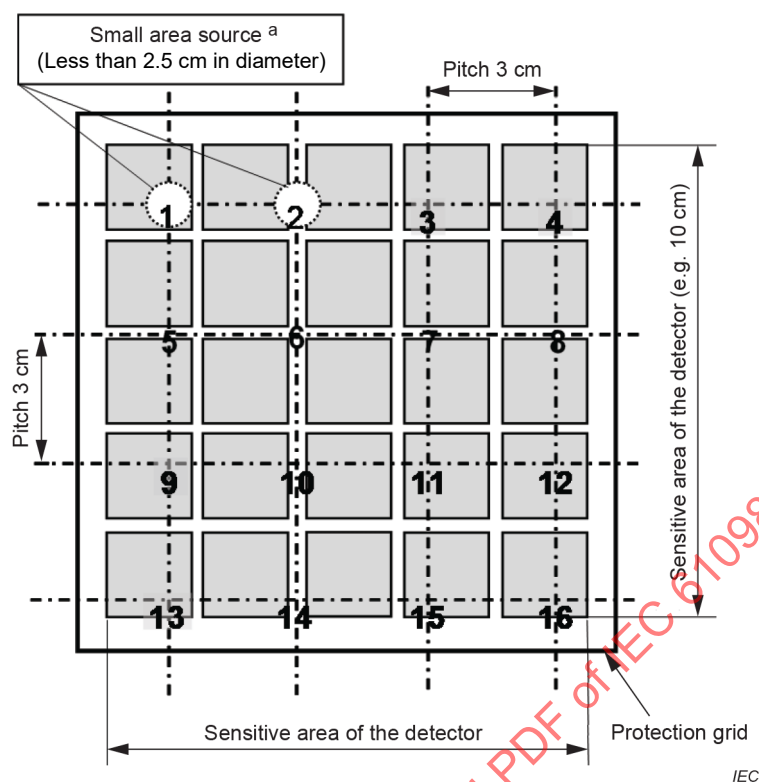
7.1.5.1 Requirements

In a case of a frisker having a sensitive area equal to or more than 10 cm × 10 cm, the variation of response with the position of the source to be monitored shall not exceed a factor of 2 over the area of a frisker for the reference nuclide of ¹³⁷Cs shielded with more than 0,6 mm of Aluminium (or ¹²⁹I for low energy monitors) for gamma monitoring, ³⁶Cl or ²⁰⁴Tl for beta monitoring and ²⁴¹Am for alpha monitoring.

7.1.5.2 Method of test

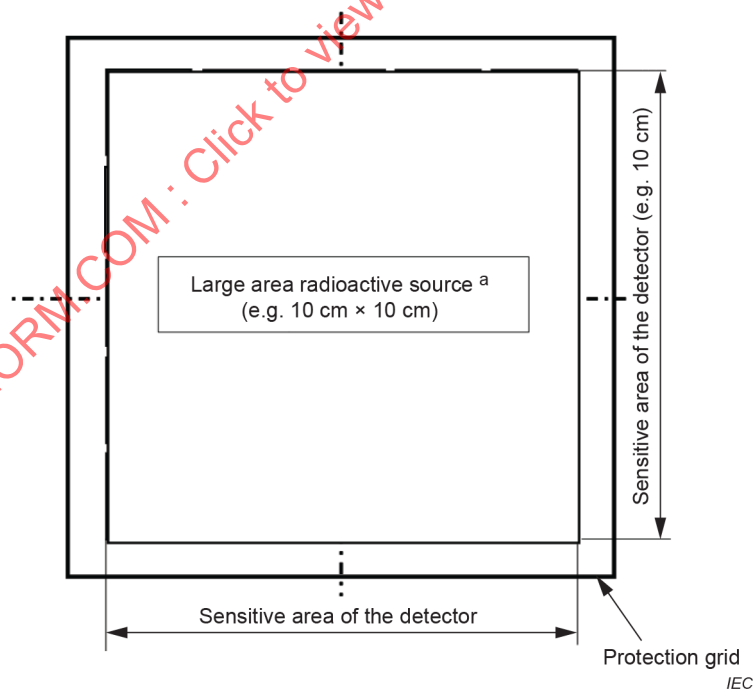
For this test, a sensitive area equal to or more than 10 cm × 10 cm for a frisker shall be considered. In a case of using a small area source, when a variation of response with source position is required, the response of the detector shall be measured in 3 cm pitch in the outermost part of the detector protection. In a case of using a source having a radioactive area of 10 cm × 10 cm, the response of the detector shall be measured in 10 cm pitch in the outermost part of the detector protection. However, the sources shall be placed not to exceed the sensitive area of the detector specified by the manufacturer and not to overlap each other. In either case, the effect of ambient background shall be subtracted from each calculation of response (see Figure 6).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023



^a Use suitable jig to hold the source at proper position.

a) Applying small area source



^a Use suitable jig to hold the source at proper position.

b) Applying large area radioactive source

Figure 6 – Frisker (clothes)/Overhead detector

7.2 Background

7.2.1 General

All measurements of radiation are affected by ambient background attenuation due to human body, and the effects may be dealt with in different ways dependent on the design of the monitor.

7.2.2 Subtraction of pre-determined background

When not in use, the equipment monitors the background from each monitoring channel and stores the information for later subtraction from the measurement signal.

In this case, the manufacturer shall state the period over which the background is averaged for subtraction for a range of reference background count rates or the number of background counts. The manufacturer shall state the background value used to achieve the detection limit (DL) stated by the manufacture.

The manufacturer shall also state any precautions taken for the possibility of continuous use of the monitor.

The manufacturer shall calculate the detection limit (DL) according to Formula (3) in 7.3.1 for standard background conditions. If there is agreement between the purchaser and the manufacturer, the manufacturer may calculate the detection limit (DL) according to Formula (4) in 7.3.1. Formula (4) takes into account a 5 % change in the background value between the background measurement and the contamination measurement (see Annex A). By agreement between the purchaser and the manufacturer, 0,05 % may be replaced another value (e.g. $0,03 \cdot \eta_0$ for a 3 % change in the background value).

7.2.3 Simultaneous subtraction of determined background

The method where background compensation is achieved by having a number of detectors measuring the ambient background radiation simultaneously with the measurement of the contamination. The compatibility of such detector sets is limited due to the different locations and accordingly different background levels as well as due to statistical uncertainties.

The manufacturer shall state the magnitude of the variation of the difference of count rate between detectors and the ambient background signal which are used in calculating the detection limit (DL) (see Formula (5) in 7.3.1). The manufacturer shall also provide the magnitude of the changes, such as the following, which is necessary to create that signal change:

- changes in value,
- changes in energy, and
- changes in direction.

The effects of changes in direction shall be due to movements of sources placed more than 3 m from the monitor.

When calculating the detection limit (DL), the effect of changes in the indicated background magnitude shall be taken into account.

7.2.4 No background subtraction

Even if no background compensation is included in the monitor, it is necessary to consider the variation of the count rate (background effect) when the background is measured and that of the count rate (gross effect) when the contamination is measured.

The manufacturer shall state the background measurement time and the value used to achieving the manufacturer published detection limit (DL).

The manufacturer shall calculate the detection limit (DL) according to Formula (3) in 7.3.1. If there is agreement between the purchaser and the manufacturer, the manufacturer may calculate the detection limit (DL) according to Formula (4) in 7.3.1. Formula (4) takes into account a 5 % change in the background value between the background measurement and the contamination measurement (see Annex A). By agreement between the purchaser and the manufacturer, the $0,5 \cdot \eta_0$ may be replaced another value (e.g., $0,03 \cdot \eta_0$ for a 3 % change in the background value). A 5 % change includes human body attenuation.

7.2.5 Gamma monitoring systems

The self-shielding effect and the scattering modify the background during measurement. This effect is an S error that leads generally to an underestimation, especially for high background. The correction of this effect may be implemented taking into account, for example, the height and weight of the individuals being measured.

For gamma monitors or for gamma channels of combined monitors, if the manufacturer claims a use in higher background than the standard conditions, the manufacturer has to characterize the body attenuation effect and, if provided, the effectiveness of the correction (see 7.1.2.2.3 and Annex C).

The low end of the effective range of measurements that usually equals the detection limit may have to be increased (see Annex C).

The detection limit is modified and can be calculated using 7.3.1. Formula (4) replacing 5 % with the percentage of deviation found in Annex C at the claimed low end of the effective range of measurement.

7.3 Detection limit (DL)

7.3.1 General

The decision threshold, y^* , and the detection limit (DL), $y^\#$, can be determined using Formula (1) and Formula (2), respectively, which are derived from the procedure described in the ISO 11929 series:

$$y^* = k_{1-\alpha} \tilde{u}(0) \quad (1)$$

where,

y^* is the decision threshold,

$\tilde{u}(0)$ is the uncertainty of the measurand when its true value equals zero, and

$k_{1-\alpha}$ is the quantile of the standardized normal distribution for the probability $1-\alpha$.

NOTE 1 As mentioned in 3.1.17, when the measurand result y exceeds the decision threshold y^* , the probability that the true value of the measurand is zero is less or equal to the chosen probability α .

$$y^\# = y^* + k_{1-\beta} \tilde{u}(y^\#) = k_{1-\alpha} \tilde{u}(0) + k_{1-\beta} \tilde{u}(y^\#) \quad (2)$$

where,

$\tilde{u}(y^\#)$ is the uncertainty of the measured when its true value equals $y^\#$, and

$k_{1-\beta}$ is the quantile of the standardized normal distribution for the probabilities $1-\beta$.

NOTE 2 As mentioned in 3.1.15, with the decision threshold, the detection limit (DL) is the smallest true value of the measurand for which the probability of wrongly deciding that the true value of the measurand is zero is equal to a specified value β , when, in fact, the true value of the measurand is not zero.

If values of 0,05 for both α and β are selected as acceptable, then both $k_{1-\alpha}$ and $k_{1-\beta}$ become 1,65, and Formula (3) can be written as:

$$S_{DL} = \frac{2 \times 1,65 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + \frac{1,65^2}{t_g}}{E_{ff}} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \quad (3)$$

where,

S_{DL} is the detection limit (DL) of the surface emission rate (s^{-1}),

r_0 is estimate of the background count rate (s^{-1}),

t_g is measurement duration of the measurement of the gross effect (s),

t_0 is measurement duration of the measurement of the background effect (s), and

E_{ff} is the effective instrument efficiency.

In a case of taking into account a 5 % change in the background value between the background measurement and the contamination measurement, the detection limit (DL) of the surface emission rate (s^{-1}) per unit can be determined using Formula (4):

$$S_{DL} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0} + (0,05r_0)^2} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \quad (4)$$

In a case of achieving background compensation simultaneously, the detection limit (DL) of the surface emission rate (s^{-1}) per unit can be determined using Formula (5):

$$S_{DL} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{2r_0}{t_g} + r_x^2} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \quad (5)$$

where,

r_0 is estimate of the background count rate (s^{-1}), and

r_x is the difference rate between the detector for measurement and the detector for background.

DL shall be lower than the measurement range.

If background is too large to measure, it may be necessary to stop (or not) the measurement.

NOTE 3 The difference of the count rates cannot be zero with any concurrent corrections.

7.3.2 For clothing or body

For the purposes of this document, the detection limit (DL) shall relate to the effective instrument efficiency to clothing (body). This shall be determined as below, or the manufacturer shall undertake similar methods of determining a instrument efficiency. In the latter case, the manufacturer shall provide the purchaser with the positions of source, all measurements taken, the assumptions made in calculating the average efficiency and the calculations made to determine this "average". The effective instrument efficiency shall be determined from both the vertical response characteristic shown in Figure 1 and the polar response given in Figure 2.

The average polar response is determined from the radius of a circle whose area is equal to the area enclosed by the polar response diagram shown in Figure 2.

The effective instrument efficiency is determined from product of the average polar response at the plane of maximum vertical response and the ratio of the average overall vertical response to the maximum vertical response as shown in Figure 1. The overall vertical response is the average of the average vertical responses for each vertical array. In the case where all the arrays are identical, the overall vertical response is the average vertical response for an array.

From this, the effective instrument efficiency E_{ff} can be determined as follows:

$$E_{ff} = \frac{r}{\phi} \quad (6)$$

where,

r is counts per second average response, and

ϕ is surface emission rate of the source in determining the response.

This efficiency equation shall be used in determining the detection limit (DL) as described in Annex A.

In all cases, the detection limit (DL), for standard background conditions or in background level which is agreed upon between the purchaser and manufacturer, shall not be greater than 200 s^{-1} for beta emission and a photon emission of $2\,000 \text{ s}^{-1}$. The total monitoring time shall be 10 s or the time agreed between the purchaser and manufacturer. Where monitoring is undertaken by two or more steps, the sum of the times taken for each monitoring step shall not exceed the time specified above or a time agreed between the manufacturer and purchaser.

NOTE Although nominally 200 s^{-1} is equivalent to 400 Bq (source efficiency is 0,5), the user refers to ISO 7503-1 for corrections to allow for self-absorption on clothing or other surfaces actually to be measured (see Table 4).

7.3.3 The effective instrument efficiency at the specific operating point

Measurement to determine the effective instruments efficiency E_{ff} is described in 7.3.2. The measurement requires many test points, which is generally performed in type test or qualification test. The positions and type of the source used in these measurements are given in 7.1.1.

This test method is not reasonable for acceptance tests or routine tests because it takes a lot of time and effort. Accordingly, for the body detectors, the instrument efficiency E_2 at the specific operating point is measured, and the conversion constant K obtained by the method described in 7.3.2 is calculated. For the acceptance test or the routine test, the method for determining E_{ff} is specified by measuring the instrument efficiency E_2 at the specific operating point. E_{ff} is given by Formula (7):

$$E_{ff} = E_2 \times K \quad (7)$$

The specific operating point and source types are specified by the manufacturer.

This is a simplified method for reasonably performing acceptance tests or routine tests in which the conversion constant K is considered to be approximately constant in a detector of the same model.

7.3.4 For hand monitoring

a) Alpha

The detection limit (DL) shall relate to the response of the hand detector to a source of uniform activity of area 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm.

The detection limit (DL) shall be the emission rate which in the monitoring time of the monitor gives at least 5 counts from the detectors associated with each hand (unless the operating environment is such that a lower number of counts would not create a significant false alarm rate, as agreed between the manufacturer and user). The detection limit (DL) shall be less than 10 s⁻¹ for a monitoring time of 10 s or shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

NOTE Nominally 20 Bq, but see note in 7.3.2 (see Table 4).

b) Beta

The detection limit (DL) shall relate to the response of the hand detector to a source of uniform surface emission rate of area 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm.

The detection limit (DL) shall be determined in the same way as that for clothing and shall be less than 100 s⁻¹ for a monitoring time of 10 s or shall be agreed upon between the purchaser and manufacturer (see note in 7.3.2).

c) Gamma

The detection limit (DL) shall relate to the response of the hand detector to a source of area 15 cm × 10 cm.

The detection limit (DL) shall be determined in the same way as for clothing and shall be less than a photon emission rate of 2 000 s⁻¹ for a monitoring time of 10 s, or shall be determined by agreement between the purchaser and the manufacturer.

7.3.5 For foot monitoring

a) Alpha

The detection limit (DL) shall relate to the response of the foot detector to a source of uniform activity of area 30 cm × 10 cm. A source of 15 cm × 10 cm may be used in two places or 10 cm × 10 cm in three places to simulate the 10 cm × 30 cm source.

The detection limit (DL) shall be the surface emission rate which in the monitoring time of the monitor gives at least 5 counts from the detector. The detection limit (DL) shall be less than 20 s⁻¹ for a monitoring time of 10 s or shall be agreed upon between manufacturer and purchaser (see note to item a) of 7.3.4).

b) Beta

The detection limit (DL) shall relate to the response of the foot detector to a source of uniform surface emission rate of area $30\text{ cm} \times 10\text{ cm}$. A source of $15\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ may be used in two places or $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ in three places to simulate the $30\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ source.

The detection limit (DL) shall be determined in the same way as that for clothing and shall be less than 200 s^{-1} for a monitoring time of 10 s or shall be agreed upon between manufacturer and purchaser (see note in 7.3.2).

c) Gamma

The detection limit (DL) shall relate to the response of the foot detector to a source of uniform surface emission rate of area $30\text{ cm} \times 10\text{ cm}$. A source of $15\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ may be used in two places to simulate the $30\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ source. The detection limit (DL) shall be determined in the same way as that for clothing and shall be less than $1\,000\text{ s}^{-1}$ for a monitoring time of 10 s, or shall be determined by agreement between the purchaser and the manufacturer.

7.3.6 For frisker monitoring

a) Alpha

In a case of a detector having a sensitive area equal to or more than $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$, the detection limit (DL) shall relate to the response of the frisker detector to a source of uniform activity of area which covers the sensitive area.

The detection limit (DL) shall be the emission rate which in the monitoring time of the monitor gives at least 5 counts from the frisker detector (unless the operating environment is such that a lower number of counts would not create a significant false alarm rate, as agreed between the manufacturer and user). The detection limit (DL) shall be less than 10 s^{-1} for a monitoring time of 10 s or shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

NOTE Nominally 20 Bq, but see note in 7.3.2.

b) Beta

In a case of a detector having a sensitive area equal to or more than $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$, the detection limit (DL) shall relate to the response of the frisker detector to a source of uniform surface emission rate of area $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$.

The detection limit (DL) shall be determined in the same way as that for clothing and shall be less than 100 s^{-1} for a monitoring time of 10 s or shall be agreed upon between the purchaser and manufacturer (see note in 7.3.2).

c) Gamma

In a case of a detector having a sensitive area equal to or more than $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$, the detection limit (DL) shall relate to the response of the frisker detector to a source of area $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$.

The detection limit (DL) shall be determined in the same way as for clothing and shall be less than a photon emission rate of $2\,000\text{ s}^{-1}$ for a monitoring time of 10 s, or shall be determined by agreement between the purchaser and the manufacturer.

7.4 Variation of response with energy

7.4.1 General

All influence quantities dealt with in 7.4 are regarded as of type F.

7.4.2 Beta

7.4.2.1 Requirements

The monitor shall be capable of detecting beta emitters with E_{max} greater than 150 keV.

Measurements of the response shall be made with at least three beta emitters:

- one < 0,2 MeV,
- one between 0,2 MeV and 0,5 MeV, and
- one > 0,5 MeV.

By way of information, a list of suitable radionuclides is given below.

¹⁴ C	(maximum energy 0,155 MeV)
¹⁴⁷ Pm	(maximum energy 0,225 MeV). Precautions shall be taken to ensure that the content of ¹⁴⁶ Pm is low enough not to disturb the calibration.
⁶⁰ Co	(maximum energy 0,314 MeV). Precautions shall be taken when using this radionuclide in order to identify and correct for the effects of the gamma emission on the response of the monitor.
¹⁸⁵ W	(maximum energy 0,432 MeV)
³⁶ Cl	(maximum energy 0,714 MeV)
²⁰⁴ Tl	(maximum energy 0,766 MeV)
²¹⁰ Bi	(maximum energy 1,161 MeV)
⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	(maximum energy of short lived daughter ⁹⁰ Y 2,274 MeV)

7.4.2.2 Method of test

a) Body

For this test, the phantom used in test 7.1.2.2.2 b) shall be used as specified in that test.

A small area source of the nuclide of interest shall be moved in the vertical plane at 2 cm steps, in case using area source at 10 cm steps, and right around the phantom every 10° in the plane where the response in the vertical plane is a maximum and the response of each monitoring channel shall be plotted on a single graph as illustrated in Figure 2 and as described in test 7.1.2.2.2 b).

The effective instrument efficiency shall be calculated for each nuclide of interest and compared to that of the reference source (see 7.3.2).

Tests using the method shown in 7.1.2.2.2 b) need not be conducted for all nuclides. This test is carried out for one type of nuclide, and the difference in response due to nuclide may be characterized by the detector individually.

b) Hands

This may be undertaken either by use of area sources of uniform activity or small area sources. Where area sources are used, they shall be 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm and the ratio of the response to that of the reference source can be measured directly. The source shall be placed at the centre of the detector.

The response of the detector shall be measured using the small area source of the nuclide of interest in positions shown in Figure 4 a). The effect of the background shall be subtracted from each calculation of response. The average of the responses shall be calculated and these shall be taken as the response using the area sources.

This test does not need to be carried out for all nuclides. Differences in response due to nuclides may be characterized by the detector individually.

c) Feet

The requirement shall be met in the same way as for hands above, except that when area sources are used, these shall be 30 cm × 10 cm, 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm.

This test does not need to be carried out for all nuclides. Differences in response due to nuclides may be characterized by the detector individually.

d) Frisker

This may be undertaken either by use of area sources of uniform activity or small area sources. Where area sources are used, they shall be 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm and the ratio of the response to that of the reference source can be measured directly. The source shall be placed at the centre of the detector.

The response of the detector shall be measured using the source of the nuclide of interest in positions shown in Figure 6. The effect of the background shall be subtracted from each calculation of response. The average of the responses shall be calculated and these shall be taken as the response using the area sources.

This test does not need to be carried out for all nuclides. Differences in response due to nuclides may be characterized by the detector individually.

7.4.3 Alpha**7.4.3.1 General**

Since the alpha radiation emitted from alpha contamination may be degraded significantly by self-absorption within the contamination, measurements of response shall be made with an alpha emitter of energy lower than that of the reference nuclide. A source of natural or depleted uranium or ^{241}Am should be used.

Depleted Uranium will be predominately ^{238}U emitting 4,2 MeV alphas with traces of ^{234}U and ^{235}U and natural uranium will be ^{238}U in near equilibrium with ^{234}U emitting 4,8 MeV alphas with traces of ^{235}U . ^{241}Am emits predominantly 5,5 MeV alphas.

7.4.3.2 Requirements

The manufacturer should state, for the detectors used to monitor the hands and the feet, the ratio of the response to natural uranium, depleted uranium or ^{241}Am to the response to the reference radionuclide.

7.4.3.3 Method of test

The methods of test for the hand and foot detectors and frisker are identical to those for beta radiation (see 7.4.2).

7.4.4 Gamma**7.4.4.1 General**

The monitor shall be capable of detecting gamma or X-ray emitters with energy greater than 50 keV (5 keV for low energy systems). Measurements shall be made with at least 3 gamma emitters for monitor designed to measure high energy emitters and 2 for monitor designed to measure low energy emitters, as follows:

- one between 5 keV and 50 keV (low energy system);
- one between 50 keV and 150 keV (low energy systems);
- one between 150 keV and 500 keV (high energy system);
- one between 500 keV and 800 keV (high energy system); and
- one over 1 000 keV (high energy system).

By way of information, a list of suitable radionuclides is given below:

- ^{55}Fe major emission 5,9 keV;
- ^{129}I major emission 29 keV;
- ^{241}Am major emission 59,5 keV with a sufficiently thick window to eliminate electron and alpha particle penetration;

- ^{57}Co major emission 122 keV;
- ^{133}Ba major emission 356 keV; and
- ^{137}Cs major emission 662 keV;
- ^{60}Co major emission 1 173 keV and 1 333 keV.

7.4.4.2 Requirements

The manufacturer shall specify for the detectors used to monitor the body, hands and feet, the ratio of the response of the named nuclides used in the test to the response of the reference nuclide. One set of results is obtainable from using the method of tests described in 7.1.

7.4.4.3 Method of test

a) Body

For this test, the phantom used in test 7.1.2.2.2 b) shall be used as specified in that test. A small area source of the nuclide of interest shall be moved in the vertical plane every 5 cm and right around the phantom every 20°. A source having a radioactive area of interest shall be moved in the vertical plane every 10 cm and right around the phantom every 20°. The response of each monitoring channel shall be plotted on a single graph as illustrated in Figure 2 b).

The effective instrument efficiency around the phantom shall be calculated for each nuclide of interest and compared to that of the reference source (see 7.3.2).

b) Hands

This may be undertaken either by the use of area sources of uniform activity or small area sources. Where area sources are used, they shall be 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm. The source shall be placed directly on the protection grid. The ratio of the response to that of the reference source can be measured directly. The source shall be placed at the centre of the detector.

The effect of background noise shall be subtracted from each calculation of response. The average of the responses shall be calculated and these shall be taken as the response using the area sources.

c) Feet

The requirement shall be met in the same way as for hands above, except where area sources are used, these shall be 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm. The source shall be placed directly on the protection grid.

d) Frisker

This may be undertaken either by the use of area sources of uniform activity or small area sources. Where area sources are used, they shall be 15 cm × 10 cm or 10 cm × 10 cm. The source shall be placed directly on the protection grid. The ratio of the response to that of the reference source can be measured directly. The source shall be placed at the centre of the detector.

The effect of background noise shall be subtracted from each calculation of response. The average of the responses shall be calculated and these shall be taken as the response using the area sources.

7.5 Response to other ionising radiations

7.5.1 General

Assemblies shall be designed so as to limit as far as possible the influence of other ionizing radiations.

All influence quantities dealt with in 7.5 are regarded as of type F.

7.5.2 Gamma radiation

7.5.2.1 Requirements for alpha contamination monitors or warning assemblies

When the detector is subjected to an air kerma rate of 10 $\mu\text{Gy/h}$ by ^{137}Cs , there shall be no measurable effect on the measurement or set alarm level. The effective centre of the source shall be at least 3 m from the monitor under test.

7.5.2.2 Requirements for beta contamination monitors or warning assemblies

The effects of gamma radiation shall be determined by exposure of the monitor to the gamma radiation due to ^{137}Cs . The effective centre of this source of radiation shall be at least 3 m from the monitor under test. The dose rate and the limits of indication shall be specified by the manufacturer. The monitor shall be operated as defined by the manufacturer.

7.5.3 Alpha radiation (for beta and gamma contamination monitoring assemblies)

7.5.3.1 Requirements

Since in general, the hazard of alpha emitters is very much higher than that due to beta or gamma emitters, there is no specific requirement. The response of the monitor to the reference alpha radiation shall be stated by the manufacturer if the detector has an equivalent window thickness of less than 6 mg/cm^2 .

For simultaneous alpha/beta and/or gamma contamination monitoring assemblies with separate indication of alpha, beta gamma contamination, the response of the beta channel to alpha radiation shall be less than that of the alpha channel.

7.5.3.2 Method of test

Insert the hand or foot alpha radiation reference source in the monitor and using a scaler or similar monitor determine the ratio of the response in terms of count rate per unit surface emission rate of the alpha source to the similar response to the beta reference source.

7.5.4 Beta or gamma radiation (for alpha contamination monitoring assemblies)

7.5.4.1 Requirements

The response of alpha contamination monitors to $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ radiation or reference gamma radiation shall be stated (see 6.4).

For both alpha and simultaneous alpha/beta, alpha/gamma or alpha/beta/gamma contamination monitor, the response of the alpha channel to beta or gamma radiation shall be less than 1 % of that due to alpha in this channel.

7.5.4.2 Method of test

Add the foot or hand beta radiation reference source in the monitor and using a scaler or similar monitor determine the ratio of the response in terms of count rate per unit surface emission rate of the beta source to the similar response to the alpha reference source.

7.6 Linearity of indication

7.6.1 Requirements

In the case of monitoring assemblies where the indication of the level of contamination detected is given in any form (Bq, Bq/cm^2 , derived working levels, etc.), the manufacturer shall undertake tests to verify that the response is linear to better than 20 % over the range specified by the manufacturer.

7.6.2 Method of test

7.6.2.1 General

The method of test for linearity of indication shall be by agreement between the manufacturer and purchaser.

7.6.2.2 Method of using sources

The response shall be measured at three points or more within the effective range. Further, at least one point among those points shall be measured with the source.

7.6.2.3 Method of equivalent electrical test

In the event that the full measurement range required for the above tests cannot be provided by the sources of radiation available, it is permissible to employ an equivalent electrical test in order to determine the relative error at the contamination level that cannot be provided by the sources of radiation.

The electrical signal shall have a form which simulates as closely as necessary the form of signal delivered by the detector and shall be injected at a point that will test the entire monitor apart from the detector itself or the photomultiplier in the case of a scintillator detector.

7.7 Alarm threshold

7.7.1 General

The manufacturer shall check that the alarm threshold of each monitoring channel is correct by the use of sources or injection of a suitable train of pulses.

7.7.2 Requirements

Each monitoring channel activates visual and audible alarm when the output signal from a detector exceeds the predetermined alarm threshold.

7.7.3 Method of test

Alarm verification test is performed by providing the detector with counts above the alarm threshold, which are caused by the exposure to beta radiation (alpha or gamma radiation for alpha or gamma detector, respectively) or by the injection of pulse from pulse generator. This test is carried out for all monitoring channels.

8 Overload protection

8.1 Requirements

For radiation intensities greater than that corresponding to full scale on any indicating device or greater than the alarm set point, the monitor shall indicate a level higher than the maximum indication and the alarm shall always operate.

8.2 Method of test

Compliance with this requirement shall be confirmed by placing a source of 10^6 Bq of ^{137}Cs for gamma detecting monitor and 10^5 Bq of ^{90}Sr in equilibrium with its daughter on the normally fitted protection to the sensitive area of the detector for beta detecting monitor, and 10^4 Bq of ^{241}Am on the normally fitted protection of the sensitive area of the detector for alpha detecting monitor. The contamination alarm shall operate and indication shall be given that the particular detector exposed to the source of radiation is providing the alarm information.

9 Availability

9.1 Warm-up time

Assemblies using a special gas supply would require this gas supply to be connected for a long period of time (several hours) after installation before they are operational. As a consequence of this, the gas supply should not be switched off and so a test of warm-up time is unnecessary. The manufacturer shall advise the purchaser of the minimum time between connection of the gas supply and operation, which shall be longer than the time required for the connection of the electrical supply. Where assemblies do not use a special gas supply, the monitor shall be operational within 30 min of the connection of the electrical supply.

9.2 Power failure

In the event of a failure of the electrical power supply of less than 1 h, the monitor shall be operational within 5 min of the restoration of the supply without any intervention apart from resetting any alarm condition. A return of the monitor to the operational condition shall be indicated.

10 Environmental requirements

10.1 General

The monitor shall comply with IEC 62706 concerning ambient temperature and relative humidity requirements for installed type (weather protected controlled environment) or portable type monitors.

The influence quantities of the ambient temperature is considered to be of both types F and S, and the influence quantities of the relative humidity and atmospheric pressure are considered to be of type F.

Since the monitor to which this document applies include warning assemblies and are larger than the majority of environmental test chambers, compliance with the requirements may be met by the testing of parts of the monitor.

10.2 Ambient temperature

10.2.1 Requirements

The change of performance of the monitor shall be less than 30 % of nominal performance under standard test conditions for a change of temperature from +5 °C to +40 °C.

10.2.2 Method of test

Perform the functionality pre-test described in 6.2.2.

This test includes the detector, associated amplifiers, discriminators and pulse shaping circuits which together produce regular shaped pulses the frequency of which is dependent on the radiation being measured. Where gas flow counters are used, precaution should be taken to ensure that the gas used is at the test temperature.

The detectors shall be subjected to beta radiation from the reference radiation such that the pulse rate from the detectors lies between 100 and 1 000 per second under standard test conditions. The count rate shall be noted over a period of 100 s. The temperature shall be increased to +40 °C at 10 °C per hour and the count rate again taken after 4 h with the monitor at this temperature. The temperature shall then be reduced to +5 °C at 10 °C per hour the count rate again taken after 4 h at this temperature. The monitor shall be operational for at least 30 min before each count rate is measured. The count rate shall be noted and shall not differ from that under standard test conditions by more than 30 %.

Where identical detector channels are used, it is only necessary to test one channel, but detectors shall be identical in shape and size, for example it is necessary to check both hand and foot channels, even though the difference is only the sensitive area of the detector.

Following the temperature equilibrium time, at the low and high temperature extremes perform the functionality post-test as described in 6.2.3.

10.3 Relative humidity

10.3.1 Requirements

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

The change of performance of the monitor shall be less than 10 % of the performance under standard test conditions but with the temperature held at 35 °C where the relative humidity is changed from 40 % to 93 %.

10.3.2 Method of test

Perform the functionality pre-test described in 6.2.2.

This will be similar to that for temperature variation in that sub-components may be tested individually but keeping the relative humidity at the limit values for 24 h.

Following the temperature equilibrium time, at the low and high temperature extremes perform the functionality post-test as described in 6.2.3.

10.4 Atmospheric pressure

Most assemblies are not affected by normal changes of atmospheric pressure, so there is no test for this effect. Where assemblies use open-air detectors, the test of the effect of atmospheric pressure shall be by agreement between the manufacturer and purchaser.

11 Mechanical requirements

11.1 General

The monitor shall comply with IEC 62706 concerning the mechanical shock requirements for non-installed monitors.

Monitors may consist of multiple components that form a system. A monitor may include a detection assembly and a control assembly. Individual components may be exposed to different environments. Selection of mechanical requirements shall consider the expected conditions in which each component will be used. The influence quantities of the vibration and the mechanical shock are considered to be type S.

11.2 Vibration test

11.2.1 Requirements

These requirements apply to transportable type monitors.

The monitor shall withstand the random vibration environment at spectral density of $0,01 \text{ g}^2 \cdot \text{Hz}^{-1}$ using 5 Hz and 500 Hz for the endpoints. The physical state and functionality of the monitor shall not be affected by vibration (e.g., solder joints shall hold, nuts and bolts shall not come loose).

11.2.2 Method of test

Perform the functionality pre-test described in 6.2.2.

Subject the monitor to a random vibration at $0,01 \text{ g}^2 \cdot \text{Hz}^{-1}$ (spectral density) using 5 Hz and 500 Hz for the frequency endpoints for a period of 1 h in each of three orthogonal orientations at the normal operational position. After each 1 h vibration interval, perform the functionality post-test as described in 6.2.3. After the test, inspect the monitor for mechanical damage and loose components.

11.3 Mechanical shock

11.3.1 Requirements

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

Applicable only to transportable type monitors. The indication of the monitor with a source shall not vary by more than $\pm 10 \%$, and without a source shall not vary by more than $0,7 A_0$.

11.3.2 Method of test

Perform the functionality pre-test described in 6.2.2.

With the monitor under test functioning normally, subject it to 10 pulses of peak acceleration of 50 g (half-sine-wave pulse), each applied for a nominal time interval of 11 ms in three orthogonal directions while observing the monitor response. After each set of 10 shocks per side, verify the functionality of the device.

Perform the functionality post-test as described in 6.2.3.

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

12 Power and electromagnetic compatibility

12.1 Voltage and frequency

If monitors are designed to operate from AC power supplies, this shall be from single phase AC supply voltage in one of the following categories:

- series I: 230 V; and
- series II: 100 V to 120 V and/or 240 V.

In some countries, nominal single-phase power is 117 V and/or 234 V, 60 Hz; nominal single-phase power of 110 V, 50 Hz is an alternative supply in other countries.

By agreement between manufacturer and purchaser, the monitor may be provided with the possibility of operating from a low voltage standby supply in the case of a power failure. In such cases, it would be desirable for the monitor not to malfunction or trigger an alarm as a result of the supply changeover.

12.2 Electromagnetic compatibility

12.2.1 General

Based on IEC 62706 and the IEC 61000 series. The influence quantities of the electromagnetic compatibility are considered to be type S.

Since the monitor to which this document applies is larger than the majority of environmental test chambers, compliance with the requirements may be met by the testing of parts of the monitor.

12.2.2 Electrostatic discharge

12.2.2.1 Requirements

Based on IEC 62706 and IEC 61000-4-2. The monitor shall function properly during and after exposure to electrostatic discharge at 6 kV (contact discharge for conductive surfaces) or 8 kV (air discharge for non-conductive or insulating surfaces).

The value at the display or data output of the monitor shall not exceed $0,7 A_0$.

12.2.2.2 Method of test

Perform the functionality pre-test described in 6.2.2.

Testing shall be performed in accordance with the requirements in IEC 61000-4-2. For line-powered (e.g., installed) systems, follow the table top or floor-standing set up requirements stated in the reference standard. Perform the contact discharge technique (non- insulated) or air discharge (insulated) based on the discharge point. Each discharge point shall be selected based on user accessibility during normal use. There shall be ten discharges per discharge point per polarity (positive and negative) with a minimum of 1 s recovery time between each discharge.

Perform the functionality post-test as described in 6.2.3 as follows: the indication check during the disturbances.

12.2.3 Radio-frequency (RF) Immunity

12.2.3.1 Requirements

Based on IEC 62706 and IEC 61000-4-3. The monitor should not be affected when exposed to radiofrequency fields in the ranges of 80 MHz to 1 000 MHz and 1,4 GHz to 6 GHz at 10 V m^{-1} using 80 % amplitude modulation with a 1 kHz sine wave.

The requirements related to radiofrequency shall be by agreement between the manufacturer and purchaser.

The value at the display or data output of the monitor shall not exceed $0,7 A_0$.

12.2.3.2 Method of test

Testing shall be performed in accordance with the requirements in IEC 61000-4-3. Place the monitor in a controlled radiofrequency environment (e.g., anechoic chamber). With the monitor functioning normally, expose it to a radiofrequency field as required. The test should be performed using an automated stepwise sweep at a frequency change rate of not greater than 1 % of the fundamental (previous) frequency. Dwell time should be chosen based on the monitor's response time, but should not be less than 3 s.

12.2.4 Radiated emissions

12.2.4.1 Requirements

Based on IEC 62706. The electromagnetic fields emitted by a monitor at 3 m should be less than what is shown in Table 2.

Table 2 – Emission frequency range

MHz	Field strength (peak) μV/m
30 to 88	100
88 to 216	150
216 to 960	200
> 960	500

12.2.4.2 Method of test

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

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

With the monitor off, collect a background spectrum using a scanning bandwidth of 50 kHz. Switch the instrument on and perform an RF scan for each operating mode as applicable to the monitor type. The monitor shall be rotated to ensure all sides are measured for emissions.

Radio frequency emissions shall be below the values stated in Table 2.

12.2.5 AC line powered monitor requirements

12.2.5.1 Requirements

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

12.2.5.2 Method of test

Perform the functionality pre-test described in 6.2.2.

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

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

Perform the functionality post-test as described in 6.2.3 as follows: the indication check during the disturbances.

12.2.6 Immunity from conducted RF

12.2.6.1 Requirements

Based on IEC 62706 and IEC 61000-4-6. The monitor should not be affected by RF fields that can be conducted onto the instrument through an external conducting cable.

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

The value at the display or data output of the monitor shall not exceed $0,7 A_0$.

12.2.6.2 Method of test

Perform the functionality pre-test described in 6.2.2.

Testing shall be performed in accordance with the requirements in IEC 61000-4-6. Inject an RF signal into the power line over the frequency range of 150 kHz to 80 MHz at an intensity of 140 dB (μ V) 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sine wave. The test should be performed using an automated sweep at a frequency change rate not greater than 1 % of the fundamental (previous) frequency. Dwell time should be chosen based on the monitor's response time, but should not be less than 3 s. Repeat the test with sources present.

Perform the functionality post-test as described in 6.2.3 as follows: the indication check during the disturbances.

12.2.7 Surges and ring waves

12.2.7.1 Requirements

Based on IEC 62706, IEC 61000-4-5 and IEC 61000-4-12.

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

The value at the display or data output of the monitor shall not exceed $0,7 A_0$.

12.2.7.2 Method of test

Perform the functionality pre-test described in 6.2.2.

Testing shall be performed in accordance with the requirements in IEC 61000-4-5 and IEC 61000-4-12. Apply 10 combination wave pulses to the monitor's power cable. The minimum time between each pulse shall be 1 min. Each pulse shall consist of a combination wave (1,2/50 μ s and 8/20 μ s) at an intensity of 2 kV. Repeat the procedure for each power cable, if more than one cable exists. Repeat the test using 2 kV ring wave pulses. Repeat the entire process with radioactive sources present.

The requirement is met if the monitor functions as specified by the monitor-specific standard during and after the test. The monitor shall function correctly as required by the monitor-specific standard throughout the vibration exposure and after the test.

Perform the functionality post-test as described in 6.2.3 as follows: the indication check during the disturbances.

12.2.8 Magnetic fields

12.2.8.1 Requirements

Based on IEC 62706 and IEC 61000-4-8.

This test is applied only to transportable type monitors. In case the magnetic field is assumed, apply this test under the agreement between manufacturer and purchaser. Radiation monitor shall be fully functional when exposed to a 100 A/m (1,3 gauss) 50 Hz or 60 Hz magnetic field. The indication of the magnitude of the radiation field as well as any spectral response, when applicable, shall not change while being exposed to either magnetic field.

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

The value at the display or data output of the monitor shall not exceed $0,7 \cdot I_0$.

12.2.8.2 Method of test

Perform the functionality pre-test described in 6.2.2.

Testing shall be performed in accordance with the requirements in IEC 61000-4-8. Exposure to the magnetic field shall be completed in two orientations (0° and 90°) relative to the magnetic field lines.

The monitor shall first be exposed to a 100 A/m (1,3 gauss) 50 Hz or 60 Hz AC magnetic field without any radiation sources present and check the indication during the disturbances.

Repeat the magnetic field test with radioactive sources present as applicable for the monitor type and check the indication during the disturbances.

Perform the functionality post-test as described in 6.2.3.

Tests related to this effect shall be by agreement between the purchaser and manufacturer.

13 Storage

All monitors designed for use in temperate regions shall be composed with the selected parts and/or components which are designed to operate within the specifications of this document following storage for three months in the manufacturer's packing at any temperature between – 25 °C and +50 °C.

14 Documentation

14.1 Certificate

A certificate shall accompany each monitor, giving at least the following information:

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type of monitor and serial number;
- type of detectors used;
- for hand monitors, range of indication;
- for foot monitors, range of indication;

- detection limit (DL) for body, clothed or not (if applicable);
- detection limit (DL) for hands (if applicable);
- detection limit (DL) for feet (if applicable);
- range of alarm settings for the body, clothed or not (if applicable);
- range of alarm settings for the hands (if applicable);
- range of alarm settings for the feet (if applicable);
- total sensitive area of detectors for clothing monitoring (if applicable);
- total sensitive area of detectors for hand monitoring (if applicable);
- total sensitive area of detectors for foot monitoring (if applicable);
- effective mass per unit area of the protective windows on each type of detector;
- body size limits for which the monitor is designed;
- the variations of the response with source position unless it is within the requirements of the specification;
- response as a function of beta radiation energy for beta detectors;
- the method and limitation of background compensation;
- gas type and minimum flow rate, where applicable;
- size and shape of sources used in the type tests;
- a statement that the monitor has been tested in accordance with this document and meets the requirements specified therein; and
- a statement from the manufacture that the tests do not determine the performance of the monitor for some areas of the body, for example parts shielded from the detector by other parts of the body. The manufacturer shall state precautions made to minimize such areas and where applicable indicate performance for these areas.

14.2 Operation and maintenance manual

Each monitor shall be supplied with operating instructions, maintenance and technical documentation, including the following information:

- schematic electrical diagrams, including spare parts list; and
- operational details, maintenance and calibration procedures;

14.3 Operational instructions

Instructions for personnel monitoring themselves in the monitor. These can either be verbal or written.

14.4 Type test report

At request the manufacturer shall provide a report covering the type tests performed in accordance with the requirements of this document.

Table 3 – Reference and standard test conditions

Influence quantities	Reference conditions (unless otherwise indicated by manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by manufacturer)
Warm-up time (gas purging)	See Clause 9	See Clause 9
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C
Relative humidity	65 %	55 % to 75 %
Atmospheric pressure	101,3 kPa	86 kPa to 106 kPa ^a
Power supply voltage	Nominal supply voltage U_N	Nominal power supply $U_N \pm 1 \%$
Power supply frequency	Nominal frequency	Nominal frequency $\pm 2 \%$
Power supply waveform	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion lower than 5 %
Ambient gamma radiation at the level of the detector	Air kerma rate of $0,1 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$	Less than an air kerma rate of $0,25 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that caused interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the induction due to the earth's magnetic field
Setting of the assembly control	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Contamination by radioactive elements	Negligible	Less than the lowest value that can be detected by the assembly
NOTE The standard test conditions represent the permitted tolerances on the reference conditions.		
^a Where due to geographical location it is not possible to meet this requirement, the manufacturer shall clearly identify that tests have not been carried out at this pressure and shall specify the range of pressure existing at the time of routine and type testing of any monitor.		

Table 4 – Tests performed under standard test conditions

Influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication	Relevant Subclause
Variation of response with source position:			
Alpha			
Body or clothing		To be specified by the manufacturer	7.1.2.2.1
Hands		Less than a factor two	7.1.3
Feet		Less than a factor two	7.1.4
Frisker		Less than a factor two	7.1.5
Beta			
Body or clothing vertical plane	Every 2 cm / 10 cm	To be specified by the manufacturer	7.1.2.2.2 a)
Body or clothing horizontal plane	Every 10° around the torso		7.1.2.2.2 b)
Hands	Over area of hand	Less than a factor two	7.1.3
Feet	Over area of foot	Less than a factor two	7.1.4
Frisker	Over area of foot	Less than a factor two	7.1.5

Influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication	Relevant Subclause
Gamma			
Body or clothing vertical plane	Every 5 cm / 10 cm	To be specified by the manufacturer	7.1.2.2.3 a)
Body or clothing horizontal plane	Every 20° around the torso		7.1.2.2.3 a)
Hands	Over area of hand	Less than a factor two	7.1.3
Feet	Over area of foot	Less than a factor two	7.1.4
Frisker	Over area of foot	Less than a factor two	7.1.5
Limit of detection:		At specified background	
Body or clothing			
– beta		200 s ⁻¹ (NOTE 1)	7.3.2
– gamma		2 000 s ⁻¹	7.3.2
Hands			
– alpha		10 s ⁻¹ (NOTE 2)	7.3.4 a)
– beta		100 s ⁻¹ (NOTE 3)	7.3.4 b)
– gamma		2 000 s ⁻¹	7.3.4 c)
Feet			
– alpha		20 s ⁻¹ (NOTE 4)	7.3.5 a)
– beta		200 s ⁻¹ (NOTE 1)	7.3.5 b)
– gamma		2 000 s ⁻¹	7.3.5 c)
Frisker			
– alpha			7.3.6 a)
– beta			7.3.6 b)
– gamma			7.3.6 c)
Variation with energy			
Beta energy:	150 keV upwards	To be specified by the manufacturer	
– body or clothing			7.4.2.2 a)
– hands			7.4.2.2 b)
– feet			7.4.2.2 c)
– frisker			7.4.2.2 d)
Alpha energy:	Uranium		7.4.3
Gamma energy:	50 (10) keV upwards		
– body or clothing			7.4.4.3 a)
– hands			7.4.4.3 b)
– feet			7.4.4.3 c)
– frisker			7.4.4.3 d)
Overload	> 10 ⁶ Bq of ¹³⁷ Cs	Alarm of full scale	8
	> 10 ⁵ Bq of ⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y		
	> 10 ⁴ Bq of ²⁴¹ Am		

NOTE 1 Although nominally this is equivalent to 400 Bq, the user should make reference to ISO 7503-1 for corrections to allow for self-absorption on clothing or other surfaces actually to be measured.

NOTE 2 Nominally 20 Bq, but see note 1.

NOTE 3 Nominally 200 Bq, but see note 1.

NOTE 4 Nominally 40 Bq, but see note 1.

Table 5 – Tests performed with variation of influence quantities

Influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication	Relevant subclause
Response to other ionising radiations			
Gamma radiation			
Alpha assemblies	10 $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$	No effect	7.5.2.1
Beta assemblies	Specified by the manufacturer	As specified by the manufacturer	7.5.2.2
Alpha radiation			
Beta and gamma assemblies	Specified by the manufacturer	As specified by the manufacturer	7.5.3
Beta and gamma radiation			
Alpha assemblies	Specified by the manufacturer	1 % of the equivalent response	7.5.4
Warm-up time		30 min	9.1
Power failure	1 h	5 min	9.2
Ambient Temperature	+5 °C to +40 °C ^a	±30 %	10.2
Relative humidity	40 % to 85 % at 35 °C	±10 %	10.3
Mechanical requirements			11
Electromagnetic compatibility			12.2
^a For monitor intended for temperate conditions. In hotter or colder conditions, other limits can be specified. These shall be by agreement between the manufacturer and purchaser.			

Table 6 – Test and sources

No.	Test items		Hand detector	Foot detector	Body detector – Vertical	Body detector – Horizontal	Frisker
			Relevant subclause	Relevant subclause	Relevant subclause	Relevant subclause	Relevant subclause
1	Variation of response with source position	Alpha	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area
			7.1.3	7.1.4	N/A	N/A	7.1.5
		Beta	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area
			7.1.3	7.1.4	7.1.2.2.2 a)	7.1.2.2.2 b)	7.1.5
		Gamma	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area
7.1.3	7.1.4		7.1.2.2.3 a)	7.1.2.2.3 a)	7.1.5		
2	Effective instrument efficiency	Alpha	N/A	N/A	Small / Area	Small / Area	N/A
			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		Beta	N/A	N/A	Small / Area	Small / Area	N/A
			N/A	N/A	7.3.2, 7.3.3	7.3.2, 7.3.3	N/A
		Gamma	N/A	N/A	Small / Area	Small / Area	N/A
N/A	N/A		7.3.2, 7.3.3	7.3.2, 7.3.3	N/A		
3	Effective instrument efficiency at the specific operating point	Alpha	N/A	N/A	Area source	Area source	N/A
			N/A	N/A	7.3.3	7.3.3	N/A
		Beta	N/A	N/A	Area source	Area source	N/A
			N/A	N/A	7.3.3	7.3.3	N/A
		Gamma	N/A	N/A	Area source	Area source	N/A
N/A	N/A		7.3.3	7.3.3	N/A		
4	Detection limit (DL)	Alpha	Area source	Area source	Small / Area		Small / Area
			7.3.4 a)	7.3.5 a)	N/A		7.3.6 a)
		Beta	Area source	Area source	Small / Area		Small / Area
			7.3.4 b)	7.3.5 b)	7.3.2		7.3.6 b)
		Gamma	Area source	Area source	Small /Area		Small / Area
7.3.4 c)	7.3.5 c)		7.3.2		7.3.6 c)		
5	Variation of response with energy	Alpha	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area
			7.4.3	7.4.3	N/A	N/A	7.4.3
		Beta	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area
			7.4.2.2 b)	7.4.2.2 c)	7.4.2.2 a)	7.4.2.2 a)	7.4.2.2 d)
		Gamma	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area	Small / Area
			7.4.4.3 b)	7.4.4.3 c)	7.4.4.3 a)	7.4.4.3 a)	7.4.4.3 d)
6	Response to other ionising radiations	Alpha	The sources are not specified				
			7.5.3				
		Beta	The sources are not specified				
			7.5.4				
		Gamma	The sources are not specified				
			7.5.2, 7.5.4				

Small / Area: Small area source or Area source.

N/A: Not applicable.

Annex A (informative)

Explanation of the derivation of detection limit formula

A.1 General

The net count rate of the detector r_n (s^{-1}) is generally calculated with the following formula:

$$r_n = r_g - r_0 \quad (A.1)$$

where,

r_g is estimate of the gross count rate (s^{-1}), and

r_0 is estimate of the background count rate (s). The background is affected by the size of the person under monitoring.

The uncertainty of net count rate $u(r_n)$ (s^{-1}) is given by the formula:

$$u^2(r_n) = \left(\frac{dr_n}{dr_g} \right)^2 u^2(r_g) + \left(\frac{dr_n}{dr_0} \right)^2 u^2(r_0) = u^2(r_g) + u^2(r_0) \quad (A.2)$$

$$u(r_n) = \sqrt{u^2(r_g) + u^2(r_0)} = \sqrt{\frac{r_g}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} = \sqrt{\frac{r_n + r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} \quad (A.3)$$

where,

$u(r_g)$ is the uncertainty of gross count rate (s^{-1}),

$u(r_0)$ is the uncertainty of background count rate (s^{-1}),

t_g is the measurement duration of the measurement of the gross effect (s), and

t_0 is the measurement duration of the measurement of the background effect (s).

r_n in Formula (A.3) is replaced by the true value of net count rate $\tilde{r}_n$, and the uncertainty of the true value of net count rate $\tilde{u}(\tilde{r}_n)$ is calculated with the following formula:

$$\tilde{u}(\tilde{r}_n) = \sqrt{\frac{\tilde{r}_n + r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} \quad (A.4)$$

When $\tilde{r}_n = 0$ is substituted, the uncertainty $\tilde{u}(0)$ whose true value equals zero is given by the formula:

$$\tilde{u}(0) = \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} \quad (\text{A.5})$$

and according to Formula (1), the decision threshold of net count rate, $y^\#$ (s^{-1}), is given as follows:

$$y^* = k_{1-\alpha} \tilde{u}(0) = 1,65 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} \quad (\text{A.6})$$

where,

$k_{1-\alpha}$ is the quantile of the standardized normal distribution for the probability $1-\alpha$.

According to Formula (2), the detection limit (DL) of net count rate, $y^\#$ (s^{-1}), is given as follows:

$$y^\# = y^* + k_{1-\beta} \tilde{u}(y^\#) = k_{1-\alpha} \tilde{u}(0) + k_{1-\beta} \tilde{u}(y^\#) = 1,65 \tilde{u}(0) + 1,65 \tilde{u}(y^\#) \quad (\text{A.7})$$

where,

$\tilde{u}(y^\#)$ is the uncertainty when the true value of net count rate equals $y^\#$,

$k_{1-\beta}$ is the quantile of the standardized normal distribution for the probabilities $1-\beta$.

When $\tilde{r}_n = y^\#$ in Formula (A.4):

$$\tilde{u}(y^\#) = \sqrt{\frac{y^\# + r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} \quad (\text{A.8})$$

According to Formula (A.7) and Formula (A.8):

$$y^\# = 1,65 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + 1,65 \sqrt{\frac{y^\# + r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} \quad (\text{A.9})$$

Arranging Formula (A.9) for $y^\#$,

$$y^{\#} = 2 \times 1,65 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + \frac{1,65^2}{t_g} = 3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + \frac{2,72}{t_g} \quad (\text{A.10})$$

When the effective instrument efficiency of detector is E_{ff} , the detection limit (DL) of the surface emission rate, S_{DL} (s^{-1}) is calculated with Formula (A.11) (7.3.1, Formula (3)):

$$S_{DL} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \quad (\text{A.12})$$

NOTE In the ISO 11929 series, the detection limit is calculated using the uncertainty of net count rate and of conversion coefficients (which is the uncertainty of the instrument efficiency in this document). Under the controlled measuring condition in type test, the increase of detection limit due to the uncertainty of instrument efficiency is negligible small change, and only the uncertainty of net count rate is taken into account in this document.

The detection limit $y^{\#}$ with the uncertainty of instrument efficiency is given by (see the ISO 11929 series):

$$y^{\#} = \frac{2kw \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + \frac{k^2 w}{t_g}}{1 - k^2 u_{rel}^2(w)} \quad (\text{A.13})$$

With $y^{\#} = S_{DL}$, $w = 1/E_{ff}$, $k = 1,65$ and $u_{rel}(w) = u_{rel}(1/E_{ff}) = u_{rel}(E_{ff})$.

$$S_{DL} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \times \frac{1}{1 - 2,72 u_{rel}^2(E_{ff})} \quad (\text{A.14})$$

The uncertainty of the instrument efficiency $u_{rel}(E_{ff})$ is the combined uncertainty due to uncertainties such as:

- the uncertainty of the distance between the detector and the source,
- the uncertainty of the statistics in counting measurement when calibrating the efficiency,
- the uncertainty of the surface emission rate.

Under the controlled measuring condition in type test (setting of adequate distance and sufficient accuracy of statistics), a) and b) are negligible, then c) is the main factor and the relative uncertainty is considered to be around 5 %.

When the relative uncertainty of the instrument efficiency is assumed to be 5 % ($u_{rel}(E_{ff}) = 0,05$), the increase of the detection limit due to the relative uncertainty of the

instrument efficiency is about 0,7 % ($\frac{1}{1 - 2,72 \times 0,05^2} = 1,007$), and it is small enough to be negligible.

Note that in this clause and the following Clause A.2, there is a case where these uncertainties should be taken into account to evaluate the detection limit, when measuring conditions, such as uncertainties of a), b) and c), are not controlled sufficiently, especially when measurements are performed other than the measurement in type test specified in this document.

A.2 In a case of taking into account a change in the background value between the background measurement and the contamination measurement

It is assumed that a change in the background value between the background measurement and the contamination measurement is produced. The variation of the background count rate is expressed as background count rate r_0 multiplied by variable n , and the net count rate r_n is as follows:

$$r_n = r_g - r_0 + nr_0 = r_g - (1 - n)r_0 \quad (\text{A.15})$$

Introducing variable $m = (1 - n)$ to simplify:

$$r_n = r_g - mr_0 \quad (\text{A.16})$$

The uncertainty of the net count rate $u(r_n)$ is given by the formula:

$$\begin{aligned} u^2(r_n) &= \left(\frac{dr_n}{dr_g} \right)^2 u^2(r_g) + \left(\frac{dr_n}{dr_0} \right)^2 u^2(r_0) + \left(\frac{dr_n}{dm} \right)^2 u^2(m) \\ &= u^2(r_g) + m^2 u^2(r_0) + r_0^2 u^2(m) \end{aligned} \quad (\text{A.17})$$

where

$u(m)$ is the uncertainty of variable m (s^{-1}).

According to Formula (A.17):

$$\begin{aligned} u(r_n) &= \sqrt{u^2(r_g) + m^2 u^2(r_0) + r_0^2 u^2(m)} \\ &= \sqrt{\frac{r_g}{t_g} + \frac{m^2 r_0}{t_0} + r_0^2 u^2(m)} = \sqrt{\frac{r_n + mr_0}{t_g} + \frac{m^2 r_0}{t_0} + r_0^2 u^2(m)} \end{aligned} \quad (\text{A.18})$$

In Formula (A.18), assuming that the distribution of variable m is the normal distribution as its centre value $m = 1$ and $u(m) = 0,05$, $u(r_n)$ is given as follows:

$$u(r_n) = \sqrt{\frac{r_n + r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0} + (0,05r_0)^2} \quad (\text{A.19})$$

When r_n is replaced by the true value of net count rate $\tilde{r}_n$, the uncertainty of the true value of net count rate $\tilde{u}(\tilde{r}_n)$ is as follows:

$$\tilde{u}(\tilde{r}_n) = \sqrt{\frac{\tilde{r}_n + r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0} + (0,05r_0)^2} \quad (\text{A.20})$$

In the following, the decision threshold y^* and detection limit $y^\#$ of net count rate are determined in the same way as in Clause A.1:

$$y^* = 1,65 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0} + (0,05r_0)^2} \quad (\text{A.21})$$

$$y^\# = 3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0} + (0,05r_0)^2} + \frac{2,72}{t_g} \quad (\text{A.22})$$

When the effective instrument efficiency of detectors is E_{ff} , the detection limit S_{DL} (s^{-1}) per surface emission rate is calculated with the Formula (A.23) (7.3.1, Formula (4)):

$$S_{DL} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0} + (0,05r_0)^2} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \quad (\text{A.24})$$

NOTE As described in Clause A.1, the increase of detection limit due to the uncertainty of monitor efficiency is small enough to be negligible, and only the uncertainty of net count rate is taken into account in this document.

The detection limit with the uncertainty of instrument efficiency is given by:

$$S_{DL} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0} + (0,05r_0)^2} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \times \frac{1}{1 - 2,72u_{rel}^2(E_{ff})} \quad (\text{A.25})$$

A.3 In a case of achieving background compensation simultaneously

It is assumed that background compensation is achieved by having a number of detectors measuring the ambient background radiation simultaneously with the measurement of the contamination. In this case, estimate of the gross count rate of detector for measurement is r_g , estimate of the background count rate of detector for measurement is r_0 and the count rate of the detector for background is r_b . When variable $m = \frac{r_0}{r_b}$ is introduced and is arranged into $r_0 = mr_b$, the net count rate r_n is as follows:

$$r_n = r_g - r_0 = r_g - mr_b \quad (\text{A.26})$$

The uncertainty of net count rate $u(r_n)$ is, in a similar way to Clause A.2, given by the formula:

$$u(r_n) = \sqrt{\frac{r_n + mr_b}{t_g} + \frac{m^2 r_b}{t_g} + r_b^2 u^2(m)} \quad (\text{A.27})$$

where

$u(m)$ is the uncertainty of variable m (s^{-1}).

In Formula (A.2), a value of $r_b u(m) = r_x$ should be specified by the manufacturer (for example, in a case of $u(m) = 0,05$, $r_x = 0,05 r_b$). In addition, assuming that the centre value of distribution of variable m is $m = 1$ ($r_b = r_0$), $u(r_n)$ is given as follows:

$$u(r_n) = \sqrt{\frac{r_n + 2r_0}{t_g} + r_x^2} \quad (\text{A.28})$$

where,

r_x is the difference of the count rate between detector for contamination measurement and detector for background.

When r_n is replaced by the true value of net count rate $\tilde{r}_n$, the uncertainty of the true value of net count rate $\tilde{u}(\tilde{r}_n)$ is as follows:

$$\tilde{u}(\tilde{r}_n) = \sqrt{\frac{\tilde{r}_n + 2r_0}{t_g} + r_x^2} \quad (\text{A.29})$$

In the following, the decision threshold y^* and detection limit $y^\#$ of net count rate are determined in the same way as Clause A.1 and Clause A.2:

$$y^* = 1,65 \sqrt{\frac{2r_0}{t_g} + r_x^2} \quad (\text{A.30})$$

$$y^\# = 3,3 \sqrt{\frac{2r_0}{t_g} + r_x^2} + \frac{2,72}{t_g} \quad (\text{A.31})$$

When the effective instrument efficiency of detectors is E_{ff} , the detection limit S_{DL} (s^{-1}) per surface emission rate is calculated with Formula A.32 (7.3.1, Formula (5)):

$$S_{\text{DL}} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{2r_0}{t_g} + r_x^2} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{\text{ff}}} \quad (\text{A.33})$$

NOTE As described in Clause A.1, the increase of detection limit due to the uncertainty of instrument efficiency is small enough to be negligible, and only the uncertainty of net count rate is taken into account in this document.

The detection limit with the uncertainty of instrument efficiency is given by:

$$S_{\text{DL}} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{2r_0}{t_g} + r_x^2} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{\text{ff}}} \times \frac{1}{1 - 2,72 u_{\text{rel}}^2(E_{\text{ff}})} \quad (\text{A.34})$$

Annex B (informative)

Phantoms for testing the body effect for gamma contamination body monitors

B.1 General

Depending on the monitor design, a correction of the background attenuation due to human body and/or a correction of the self-shielding effect of the body may be provided.

A set of phantoms can be used to check the effectiveness of a morphologic correction of gamma whole body monitors or the gamma channels of combined gamma beta or gamma beta alpha monitor.

The set of phantoms described below covers a large range of human sizes and weights.

Their design provides realistic radiation attenuation and radiation scattering.

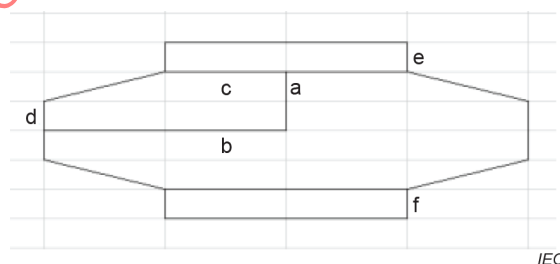
The phantoms are assembled from a minimal number of building blocks easy to manufacture and easy to carry and assemble.

B.2 Phantoms building blocks

The phantoms are made of 3 types of building blocks:

- large slices corresponding the cut of the trunk plus the 2 arms along the trunk;
- small slices corresponding to the cut of joined legs or when set in a perpendicular direction (see picture) the cut of the head; and
- plates to increase the body thickness for the largest sizes.

The slices for trunk, legs and head have the shape of rectangles with cut angles. It is easy to manufacture and approximates reasonably an ellipse, see Figure B.1.



Dimensions in centimetres

	a	b	c	d	thickness
Slices for legs and head	8	10	5	4	10
Slices for body	14	21	14	5	10

Figure B.1 – Size of slices

The plates have a dimension of $60 \times 42 \times 5$ cm.

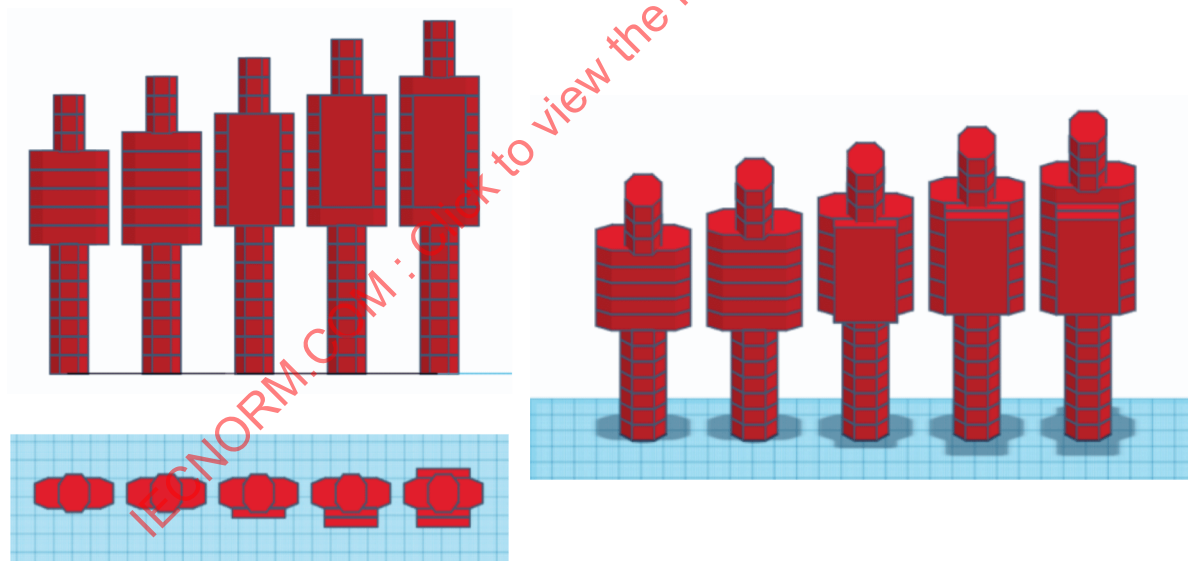
The slices and plates are made of polyethylene (density near $0,96 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$). Holes on the top and the bottom of each plate allow to put on holding dowels.

B.3 Range of phantoms

Using 12 small slices, 9 large slices and 3 plates a set of 5 phantoms can be created covering heights from 150 cm to 200 cm and weights from 55 kg to 103 kg, see Table B.1 and Figure B.2.

Table B.1 – Sizes of the set of phantoms

Size	Number of small slices for the legs	Number of small slices for the head	Number of large slices for the trunk	Number of plates to enlarge the trunk	Total height	Body thickness	Waist length	Weight
					cm	cm	cm	kg
Size 1	7	3	5	0	150	28	106,5	55
Size 2	7	3	6	0	160	28	106,5	61
Size 3	8	3	6	1	170	33	116,5	70
Size 4	8	3	7	2	180	38	126,5	84
Size 5	8	3	8	3	190	43	136,5	103



IEC

Figure B.2 – Assembled phantoms

Annex C (informative)

Characterization of the error due to the background attenuation by the body

C.1 General

This test characterizes the measurement difference due the body attenuation of the background, eventually corrected by a morphologic correction function if such a correction is available.

The measured difference reduced by the correction process, if available, is an additive error that shall be reasonably small compared to the low end of the effective measuring range, the low end of the measuring range being at lowest the detection limit.

It applies to gamma monitors or to the gamma channels of combined Beta-Gamma and Alpha-Beta-Gamma.

The effect is strongly depending of the background level, spectrum and directionality. It is tested for two conditions:

- standard background i.e. low level, natural and close of isotropic; and
- increased background such as encountered in nuclear plants and facilities dealing with significant quantities of radioactive material. Increased background is simulated by the presence of an external source that adds to the standard background.

C.2 Standard background case

C.2.1 Test procedure

If available, the correction of the body attenuation shall be set according to the procedure indicated by the manufacturer under standard background. This may include a learning process of background measurements with and without the phantoms of Annex B.

Series of 10 measurements are made, first without any phantom and then with each of the phantoms of Annex B. Measurements are repeated for a second position of the phantoms if the measurements include 2 positions.

For each measurement, the result for each of the gamma channels is noted.

For each gamma channel, each phantom and each position, the mean result and the standard deviation are calculated. As no source is used, the mean result is the difference from expected zero value.

C.2.2 Result interpretation

Note DEV0 and STD0, the mean deviation and the standard deviation when empty.

Note DEV_{*i*} and STD_{*i*}, the mean deviation and the standard deviation for the phantom size *i* (*i* = 1 to 5).

"standard deviation" is the estimated deviation of the mean value.

- a) There should be no deviation when empty.
Check that $DEV_0 < 2 \times STD_0$
If not, something went wrong and the empty measurement shall be renewed.
- b) There should be no significant increase of the standard deviation with and without phantoms.
Check that $STD_i < 1,5 STD_0$
If not, something went wrong and the measurements shall be renewed.
- c) Check for the largest value among DEV_i .
Check that $DEV_{max} \geq 3 \times STD_0 / \text{square root } (10)$.
If no, no significant deviation can be seen.
If yes, consider DEV_{max} as the maximal error induced by body attenuation.
(It is directly the full error due to background attenuation if there is no morphologic correction or it is a leftover error after compensation if a correction is applied).
Calculate $ATT_ER_NB = DEV_{max} / \text{square root } (3)$ that is the background attenuation error at normal background based on a rectangular distribution.

C.2.3 Acceptance criteria

ATT_ER_NB is an additive error. One shall check that it is lower than 20 % of the low end of the effective measurement range, or if not the low end of the measuring range shall be increased so that the error does not exceed 20 %.

C.2.4 Important note

The method above is applicable if the results are linearly related to the count rate and if negative net results are shown or at least can be accessed (for example in data files).

If not, the method has to be modified by introducing a small shift towards positives values, using a small Co-60 source in the range of the limit of the detection typically 500 Bq to 2 000 Bq.

The source positions shall be defined so that the source is not attenuated by the phantoms for the gamma channel considered. For example, on the grid at the chest level for the front gamma channels or for a total channel, or between the foot detector and phantoms for the gamma foot detector.

For each case, 10 measurements shall be taken with the source in place without any phantom and 10 measurements with the source unmoved and each phantom.

The differences are calculated by the difference between the mean measurements without and with phantoms.

C.3 Increased background case

C.3.1 General

When gamma monitors are used in background higher than the standard conditions, the error due the body attenuation of the background is significant. For increased background level, it is generally the limiting factor of practical use of gamma monitor (or gamma channels of Beta-Gamma monitors or Alpha-Beta-Gamma monitors).

Higher than standard background is usually directional, so it is important to know the directional sensitivity of the monitor to background.

C.3.2 Polar response characterization

The manufacturer shall characterize the polar response of the gamma channels from the monitor in a radiative field produced with a source without somebody inside the monitor.

A ^{137}Cs source shall be placed, at least 3 m away from the monitor centre at half height of the monitor and deliver a dose rate of 300 nGy/h ($\pm 20\%$) at the centre monitor location.

Other source type (^{60}Co) or higher dose rate may be agreed between customer and manufacturer.

The channel responses are measured in the horizontal plane by steps of 30° and $\pm 15^\circ$ around the reference direction in the central axis of the monitor.

The reference direction is defined as being in the entry and exit axis of the monitor.

The manufacturer will provide for each angle step of incidence of the ambient gamma photon the sensitivity in $\text{c}\cdot\text{s}^{-1}/\text{nSv}\cdot\text{h}^{-1}$ of the monitor.

The results can be represented on a graph by plotting the ratio of the sensitivity for a given angle with the sensitivity for the reference direction. The manufacturer will indicate the worst case, i.e. the angle with the largest sensitivity.

C.3.3 Test procedure of body attenuation effect

If available, the correction of the body attenuation shall be set under the increased background conditions for the worst angle.

The same test procedure than under standard background is applied, but with increased background conditions for the worst angle.

C.3.4 Result interpretation and acceptance criteria

The same calculations have to be done as under standard background.

The attenuation error at high background ATT_ER_HB shall be lower than 20 % of the low end of the effective measurement range at that background level, or if not, the low end of the measuring range shall be increased so that the error does not exceed 20 %.

Annex D (informative)

Characterization of the response to a carried gamma source

D.1 General

This test characterizes the response of the monitor in realistic conditions, i.e. with a person present in the monitor.

It is of special interest for gamma responses because of the attenuation and scattering due to the person presence.

D.2 Test procedure

Series of measurements are made with the reference gamma sources (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{133}Ba , ^{57}Co , ^{129}I) depending on the low energy cut off level defined for the monitor placed on a phantom.

The phantom size 3 of Annex B, middle size (total height 170 cm), is recommended but another one may be defined by agreement between the customer and the manufacturer.

The central axis of this phantom is to be placed where the centre of the user would normally be during the monitoring period.

The measurements will be repeated 10 times and averaged, or the measuring duration will be set to 10 times the normal measuring time to reduce the statistical uncertainty.

The source positions are defined in Figure D.1, Figure D.2 and Figure D.3.

- for the head, 1 position on top and 5 around the head at half height of the head

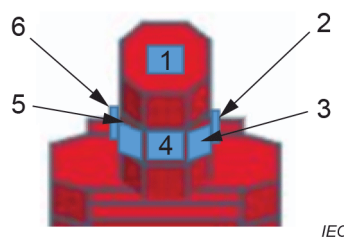
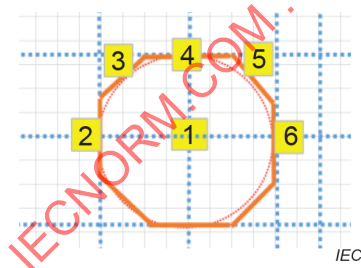
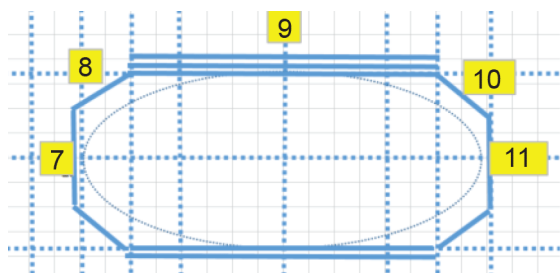
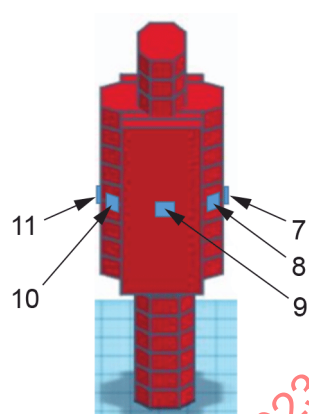


Figure D.1 – Source positions for the head

- for the body, 5 positions at half height of the body



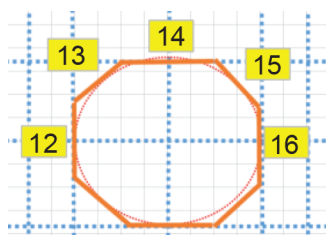
IEC



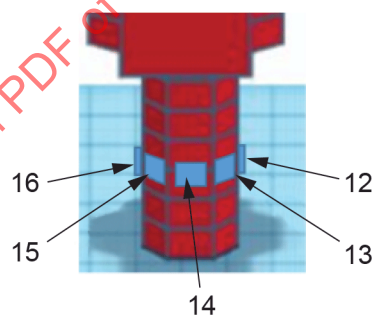
IEC

Figure D.2 – Source positions for the body

- for the legs, 5 positions



IEC



IEC

Figure D.3 – Source positions for the legs

- for the feet, 1 position centre below the phantom at foot plate contact.

For the mid energy source, as the risk is I-131 intake or noble gas, an additional measurement will be taken the source placed in a hole at centre trunk.

The total number of positions is 18. If there is an obvious symmetry, one can reduce the number of measurements to one side or to a quarter.

The manufacturer shall provide a table or a graph indicating the monitor response, i.e. the ratio between the monitor measurements and the actual source activities.

The expected responses should be within ± 50 %.

Bibliography

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*, available at www.electropedia.org

ISO 7503-1, *Measurement of radioactivity – Measurement and evaluation of surface contamination – Part 1: General principles*

ISO 7503-3, *Measurement of radioactivity – Measurement and evaluation of surface contamination – Part 3: Apparatus calibration*

ISO 11929 (all parts), *Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation – Fundamentals and application*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	76
1 Domaine d'application	78
2 Références normatives	78
3 Termes, définitions, unités et symboles	79
3.1 Termes et définitions	79
3.2 Unités	84
3.3 Symboles (voir Tableau 1)	85
4 Classement des moniteurs.....	86
4.1 Suivant le type de rayonnement à mesurer	86
4.2 Suivant la surface du corps surveillée	86
4.3 Suivant la méthode de compensation du bruit de fond	86
5 Caractéristiques de conception.....	86
5.1 Position de la personne à contrôler.....	86
5.2 Mensurations de la personne à contrôler.....	86
5.3 Moyens de surveillance des mains	87
5.4 Moyens de surveillance des pieds.....	87
5.5 Moyens de surveillance du corps entier	87
5.6 Frisker	88
5.7 Affichage	88
5.7.1 Pour l'utilisateur.....	88
5.7.2 Pour la maintenance.....	88
5.8 Indicateurs sonores	88
5.9 Durée du contrôle	89
5.10 Facilité de décontamination	89
5.11 Détecteurs utilisés	89
5.12 Considérations sismiques	89
6 Performances exigées et procédures d'essai	89
6.1 Procédure générale d'essai.....	89
6.1.1 Nature des essais.....	89
6.1.2 Essais réalisés dans les conditions normales d'essai.....	90
6.1.3 Essais réalisés avec des variations de grandeurs d'influence	90
6.1.4 Essai d'influence de type F	90
6.1.5 Essai d'influence de type S.....	90
6.2 Essai de fonctionnalité	91
6.2.1 Généralités	91
6.2.2 Essai initial	91
6.2.3 Essai final.....	91
6.3 Fluctuations statistiques	91
6.4 Sources de référence.....	92
6.5 Exigences relatives à l'utilisation de détecteurs à flux gazeux.....	92
7 Caractéristiques de mesure radiatives	92
7.1 Variation de la réponse en fonction de la position de la source	92
7.1.1 Généralités	92
7.1.2 Vêtements et corps entier	93
7.1.3 Surveillance des mains	98
7.1.4 Surveillance des pieds.....	100

7.1.5	Mesurage de la contamination des vêtements ou du corps entier au moyen de Friskers	102
7.2	Bruit de fond	105
7.2.1	Généralités	105
7.2.2	Soustraction du bruit de fond prédéterminé	105
7.2.3	Soustraction du bruit de fond déterminé simultanément	105
7.2.4	Aucune soustraction du bruit de fond	105
7.2.5	Systèmes de surveillance gamma	106
7.3	Limite de détection (DL)	106
7.3.1	Généralités	106
7.3.2	Vêtements et corps entier	108
7.3.3	Rendement réel d'un instrument au point de fonctionnement spécifique	109
7.3.4	Surveillance des mains	109
7.3.5	Surveillance des pieds	110
7.3.6	Surveillance Frisker	110
7.4	Variation de la réponse avec l'énergie	111
7.4.1	Généralités	111
7.4.2	Bêta	111
7.4.3	Alpha	112
7.4.4	Gamma	113
7.5	Réponse aux autres rayonnements ionisants	114
7.5.1	Généralités	114
7.5.2	Rayonnement gamma	114
7.5.3	Rayonnement alpha (pour les appareils de surveillance de la contamination bêta et gamma)	115
7.5.4	Rayonnement bêta ou gamma (pour les appareils de surveillance de la contamination alpha)	115
7.6	Linéarité de l'indication	115
7.6.1	Exigences	115
7.6.2	Méthode d'essai	115
7.7	Seuil d'alarme	116
7.7.1	Généralités	116
7.7.2	Exigences	116
7.7.3	Méthode d'essai	116
8	Protection des surcharges	116
8.1	Exigences	116
8.2	Méthode d'essai	116
9	Disponibilité	117
9.1	Temps de chauffage	117
9.2	Panne d'alimentation	117
10	Exigences d'environnement	117
10.1	Généralités	117
10.2	Température ambiante	117
10.2.1	Exigences	117
10.2.2	Méthode d'essai	117
10.3	Humidité relative	118
10.3.1	Exigences	118
10.3.2	Méthode d'essai	118
10.4	Pression atmosphérique	118

11	Exigences mécaniques	118
11.1	Généralités	118
11.2	Essai de vibration	119
11.2.1	Exigences	119
11.2.2	Méthode d'essai	119
11.3	Chocs mécaniques	119
11.3.1	Exigences	119
11.3.2	Méthode d'essai	119
12	Puissance et compatibilité électromagnétique	120
12.1	Tension et fréquence	120
12.2	Compatibilité électromagnétique	120
12.2.1	Généralités	120
12.2.2	Décharge électrostatique	120
12.2.3	Immunité aux radiofréquences (RF)	121
12.2.4	Émissions rayonnées	121
12.2.5	Exigences relatives aux moniteurs alimentés par le secteur en courant alternatif	122
12.2.6	Immunité par rapport aux RF conduites	122
12.2.7	Surtensions et ondes sinusoïdales fortement amorties	122
12.2.8	Champs magnétiques	123
13	Stockage	124
14	Documentation	124
14.1	Certificat	124
14.2	Manuel d'utilisation et de maintenance	125
14.3	Instructions d'utilisation	125
14.4	Rapport d'essai de type	125
Annexe A (informative) Explication de la dérivation de la formule de la limite de détection		129
A.1	Généralités	129
A.2	En cas de prise en compte d'une variation de la valeur du bruit de fond entre le mesurage du bruit de fond et le mesurage de la contamination	132
A.3	En cas de compensation simultanée du bruit de fond	134
Annexe B (informative) Fantômes pour les essais relatifs à l'effet du corps sur les moniteurs qui surveillent la contamination gamma du corps entier		136
B.1	Généralités	136
B.2	Éléments constitutifs des fantômes	136
B.3	Gamme de fantômes	137
Annexe C (informative) Caractérisation de l'erreur due à l'atténuation du bruit de fond par le corps		138
C.1	Généralités	138
C.2	Bruit de fond normal	138
C.2.1	Procédure d'essai	138
C.2.2	Interprétation des résultats	138
C.2.3	Critères d'acceptation	139
C.2.4	Note importante	139
C.3	Bruit de fond accru	139
C.3.1	Généralités	139
C.3.2	Caractérisation de la réponse en coordonnées polaires	140
C.3.3	Procédure d'essai de l'effet d'atténuation du corps	140

C.3.4	Interprétation des résultats et critères d'acceptation	140
Annexe D (informative) Caractérisation de la réponse à une source gamma transportée		141
D.1	Généralités	141
D.2	Procédure d'essai	141
Bibliographie.....		143
Figure 1 – Position verticale de la source de rayonnement.....		94
Figure 2 – Composition de la courbe de réponse en fonction de la position de la source.....		96
Figure 3 – Plans centraux du volume de détection		97
Figure 4 – Détecteur pour la surveillance des mains		99
Figure 5 – Détecteur pour la surveillance des pieds.....		102
Figure 6 – Frisker (vêtements)/Détecteur aérien		104
Figure B.1 – Dimensions des sections		136
Figure B.2 – Fantômes assemblés		137
Figure D.1 – Positions des sources pour la tête		141
Figure D.2 – Positions des sources pour le corps.....		142
Figure D.3 – Positions des sources pour les jambes		142
Tableau 1 – Symboles et abréviations.....		85
Tableau 2 – Plage de fréquences d'émission		121
Tableau 3 – Conditions de référence et conditions normales d'essai.....		125
Tableau 4 – Essais réalisés dans les conditions normales d'essai		126
Tableau 5 – Essais réalisés avec des variations des grandeurs d'influence		127
Tableau 6 – Essai et sources		128
Tableau B.1 – Tailles du jeu de fantômes		137

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION –
MONITEURS FIXES POUR LA SURVEILLANCE DE LA
CONTAMINATION DE SURFACE DU PERSONNEL**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 61098 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2003. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) le titre a été modifié;
- b) en lieu et place des petites sources zonales, des sources zonales ont été ajoutées pour les méthodes d'essai concernant les variations de la réponse en fonction de la position de la source, le rendement réel d'un instrument, la limite de détection (DL, *Detection Limit*) et la variation de la réponse en fonction de l'énergie;

- c) la limite de détection (DL) est conforme à la série ISO 11929;
- d) les descriptions des grandeurs d'influence de type F et de type S ont été ajoutées;
- e) la cohérence avec l'IEC 62706 a été améliorée pour les exigences d'environnement, les exigences mécaniques, la compatibilité électromagnétique et les méthodes d'essai;
- f) des descriptions de détecteurs aériens ont été ajoutées;
- g) des descriptions de Friskers ont été ajoutées pour la surveillance des mains et des pieds;
- h) les figures ont été simplifiées pour comprendre la relation entre la position du détecteur et la réponse, ainsi que la relation de position entre la surface du détecteur et la source.

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

Projet	Rapport de vote
45B/1020/FDIS	45B/1026/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MONITEURS FIXES POUR LA SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION DE SURFACE DU PERSONNEL

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux moniteurs qui comprennent des ensembles de prévention et appareils de mesure utilisés pour la surveillance de la contamination radioactive en surface des personnels, que ceux-ci soient habillés ou non. Le document ne s'applique qu'aux équipements dont les utilisateurs restent au niveau du moniteur. Il ne s'applique pas lorsque l'utilisateur traverse rapidement le moniteur. Il ne s'applique pas non plus aux appareils annexes qui peuvent être associés à des équipements particuliers tels que les moniteurs destinés à la surveillance d'objets de petite taille. Les sondes (Friskers) destinées au mesurage des vêtements ou du corps entier par la personne à contrôler ou par une autre personne sont incluses dans le présent document. Les sondes (Friskers) sont toujours reliées au moniteur.

Le présent document s'applique à la surveillance du corps entier (y compris la tête), des mains et des pieds, mais certaines parties du présent document peuvent être utilisées pour des moniteurs conçus uniquement pour la surveillance de la contamination radioactive des mains et/ou des pieds. Le présent document ne couvre pas le mesurage du tritium.

Le présent document s'applique:

- aux moniteurs fixes pour la surveillance du personnel (tous les articles s'appliquent);
- aux moniteurs transportables pour la surveillance du personnel (tous les articles s'appliquent);
- aux moniteurs pour la surveillance des mains (voir les articles et paragraphes suivants: Article 2, Article 3, Article 4, Article 5, Article 6, 7.1.3, 7.2, 7.3.4, 7.4.2.2 b), 7.4.3, 7.4.4.1, 7.4.4.2, 7.4.4.3 b), 7.5, 7.6, 7.7, Article 8, Article 9, Article 10, Article 11, Article 12, Article 13 et Article 14);
- aux moniteurs pour la surveillance des pieds (voir les articles et paragraphes suivants: Article 2, Article 3, Article 4, Article 5, Article 6, 7.1.4, 7.2, 7.3.5, 7.4.2.2 c), 7.4.3, 7.4.4.1, 7.4.4.2, 7.4.4.3 c), 7.5, 7.6, 7.7, Article 8, Article 9, Article 10, Article 11, Article 12, Article 13 et Article 14); et
- aux moniteurs pour la surveillance des mains et des pieds, y compris les sondes (Friskers) destinées au mesurage du corps entier (voir les articles et paragraphes suivants: Article 2, Article 3, Article 4, Article 5, Article 6, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.2, 7.3.4, 7.3.5, 7.3.6, 7.4.2.2 b), 7.4.2.2 c), 7.4.2.2 d), 7.4.3, 7.4.4.1, 7.4.4.2, 7.4.4.3 b), 7.4.4.3 c), 7.4.4.3 d), 7.5, 7.6, 7.7, Article 8, Article 9, Article 10, Article 11, Article 12, Article 13 et Article 14).

L'objet du présent document est de définir les caractéristiques mécaniques et d'utilisation, les performances minimales et les procédures générales d'essai pour les moniteurs destinés à la surveillance du personnel.

2 Références normatives

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

IEC 60050-395, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 395: Instrumentation nucléaire – Phénomènes physiques, notions fondamentales, instruments, systèmes, équipements et détecteurs*, disponible à l'adresse www.electropedia.org

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

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

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

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

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

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

IEC 62706, *Instrumentation pour la radioprotection – Exigences recommandées en matière de performances climatiques, électromagnétiques et mécaniques et méthodes d'essai*

ISO 8769:2020, *Mesurage de la radioactivité – Radionucléides émetteurs alpha, bêta et photoniques – Spécifications des étalons de référence pour l'étalonnage des contrôleurs de contamination de surface*

3 Termes, définitions, unités et symboles

3.1 Termes et définitions

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

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

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

3.1.1

taux d'émission surfacique

<d'un étalon de référence> nombre de particules ou de photons d'une catégorie donnée qui dépassent une énergie donnée émergeant de la face de l'étalon de référence ou de sa fenêtre, par unité de temps, dans un environnement exempt de masse

[SOURCE: ISO 8769:2020, 3.1, modifié – Le mot "seconde" a été remplacé par "unité de temps" dans la définition.]

3.1.2

rendement d'une source

ε_s

rapport entre le nombre de particules d'un type donné qui dépassent une énergie donnée émergeant de la face de la source ou de sa fenêtre par unité de temps (taux d'émission surfacique) et le nombre de particules du même type générées ou libérées dans la source (pour une source fine) ou dans l'épaisseur de sa couche de saturation (pour une source épaisse) par unité de temps

3.1.3

petite source zonale

source dont la dimension linéaire maximale de la surface active n'excède pas 2,5 cm

3.1.4

réponse du taux d'émission surfacique

<rendement d'un instrument> dans des conditions données spécifiées par le fabricant (surface sensible du détecteur, surface active de la source et distance entre la source et le détecteur), rapport entre le nombre de particules détectées (par exemple, coups par unité de temps, avec correction du bruit de fond) et le nombre de particules du même type émises par la source de rayonnement dans le même intervalle de temps (taux d'émission surfacique conventionnellement vrai)

3.1.5

surface sensible du détecteur

surface du détecteur, définie par le fabricant, sur laquelle le rendement d'une petite source zonale est supérieur à 50 % du rendement maximal

3.1.6

épaisseur équivalente totale

épaisseur, généralement exprimée en masse par unité de surface, qu'une particule (alpha ou bêta), émise normalement par la surface contaminée, traverse pour atteindre le volume sensible du détecteur

Note 1 à l'article: Cette épaisseur comprend la distance dans l'air plus l'épaisseur de la fenêtre du détecteur et, parfois, l'épaisseur d'un éventuel écran monté sur la fenêtre du détecteur pour la protéger de la contamination.

3.1.7

domaine de mesure

valeur absolue de la différence entre les deux limites d'une plage nominale

3.1.8

réponse

R

rapport entre la valeur indiquée par un moniteur M_i et la valeur conventionnellement vraie M_t

$$R = \frac{M_i}{M_t}$$

3.1.9

erreur relative sur l'indication

I

quotient de l'erreur sur l'indication d'une grandeur mesurée $M_i - M_t$ par la valeur conventionnellement vraie M_t de la grandeur

Note 1 à l'article: Ce quotient peut être exprimé en pourcentage.

$$I = \frac{M_i - M_t}{M_t} \times 100$$

3.1.10

erreur intrinsèque relative

erreur relative sur l'indication d'un appareil par rapport à une grandeur en cas de soumission à un rayonnement de référence spécifié dans des conditions de référence spécifiées

3.1.11**coefficient de variation** V

rapport V de l'écart-type s à la valeur de la moyenne arithmétique $\bar{x}$ d'une série de n mesures x_i donné par la formule suivante:

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

3.1.12**écart** D

différence entre les valeurs indiquées pour la même valeur de la grandeur mesurée, lorsque le mesurage est réalisé dans les conditions de référence et en cas de soumission à une grandeur d'influence

$$D = M_i - M_t$$

où

M_i est la valeur indiquée par un moniteur;

M_t est la valeur conventionnellement vraie

Note 1 à l'article: L'écart peut être positif ou négatif selon qu'il résulte respectivement d'une augmentation ou d'une diminution de la valeur indiquée.

Note 2 à l'article: L'écart présente une importance particulière pour les grandeurs d'influence de type S.

3.1.13**limite inférieure du domaine de mesure** A_0

activité minimale ou activité volumique à mesurer sur laquelle les performances d'un moniteur satisfont aux exigences de ses spécifications

3.1.14**seuil de décision** y^*

valeur de l'estimateur du mesurande telle que, quand le résultat d'une mesure réelle utilisant une procédure de mesure donnée d'un mesurande quantifiant le phénomène physique lui est supérieur, on décide que le phénomène physique est présent

Note 1 à l'article: Le seuil de décision est défini de manière que, dans le cas où le résultat de la mesure y dépasse le seuil de décision y^* , la probabilité que la valeur vraie du mesurande soit nulle est inférieure ou égale à une probabilité choisie α .

Note 2 à l'article: Si le résultat y est inférieur au seuil de décision y^* , le résultat ne peut pas être attribué à l'effet physique; néanmoins, il ne peut pas être conclu qu'il est absent.

[SOURCE: ISO 11929-1:2019, 3.12, modifié – Les Notes à l'article ont été reformulées.]

3.1.15

limite de détection

DL

$y^{\#}$

plus petite valeur vraie du mesurande qui garantit une probabilité spécifiée qu'il soit détectable par la méthode de mesure

Note 1 à l'article: Avec le seuil de décision conforme à 3.1.15, la limite de détection est la plus petite valeur vraie du mesurande pour laquelle la probabilité de décider de façon erronée que la valeur vraie du mesurande est nulle est égale à une valeur spécifiée, β , quand, en réalité, la valeur vraie du mesurande n'est pas nulle.

Note 2 à l'article: L'abréviation "DL" est dérivée du terme anglais développé correspondant "detection limit".

[SOURCE: ISO 11929-1:2019, 3.13, modifié – La dernière phrase de la Note 1 à l'article a été supprimée, et la Note 2 à l'article d'origine a été supprimée.]

3.1.16

valeur conventionnellement vraie

meilleure estimation de la valeur d'une grandeur

Note 1 à l'article: Il s'agit en général de la valeur déterminée par, ou traçable à, un étalon secondaire ou primaire ou par un instrument de référence étalonné au moyen d'un étalon secondaire ou primaire.

3.1.17

Frisker

sondes destinées à la surveillance du corps entier, reliées aux moniteurs qui surveillent la contamination des mains et/ou des pieds

3.1.18

grandeur d'influence de type F

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

Note 1 à l'article: Par exemple, l'énergie et l'angle d'incidence du rayonnement.

Note 2 à l'article: "F" signifie facteur. L'indication due au rayonnement est multipliée par un facteur lié à la grandeur d'influence.

3.1.19

grandeur d'influence de type S

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

Note 1 à l'article: Par exemple, les perturbations électromagnétiques.

Note 2 à l'article: Toutes les exigences relatives à une grandeur d'influence de type S sont exprimées en fonction de la valeur de l'écart D .

Note 3 à l'article: "S" signifie somme. L'indication est la somme de l'indication due au rayonnement et de celle due à la grandeur d'influence.

3.1.20

bruit de fond ambiant

champ de rayonnement gamma dans lequel le moniteur est destiné à être utilisé, qui comprend le bruit de fond naturel et le rayonnement dû à des sources et/ou des installations radioactives proches du moniteur

3.1.21**bruit de fond de référence**

bruit de fond artificiellement créé pour simuler le bruit de fond ambiant maximal pour lequel le moniteur est conçu

Note 1 à l'article: Ce bruit de fond comprend le bruit de fond naturel auquel s'ajoute le rayonnement d'une source de ^{137}Cs (ou autre radionucléide fixé par accord entre l'acheteur et le fabricant) placée à au moins 3 m du détecteur concerné du moniteur à l'essai.

3.1.22**uniformité du taux d'émission surfacique des sources**

uniformité d'une surface en ce qui concerne le taux d'émission surfacique par rapport au taux d'émission surfacique moyen

Note 1 à l'article: Pour plus d'informations sur les sources radioactives de surface, se reporter à l'ISO 8769.

3.1.23**système de surveillance**

ensemble d'appareillages ou parties d'appareillages qui permet à partir du signal d'un ou de plusieurs détecteurs de mettre en évidence la présence ou non d'une contamination sur des parties spécifiques du corps entier, des pieds ou des mains

3.1.24**probabilité d'émission**

probabilité d'émission par désintégration de la particule ou du photon d'intérêt

3.1.25**rendement réel d'un instrument**

E_{ff}

valeur moyenne du rendement d'un instrument sur l'ensemble du détecteur, utilisée lorsque la limite de détection (DL) est déterminée

Note 1 à l'article: En cas d'utilisation du détecteur pour la surveillance de la surface du corps, le rendement réel d'un instrument est la valeur moyenne de la distribution du rendement de l'instrument mesurée à l'aide d'un fantôme.

3.1.26**essai de qualification**

série d'essais réalisés pour vérifier que les exigences d'une spécification sont respectées

3.1.27**essai de type**

essai de conformité effectué sur une ou plusieurs entités représentatives de la production

Note 1 à l'article: Les essais de types sont des essais de qualification qui sont réalisés sur un appareillage ou sur un faible nombre d'appareillages sont considérés comme représentatifs de la production de série et, en principe, ne sont pas repris pour chaque appareil

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16, modifié – La Note à l'article a été ajoutée.]

3.1.28**essai individuel de série**

essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.1.29**essai de réception**

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

Note 1 à l'article: Les essais de réception sont en général choisis parmi les essais de qualification spécifiés, mais ce choix est d'ordre contractuel et n'est pas pris en compte dans le présent document

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modifié – La Note à l'article a été ajoutée.]

3.2 Unités

Dans le présent document, les unités du Système International (SI) sont utilisées¹. Les définitions relatives aux grandeurs de rayonnement sont données dans l'IEC 60050-395. Les anciennes unités correspondantes (non SI) sont indiquées entre parenthèses.

Néanmoins, les unités suivantes peuvent également être utilisées:

- pour l'énergie: électronvolt (symbole: eV), $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$; et
- pour le temps: l'année (symbole: y), le jour (symbole: d), l'heure (symbole: h), la minute (symbole: min).

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

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

3.3 Symboles (voir Tableau 1)

Tableau 1 – Symboles et abréviations

Symbole	Signification	Unité
α	probabilité de l'erreur du premier type	N/A
β	probabilité de l'erreur du deuxième type	N/A
A_0	limite inférieure du domaine de mesure	s ⁻¹
D	écart	s ⁻¹
E_{ff}	rendement réel d'un instrument	N/A
I	erreur relative sur l'indication	%
$k_{1-\alpha}$	quantile de la distribution normale normalisée pour la probabilité $1-\alpha$	N/A
$k_{1-\beta}$	quantile de la distribution normale normalisée pour la probabilité $1-\beta$	N/A
M_i	valeur indiquée par un moniteur	s ⁻¹
M_t	valeur conventionnellement vraie	s ⁻¹
R	réponse	N/A
r_0	estimation du taux de comptage du bruit de fond	s ⁻¹
r	réponse moyenne en coups par seconde	s ⁻¹
r_x	différence de taux de comptage des erreurs entre le détecteur pour la mesure et le détecteur pour le bruit de fond	s ⁻¹
s	écart-type	s ⁻¹
S_{DL}	limite de détection (DL) du taux d'émission surfacique	s ⁻¹
t_g	durée de mesure pour le mesurage de l'effet brut	s
t_0	durée de mesure pour le mesurage de l'effet de fond	s
$\tilde{u}(0)$	incertitude du mesurande lorsque sa valeur vraie est égale à zéro	N/A
$\tilde{u}(y^{\#})$	incertitude du mesurande lorsque sa valeur vraie est égale à $y^{\#}$	N/A
V	coefficient de variation	N/A
$\bar{x}$	valeur de la moyenne arithmétique d'une série de n mesures	s ⁻¹
x_i	valeur de la i^{e} mesure	s ⁻¹
y^*	seuil de décision du mesurande	s ⁻¹
$y^{\#}$	limite de détection du mesurande	s ⁻¹
y	résultat de mesure du mesurande	s ⁻¹
ϕ	taux d'émission surfacique de la source pour la détermination de la réponse	N/A
ε_s	rendement d'une source	N/A

4 Classement des moniteurs

4.1 Suivant le type de rayonnement à mesurer

- Moniteurs qui surveillent la contamination alpha
- Moniteurs qui surveillent la contamination bêta
- Moniteurs qui surveillent la contamination gamma
- Moniteurs qui surveillent la contamination alpha-bêta (les contaminations alpha et bêta étant indiquées séparément)
- Moniteurs qui surveillent la contamination bêta-gamma (les contaminations bêta et gamma étant indiquées conjointement)
- Moniteurs qui surveillent la contamination alpha-bêta-gamma (la contamination alpha étant indiquée séparément, les contaminations bêta et gamma étant indiquées conjointement)

4.2 Suivant la surface du corps surveillée

- Pour la surveillance du corps entier (y compris la tête et au-dessus de la tête)
- Pour la surveillance des mains seulement
- Pour la surveillance des pieds seulement
- Pour la surveillance des mains et des pieds

4.3 Suivant la méthode de compensation du bruit de fond

- a) Soustraction du bruit de fond prédéterminé
Moniteurs dont la compensation du bruit de fond est réalisée en mesurant en permanence le bruit de fond avec chaque détecteur, alors que les personnes mesurées n'utilisent pas les moniteurs.
- b) Soustraction du bruit de fond déterminé simultanément
Moniteurs dont la compensation du bruit de fond est réalisée au moyen d'un certain nombre de détecteurs qui mesurent le bruit de fond radiatif ambiant en même temps que s'effectue le mesurage de la contamination.
- c) Aucune soustraction du bruit de fond
Moniteurs sans soustraction du bruit de fond.

5 Caractéristiques de conception

5.1 Position de la personne à contrôler

Pour la surveillance alpha et bêta, l'appareil doit comporter des capteurs pour s'assurer que les mains, les pieds et le corps entier de la personne à contrôler sont correctement positionnés. Les mains doivent être ouvertes pour que les paumes et les côtés des doigts soient correctement contrôlés. Ces capteurs doivent indiquer à la personne à contrôler qu'elle s'est bien positionnée et qu'elle conserve la position correcte pendant toute la durée du contrôle. Si la personne à contrôler s'écarte de la position correcte, des indications visuelles et sonores doivent l'avertir et la procédure de contrôle doit cesser jusqu'à ce qu'elle ait repris la position correcte. Le temps de contrôle peut soit être le temps total où la position est correcte pendant le contrôle soit prendre en compte une séquence de mesure continue; dans ce dernier cas, les informations recueillies avant le déplacement de la personne à contrôler doivent être ignorées.

5.2 Mensurations de la personne à contrôler

Dans une norme, il est impossible de définir les dimensions du système de détection et la localisation des détecteurs du fait des importantes variations de la taille moyenne des personnes suivant leur nation.

Cependant, le fabricant doit indiquer les limites corporelles pour lesquelles le moniteur est conçu.

5.3 Moyens de surveillance des mains

La conception doit être telle que les deux mains doivent être contrôlées, les deux faces étant contrôlées simultanément, ou la conception doit être telle que les deux côtés des deux mains doivent être contrôlés. La conception doit être telle que les deux mains doivent être ouvertes pour être contrôlées.

Il convient que les détecteurs pour les mains touchent les deux côtés des mains au cours du mesurage. La distance entre le détecteur et les mains doit être faible afin de permettre une mesure raisonnable du niveau de contamination potentiel exigé par les réglementations. En ce qui concerne la surface sensible du détecteur, il convient de s'assurer qu'elle n'est pas contaminable ou que la contamination est facilement éliminée.

La surface sensible du détecteur pour chaque côté de chaque main doit être au moins de 12 cm × 20 cm, sauf accord contraire entre le fabricant et l'utilisateur pour un moniteur existant.

Les matériaux de protection ou autres grilles qui couvrent la surface sensible du détecteur ne doivent pas obturer plus de 40 % de la surface sensible. Ce niveau d'obturation doit tenir compte d'un possible effet de collimation jusqu'à une distance de 10 mm de la surface extérieure de la grille. Sur la surface non obturée, la masse surfacique totale du matériau entre le volume sensible du détecteur et la partie supérieure de la grille de protection ne doit pas dépasser 6 mg/cm² (2 mg/cm² pour les détecteurs destinés à mesurer la contamination alpha ou la contamination par des bêta de faible énergie). Une épaisseur de matériau plus importante peut être utilisée suivant accord entre le fabricant et l'utilisateur, sous réserve de conformité aux performances exigées en 7.4.

5.4 Moyens de surveillance des pieds

Il convient que ces moyens surveillent chaque pied indépendamment. Quand un seul détecteur est utilisé, il doit avoir deux fois la surface spécifiée ci-dessous.

La surface sensible du détecteur pour chaque pied doit être au moins de 15 cm × 30 cm.

Les matériaux de protection ou autres grilles qui couvrent la surface sensible de chaque détecteur ne doivent pas obturer plus de 60 % de la surface sensible. Ce niveau d'obturation doit tenir compte d'un possible effet de collimation jusqu'à une distance de 10 mm de la surface extérieure de la grille. Sur la surface non obturée, la masse surfacique totale du matériau entre le volume sensible du détecteur et la partie supérieure de la grille de protection ne doit pas dépasser 6 mg/cm² (2 mg/cm² pour les détecteurs destinés à mesurer la contamination alpha ou la contamination par des bêta de faible énergie). Si un matériau est interposé entre le pied et le détecteur pour collecter les salissures, il doit être aisément amovible. En variante, il doit être possible de mettre à nu le détecteur pour pouvoir nettoyer sa surface sensible.

5.5 Moyens de surveillance du corps entier

Les détecteurs doivent être disposés de telle manière que l'ensemble de la surface du corps, y compris la tête et la surface externe des vêtements, soit contrôlé.

Il convient de disposer les détecteurs en une ou plusieurs séries de manière que la capacité de réponse soit la même pour chaque détecteur de la même série, sauf accord contraire entre le fabricant et l'utilisateur. La hauteur maximale de la personne pour laquelle le moniteur est conçu doit être spécifiée par le fabricant.

5.6 Frisker

Pour les moniteurs pour la surveillance des mains et des pieds uniquement, un Frisker pour la surveillance du corps entier en dehors des mains et des pieds peut être relié aux moniteurs qui surveillent la contamination des mains et/ou des pieds.

L'ensemble de détection doit normalement comprendre un Frisker. L'utilisateur doit être en mesure de déplacer le Frisker sur la surface à contrôler. La longueur de câble qui relie le dispositif de mesure et le Frisker doit être appropriée, et le Frisker doit être suffisamment léger pour pouvoir être utilisé d'une seule main.

5.7 Affichage

5.7.1 Pour l'utilisateur

Le moniteur doit afficher bien en évidence au moins les informations suivantes:

- a) instructions destinées à l'utilisateur, quand des instructions sonores ne sont pas disponibles;
- b) indication de tous les points où la contamination est suffisante pour déclencher une alarme sur l'un des systèmes de mesure détectés. Pour les appareillages qui permettent de contrôler deux types de contaminations ou plus, l'affichage doit faire la distinction entre eux;
- c) indication en fin de cycle qu'aucune alarme ne s'est déclenchée au cours du cycle de contrôle;
- d) moniteur opérationnel;
- e) moniteur défectueux;
- f) mesurage en cours; et
- g) corps, mains et pieds en position correcte.

5.7.2 Pour la maintenance

Les éléments suivants ne sont pas nécessairement accessibles à l'utilisateur:

- a) capacité d'afficher les comptages ou taux de comptage pour chaque système de mesure et, si disponible, toute grandeur associée, à savoir la contamination totale (Bq) ou la contamination de surface (Bq/cm²);
- b) débit de l'alimentation en gaz, s'il y en a une;
- c) niveaux d'alarme pour chaque système;
- d) seuil bas d'alarme;
- e) durée de mesure;
- f) niveau de bruit de fond trop élevé pour un fonctionnement correct;
- g) haute tension (tension de polarisation); et
- h) diagnostic d'erreur.

5.8 Indicateurs sonores

Les indicateurs sonores doivent être clairement discernables l'un de l'autre.

Il doit y avoir un signal sonore à la fin du cycle de contrôle si une contamination supérieure au niveau d'alarme s'affiche.

Un signal sonore est souhaitable si aucune contamination ne s'affiche à la fin d'un cycle de contrôle satisfaisant.

Il doit y avoir un signal sonore en cas d'interruption du cycle.

5.9 Durée du contrôle

Les alarmes de contamination ne doivent se déclencher qu'à la fin du contrôle. Un signal doit indiquer la fin du cycle de contrôle. Un signal sonore, un signal visuel ou l'ouverture d'une porte peut servir d'indication à cette fin. Un autre moyen d'indication peut être acceptable.

5.10 Facilité de décontamination

Le moniteur doit être conçu et réalisé de manière à réduire le plus possible le risque de contamination en cours d'utilisation et à faciliter la décontamination.

5.11 Détecteurs utilisés

Le type de détecteur utilisé est déterminé par le fabricant pour répondre au classement (Article 4) et aux caractéristiques radiatives (Article 7) pour lesquels le moniteur est conçu.

Selon le type de système de surveillance, il convient que le moniteur utilise (entre autres): des détecteurs à flux gazeux, des compteurs GM, des détecteurs à semiconducteur ou des détecteurs à scintillation en plastique.

Quand des détecteurs à flux gazeux sont utilisés, tous les essais doivent être réalisés avec un débit de gaz égal ou légèrement supérieur à celui spécifié par le fabricant pour les unités à flux continu. Quand le flux n'est pas continu, le fabricant doit être capable de démontrer que le moniteur fonctionne de manière satisfaisante avec un débit moyen égal à la valeur qu'il a spécifiée.

5.12 Considérations sismiques

Il convient que la conception, la fabrication et l'installation du moniteur permettent de s'assurer que la personne à contrôler ne soit pas blessée lorsqu'elle est exposée à l'intensité sismique maximale prévue à l'emplacement de l'utilisateur. La perte de la fonction de mesure est acceptable, mais il convient de tenir compte de ce qui suit:

- empêcher la chute des détecteurs aériens afin de ne pas blesser la personne mesurée; et
- les portes peuvent être facilement ouvertes après l'événement afin d'empêcher tout confinement.

6 Performances exigées et procédures d'essai

6.1 Procédure générale d'essai

6.1.1 Nature des essais

Sauf spécification contraire, les essais du présent document doivent être considérés comme des essais de type. Pour l'essai d'acceptation, les essais relatifs au rendement réel d'un instrument au point de fonctionnement (7.3.3) et au seuil d'alarme (7.7) spécifiques doivent être effectués, même si les éléments d'essai peuvent être étendus par accord entre le fabricant et l'acheteur. Les exigences énoncées sont des exigences minimales et peuvent être étendues pour des moniteurs particuliers ou des fonctions particulières.

Les conditions normales d'essai avec les tolérances admissibles sont définies dans le Tableau 3.

Il n'est pas obligatoirement nécessaire d'effectuer les essais sur l'ensemble du moniteur. Selon l'élément d'essai, il est acceptable de sélectionner et de soumettre à l'essai les composants nécessaires.

Les procédures d'essai applicables aux appareillages dont la liste est donnée en 4.2 sont décrites à l'Article 7.

6.1.2 Essais réalisés dans les conditions normales d'essai

Les essais réalisés dans les conditions normales d'essai sont répertoriés dans le Tableau 3 qui indique, pour chaque caractéristique, les limites de variation et le paragraphe applicable dans lequel la méthode d'essai correspondante est décrite.

6.1.3 Essais réalisés avec des variations de grandeurs d'influence

Ces essais sont destinés à déterminer quels sont les effets des variations des grandeurs d'influence, et sont indiqués dans le Tableau 5, avec le domaine de variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations résultantes du niveau réel d'alarme.

Les limites de variation de l'affichage données dans le Tableau 5 définissent un domaine nominal d'utilisation dans lequel les variations de l'affichage doivent rester dans les limites données par le fabricant. Ces limites ne doivent en aucun cas excéder celles qui sont données dans le Tableau 5.

Lors d'un essai destiné à mettre en évidence les effets de l'une des grandeurs d'influence répertoriées dans le Tableau 5, toutes les autres grandeurs doivent être maintenues dans les limites données dans le Tableau 3 pour les conditions normales d'essai, sauf spécification contraire dans la procédure d'essai concernée.

Dans un but de simplification des essais, pour chaque grandeur d'influence prise séparément, seuls les essais individuels de série sur la variation du niveau réel d'alarme sont nécessaires.

Il n'est nécessaire de soumettre à l'essai d'autres aspects des performances du moniteur que s'il est estimé que les essais individuels de série ne donnent pas une indication représentative.

6.1.4 Essai d'influence de type F

Ces essais peuvent être réalisés quelle que soit la valeur de la grandeur à mesurer. La variation respective de la réponse relative r peut être déterminée à partir du résultat de chaque essai.

Il est acceptable que certains effets des grandeurs d'influence classées comme étant du type F puissent être pris en compte comme étant des effets produits par des grandeurs d'influence de type S. Si ces effets sont faibles, ils doivent être ignorés pour l'utilisation du présent document. Si des effets de type S plus significatifs sont observés au cours des essais, ces constatations doivent être consignées dans le rapport d'essai de type.

6.1.5 Essai d'influence de type S

Ces essais doivent être réalisés à une valeur de la grandeur à mesurer inférieure ou égale à 10 fois la limite inférieure du domaine de mesure, un (taux de) comptage de zéro étant même possible seulement si un écart négatif peut être mesuré. Le résultat de chaque essai est un écart D .

Il est acceptable qu'une petite partie des effets de l'influence de type S puisse être prise en compte comme étant les effets produits par des grandeurs d'influence de type F. Si ces effets sont faibles, il convient de les ignorer pour l'utilisation du présent document. Si des effets plus significatifs de type F ou des effets négatifs importants sont observés au cours des essais, ces constatations doivent être consignées dans le rapport d'essai de type. En raison de la valeur indiquée généralement plus faible en comparaison aux essais pour les grandeurs d'influence de type F, le nombre nécessaire de mesures peut être augmenté.

6.2 Essai de fonctionnalité

6.2.1 Généralités

L'essai de fonctionnalité consiste à comparer la fonctionnalité du moniteur avant (essai initial) et pendant ou après (essai final) une perturbation environnementale, mécanique ou électromagnétique décrite aux Articles 10, 11 et 12.

6.2.2 Essai initial

L'essai initial ou préparation comprend la stabilisation du moniteur dans les conditions normales d'essai, pour vérifier son bon fonctionnement.

Une série d'opérations doit être confirmée, lors de laquelle le moniteur effectue une détermination sans contamination à l'état de non-contamination. Dans le cas où un essai est réalisé en choisissant une partie du moniteur, il doit être assuré qu'aucun signal qui conduit à la détection d'une contamination n'est émis.

Placer la source spécifiée en 6.4 à l'emplacement désigné par le fabricant; il convient de confirmer que le moniteur détecte et affiche la contamination conformément à la probabilité de détection associée au niveau d'alarme.

Le nombre de mesures doit être tel que le coefficient de variation de la valeur moyenne soit conforme au 6.3. La valeur moyenne de la valeur affichée doit être enregistrée.

6.2.3 Essai final

Une série d'opérations doit être confirmée, lors de laquelle le moniteur effectue une détermination sans contamination à l'état de non-contamination. Dans le cas où un essai est réalisé en choisissant une partie de l'appareillage, il doit être assuré qu'aucun signal qui conduit à la détection d'une contamination n'est émis. Le résultat doit être le même que pour l'essai initial.

Le nombre de mesures doit être le même que pour l'essai initial.

Placer une source du même radionucléide, de la même forme et de la même intensité que celle utilisée lors de l'essai initial, au même emplacement que lors de l'essai initial; il convient de confirmer que le moniteur détecte et affiche la contamination.

Le taux de fausses alarmes et la probabilité de détection doivent être conformes aux réglages. La variation du relevé de moyenne doit être inférieure à 2 fois le coefficient de variation (COV) plus 15 %.

Il ne doit y avoir aucun dommage extérieur visible après la perturbation environnementale, mécanique ou électromagnétique et le moniteur doit fonctionner correctement de la même façon qu'avant ces essais.

6.3 Fluctuations statistiques

Les fluctuations statistiques doivent être prises en compte pour les essais suivants: 11.2 Essai de vibration, 11.3 Chocs mécaniques, et 12.2 Compatibilité électromagnétique, entre autres.

L'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication numérique dues uniquement de la nature aléatoire du rayonnement peut être une fraction significative de la variation de l'indication admise pour l'essai. Par conséquent, le coefficient de variation (COV) des relevés doit être inférieur ou égal à 12 %.

La valeur de 12 % a été choisie pour déterminer plus facilement les résultats d'un essai, comme la série de relevés et la moyenne associée sont comparées à un ensemble d'exigences du présent document. Lors des essais avec des sources radioactives, il convient d'obtenir un COV inférieur ou égal à 12 %. Des processus comme l'augmentation des niveaux de rayonnement appliqués réduisent en général le COV à un niveau acceptable. Le nombre de tentatives ou de relevés peut également être augmenté afin de réduire le COV, mais il convient que cela se fasse après l'augmentation du niveau de rayonnement appliqué. Si les essais sont réalisés en l'absence de sources radioactives, le moniteur est observé pour savoir s'il ne génère pas d'alarmes et/ou d'indications parasites. Dans ce cas, la valeur du COV n'est pas pertinente.

L'intervalle de temps entre chaque relevé doit être suffisamment long pour s'assurer que les relevés sont indépendants. L'intervalle de temps choisi dépend du temps d'intégration du moniteur et du temps de mise à jour de la réponse indiquée.

6.4 Sources de référence

Les sources de référence utilisées pour les essais qui concernent les mesures de rayonnement doivent être des sources de ^{137}Cs ou de ^{60}Co pour les mesures gamma (^{129}I ou ^{241}Am pour les gamma de faible énergie), ^{36}Cl ou ^{204}Tl pour les mesures bêta et ^{241}Am ou ^{239}Pu pour les mesures alpha. Le ^{60}Co peut être utilisé par accord entre l'acheteur et le fabricant.

Pour les appareils de surveillance des mains, il convient d'utiliser des sources de 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm de surface active.

Pour les appareils de surveillance des pieds, il convient d'utiliser des sources de 30 cm × 10 cm, 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm de surface active.

La distribution du taux d'émission surfacique des deux sources de référence ci-dessus doit être conforme à l'ISO 8769.

(Voir l'ISO 8769 et 3.1.1).

Quand des sources de surfaces telles que celles décrites ci-dessus ne sont pas disponibles, les essais doivent être effectués avec de petites sources zonales, ou d'autres sources de dimensions inférieures à celles indiquées ci-dessus. Dans ce cas, la valeur mesurée doit être la moyenne d'un certain nombre de relevés obtenus en déplaçant la source sur une surface équivalente. Le nombre de positions de la source doit être celui défini en 7.1.2, 7.1.4 et 7.1.5.

6.5 Exigences relatives à l'utilisation de détecteurs à flux gazeux

Quand, pour la détection des particules radioactives, les détecteurs nécessitent une alimentation en gaz continue ou semi-continue, le fabricant doit préciser le gaz à utiliser et son degré de pureté.

Une indication du débit de gaz dans le moniteur doit être fournie.

7 Caractéristiques de mesure radiatives

7.1 Variation de la réponse en fonction de la position de la source

7.1.1 Généralités

Toutes les grandeurs d'influence traitées en 7.1 sont considérées comme étant du type F. Le contenu des essais et les sources utilisées pour les essais sont répertoriés dans le Tableau 6.

7.1.2 Vêtements et corps entier

7.1.2.1 Exigences

Des essais doivent être réalisés pour déterminer les variations de la réponse en fonction de la position de la source.

Les variations de la réponse suivant la position autour du corps de l'utilisateur doivent être indiquées par le fabricant.

Afin d'améliorer les performances et de satisfaire aux exigences du présent document, le fabricant peut en outre, dans le cas de la surveillance bêta et/ou gamma, additionner la réponse d'un nombre quelconque de détecteurs adjacents.

7.1.2.2 Méthode d'essai

7.1.2.2.1 Systèmes de surveillance alpha

Il n'est pas possible de définir les performances réelles de détection de la contamination du corps. Quand le moniteur est destiné au mesurage des alpha sur le corps, des essais similaires à ceux décrits en 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4 et 7.1.5 doivent être effectués sur la surface totale de chaque type de détecteur utilisé. Le fabricant doit publier les résultats obtenus en spécifiant le radionucléide utilisé. Le bruit de fond sur le détecteur doit être inférieur à 0,2 coup par seconde, sinon il doit être soustrait du signal.

7.1.2.2.2 Systèmes de surveillance bêta

a) Effet dû à la position verticale de la source de rayonnement

Quand il y a plus d'un plan vertical de détecteurs, avec des différences entre ces plans, un essai doit être effectué pour chaque plan.

En cas d'utilisation d'une petite source zonale bêta de ^{36}Cl ou de ^{204}Tl , comme cela est défini en 3.1.3, la source doit être déplacée pas à pas sur une ligne verticale à 5 cm du détecteur. Chaque pas doit être de 2 cm ou moins et la réponse du moniteur doit être mesurée pour chaque pas comme cela est indiqué ci-dessus. En cas d'utilisation d'une source avec une surface radioactive de 15 cm x 10 cm ou 10 cm x 10 cm, la source doit être déplacée progressivement sur une ligne verticale à 5 cm du détecteur. Chaque pas doit être de 15 cm ou moins pour une source de 15 cm x 10 cm, de 10 cm ou moins pour une source de 10 cm x 10 cm, et la réponse du moniteur doit être mesurée pour chaque pas comme cela est indiqué ci-dessus. Dans les deux cas, le bord de la source doit se trouver à 5 cm au-dessous de la surface qui correspond à la plante du pied et, pour le dernier relevé, le bord de la source doit se situer à 2 cm ou plus au-dessus de la hauteur de la personne la plus grande pour laquelle le moniteur est conçu.

La valeur de la réponse prise en compte pour chaque position de la source doit être la réponse du détecteur situé dans le plan qui donne la réponse la plus élevée.

Quand il a été nécessaire d'effectuer plus d'une série de relevés, ces relevés doivent être additionnés en fonction de la position verticale et la position de la réponse maximale doit être notée et utilisée au point b) ci-dessous.

Le relevé le plus élevé de la réponse doit être indiqué (voir Figure 1).

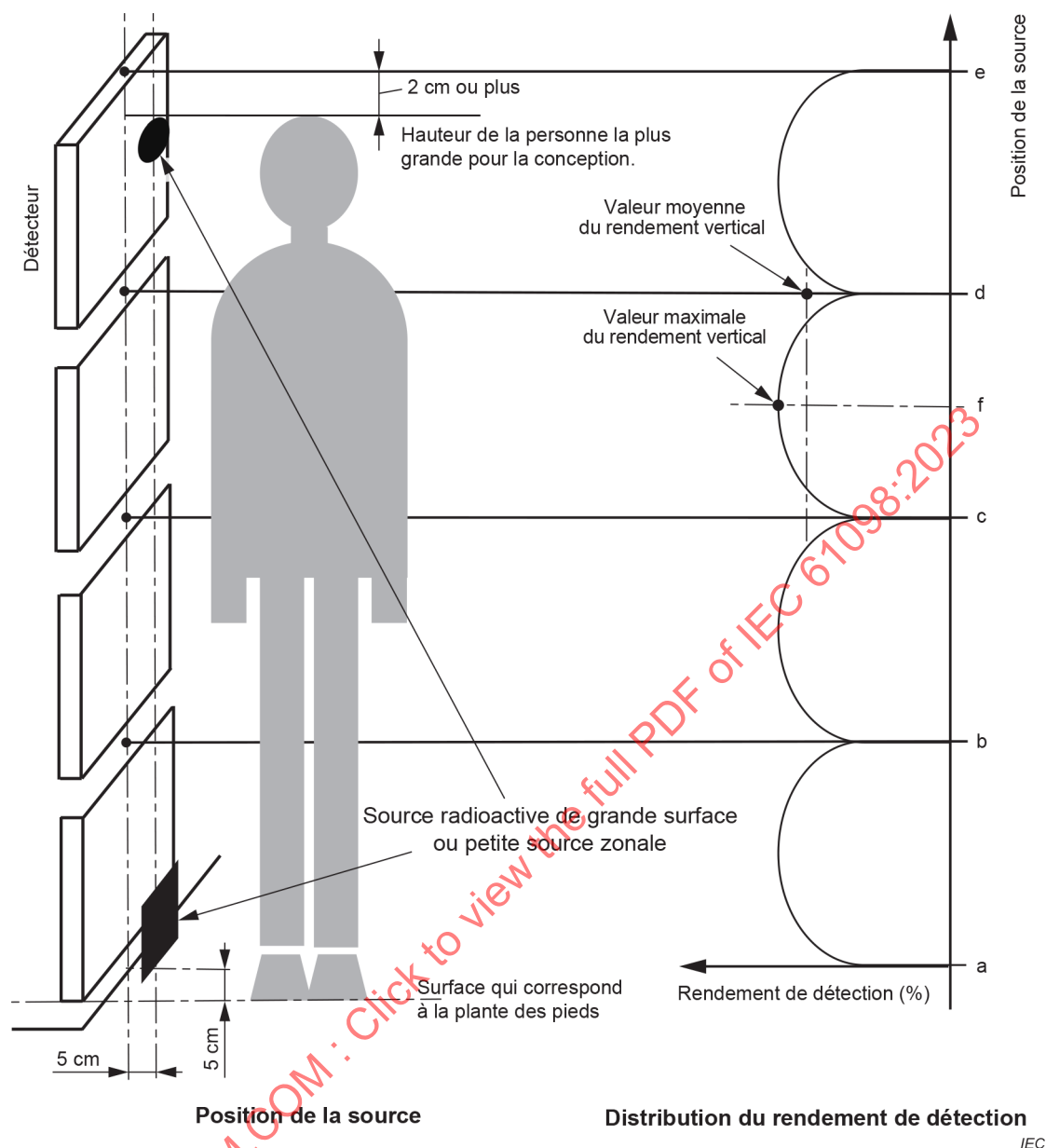


Figure 1 – Position verticale de la source de rayonnement

b) Autour du corps

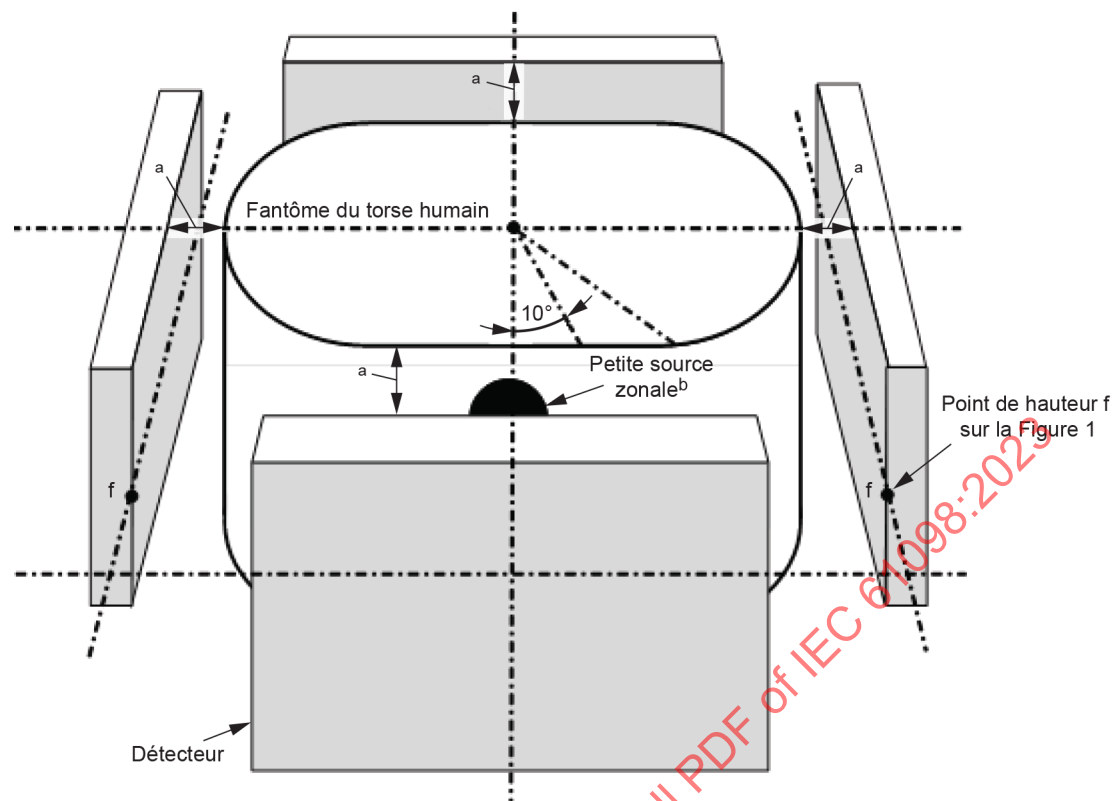
Pour cet essai, un fantôme du tronc qui représente le torse humain est nécessaire. Il doit être de section elliptique, de circonférence 95 cm, avec un axe principal de 35 cm. Dans la mesure où ces essais doivent être réalisés avec des sources bêta, ce fantôme peut être creux, tant que les matériaux utilisés pour la paroi ont une épaisseur qui équivaut à au moins $0,5 \text{ g cm}^{-2}$.

L'axe central de ce fantôme doit être placé à l'endroit où se trouverait normalement le centre de l'utilisateur au cours du contrôle. Lorsqu'il n'y a pas de positionnement spécifique de l'utilisateur, le fantôme doit être positionné de telle sorte que la distance minimale entre la partie externe de la protection du détecteur et le fantôme soit de 5 cm. Des appareils de mesure ou d'ajustement doivent être connectés à chaque système de surveillance.

En cas d'utilisation d'une petite source zonale de ^{36}Cl ou de ^{204}Tl , comme cela est défini en 3.1.5, la source doit être déplacée autour du fantôme tous les 10° comme cela est représenté à la Figure 2 a). L'essai doit être effectué pour la position verticale qui correspond à la réponse maximale trouvée à la Figure 2 a). La réponse de chaque système de mesure doit être représentée sur un même graphique, comme cela est représenté à la Figure 2 b). La valeur de l'écart entre les valeurs maximale et minimale doit être établie. Lors du tracé de la courbe de réponse, la réponse au bruit de fond radiatif ambiant doit être prise en compte, et cet effet doit être soustrait.

Quand le moniteur est conçu pour contrôler le corps entier, vêtu ou non, pour plusieurs positions de l'utilisateur, la courbe de réponse doit être la combinaison des résultats obtenus pour chaque position.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023

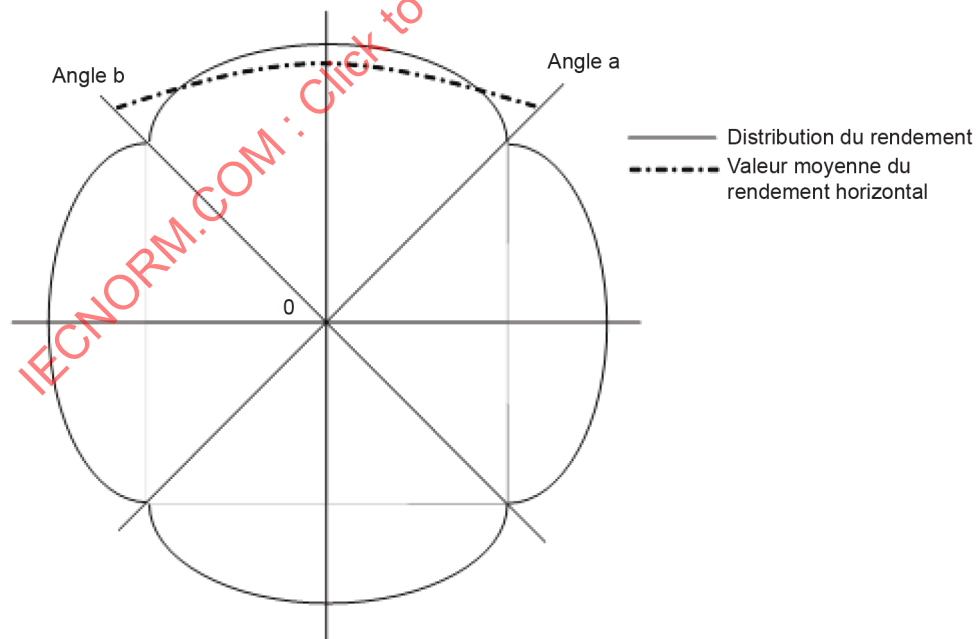


IEC

^a 5 cm ou plus

^b Utiliser un gabarit approprié pour maintenir la source à la bonne position.

a) Positions de la source



IEC

b) Exemple de mesurage du rendement horizontal

Figure 2 – Composition de la courbe de réponse en fonction de la position de la source

7.1.2.2.3 Systèmes de surveillance gamma

La source de rayonnement utilisée doit être du ^{137}Cs avec un écran plus de 0,6 mm d'aluminium (du ^{129}I pour la version basse énergie).

a) Caractérisation de l'homogénéité vide

- Moniteurs pour lesquels la position du corps est fortement restreinte, en général moniteurs bêta-gamma ou alpha-bêta-gamma.

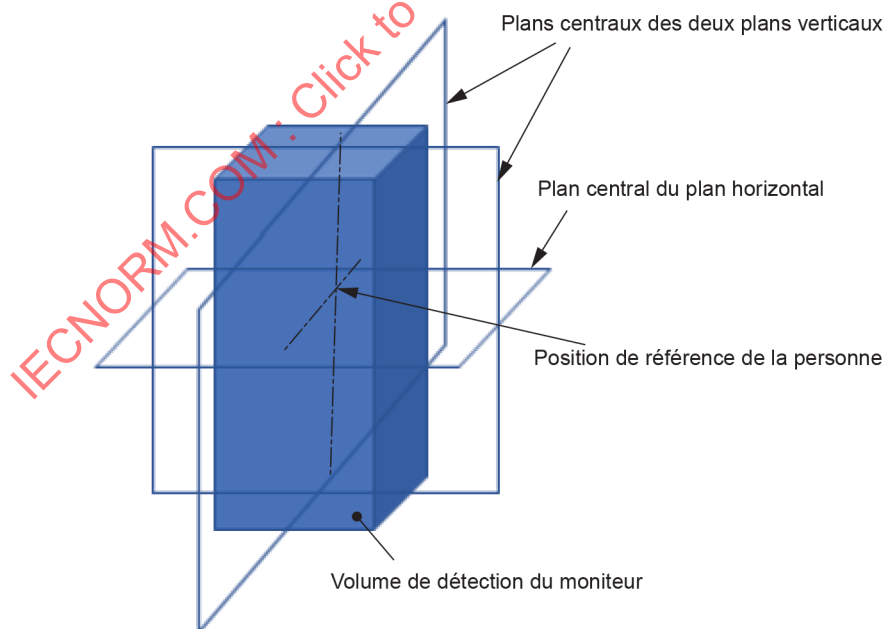
La caractérisation verticale doit être réalisée de la même manière que pour les bêta en 7.1.2.2.2 a), excepté que les pas peuvent être de 5 cm pour la petite source zonale et de 10 cm pour la source radioactive de grande surface.

Autour du corps, de même qu'en 7.1.2.2.2 b) ci-dessous, excepté que la source, dans la mesure du possible, doit être placée à mi-hauteur d'un fantôme solide d'au moins 25 cm de hauteur et d'une densité d'environ 1 g cm^{-3} , ou placée sur un support dont l'atténuation et la diffusion sont négligeables. Les pas peuvent être de 45° pour la petite source zonale.

- Moniteurs pour lesquels la position du corps est faiblement restreinte dans un volume de détection, en général moniteurs tunnels.

L'homogénéité doit être caractérisée dans l'ensemble du volume de détection. La grille doit inclure les plans centraux et les plans à 5 cm des limites du volume de détection. Les positions intermédiaires ne doivent pas être espacées de plus de 10 cm dans les directions horizontales et de 20 cm dans la direction verticale. Le nombre de mesurages effectués est réduit en cas de symétrie évidente (voir Figure 1, Figure 2 et Figure 3).

NOTE Les "moniteurs tunnels" sont des moniteurs construits de telle sorte que la personne contrôlée entre d'un côté, passe ou se tient au milieu d'un volume de détection et sort de l'autre côté. Ce type de moniteur est utilisé en mode passant ou en mode stationnaire, selon la sensibilité exigée. En mode stationnaire, des portes ou barrières sont généralement ajoutées.



IEC

Figure 3 – Plans centraux du volume de détection

b) Caractérisation de l'effet d'atténuation du corps

Cet essai décrit à l'Annexe C caractérise l'écart de mesure dû à l'atténuation par le corps du bruit de fond, éventuellement corrigé par une fonction de correction morphologique, si une telle correction est assurée.

L'écart mesuré, réduit par le processus de correction le cas échéant, est une erreur de type S qui doit être raisonnablement faible par rapport à la limite inférieure du domaine de mesure.

Il convient d'effectuer cette caractérisation à l'aide de 5 personnes qui couvrent la plage déclarée de poids et de tailles ou en utilisant le jeu de fantômes décrit à l'Annexe B.

Si le fabricant affirme que le moniteur peut être utilisé avec un niveau de bruit de fond supérieur aux conditions normales de bruit de fond, alors la caractérisation de l'Annexe C doit être effectuée.

c) Réponse à une source transportée

Cet essai caractérise la réponse du moniteur dans des conditions réalistes, c'est-à-dire avec une personne présente dans le moniteur. Il présente un intérêt particulier pour les réponses gamma, en raison de l'atténuation et de la diffusion dues à la présence de la personne.

Il convient d'effectuer la caractérisation conformément à l'Annexe D, à partir d'une personne réelle de poids moyen et de taille moyenne, ou à partir de l'un des fantômes décrits à l'Annexe B.

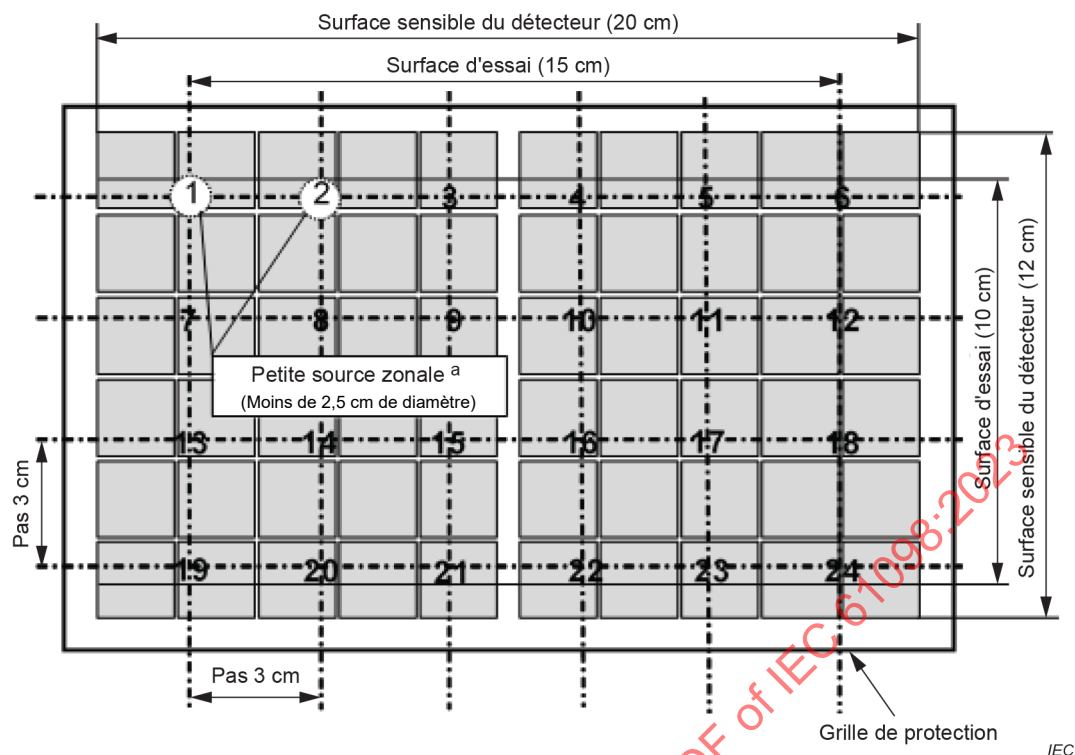
7.1.3 Surveillance des mains

7.1.3.1 Exigences

Les variations de la réponse par rapport à la valeur moyenne, en fonction de la position de la source à contrôler sur la surface de la main, doivent être spécifiées par le fabricant, avec comme radionucléides de référence le ^{137}Cs avec un écran de plus de 0,6 mm d'aluminium (ou le ^{129}I pour les moniteurs basse énergie) pour la surveillance gamma, le ^{36}Cl ou le ^{204}Tl pour la surveillance bêta et le ^{241}Am pour la surveillance alpha. Ces variations ne doivent pas être excéder un facteur de 2.

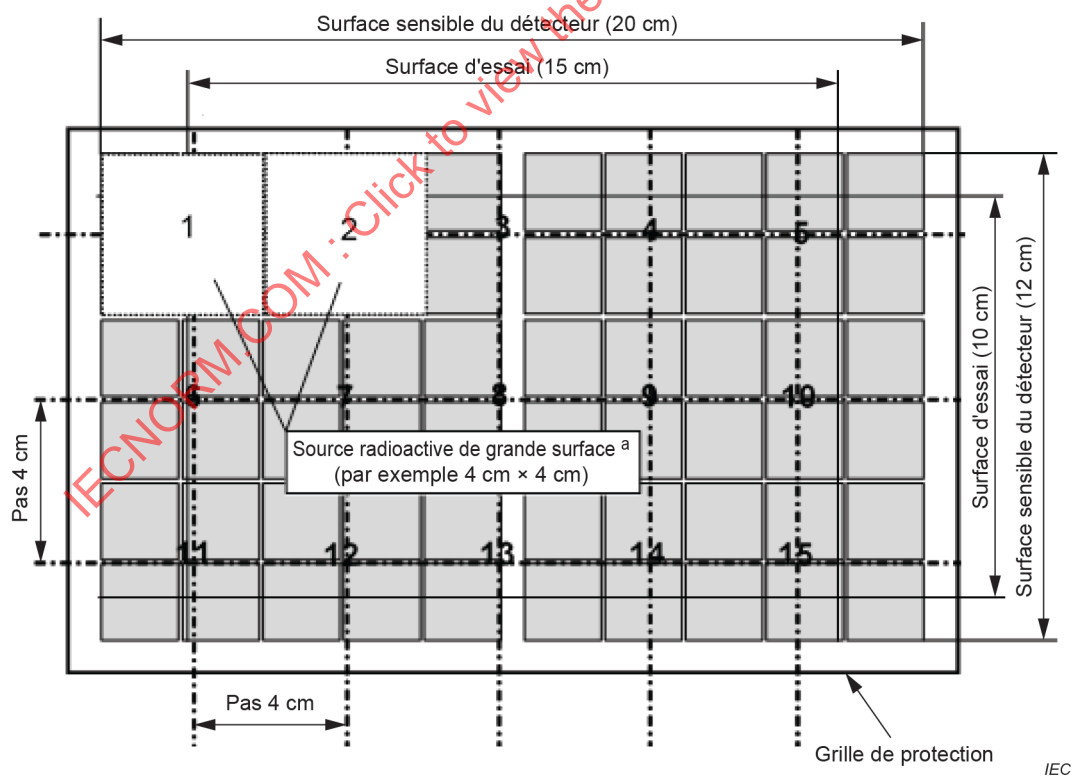
7.1.3.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, la surface d'essai du détecteur pour les mains de 15 cm × 10 cm doit être prise en compte, comme cela est défini par le fabricant. En cas d'utilisation d'une petite source zonale, la réponse du détecteur doit être mesurée en plaçant la source en chacune des 24 positions représentées à la Figure 4 a) sur la surface externe de la protection du détecteur. En cas d'utilisation d'une source avec une surface radioactive de 4 cm × 4 cm, la réponse du détecteur doit être mesurée par pas de 4 cm en chacune des 15 positions représentées à la Figure 4 b) sur la surface externe de la protection du détecteur. Toutefois, les sources doivent être placées de manière à ne pas dépasser la surface sensible du détecteur spécifiée par le fabricant et à ne pas se chevaucher. Dans les deux cas, l'effet du bruit de fond doit être soustrait pour chaque calcul de la réponse.



^a Utiliser un gabarit approprié pour maintenir la source à la bonne position.

a) Avec une petite source zonale



^a Utiliser un gabarit approprié pour maintenir la source à la bonne position.

b) Avec une source radioactive de grande surface

Figure 4 – Détecteur pour la surveillance des mains

7.1.4 Surveillance des pieds

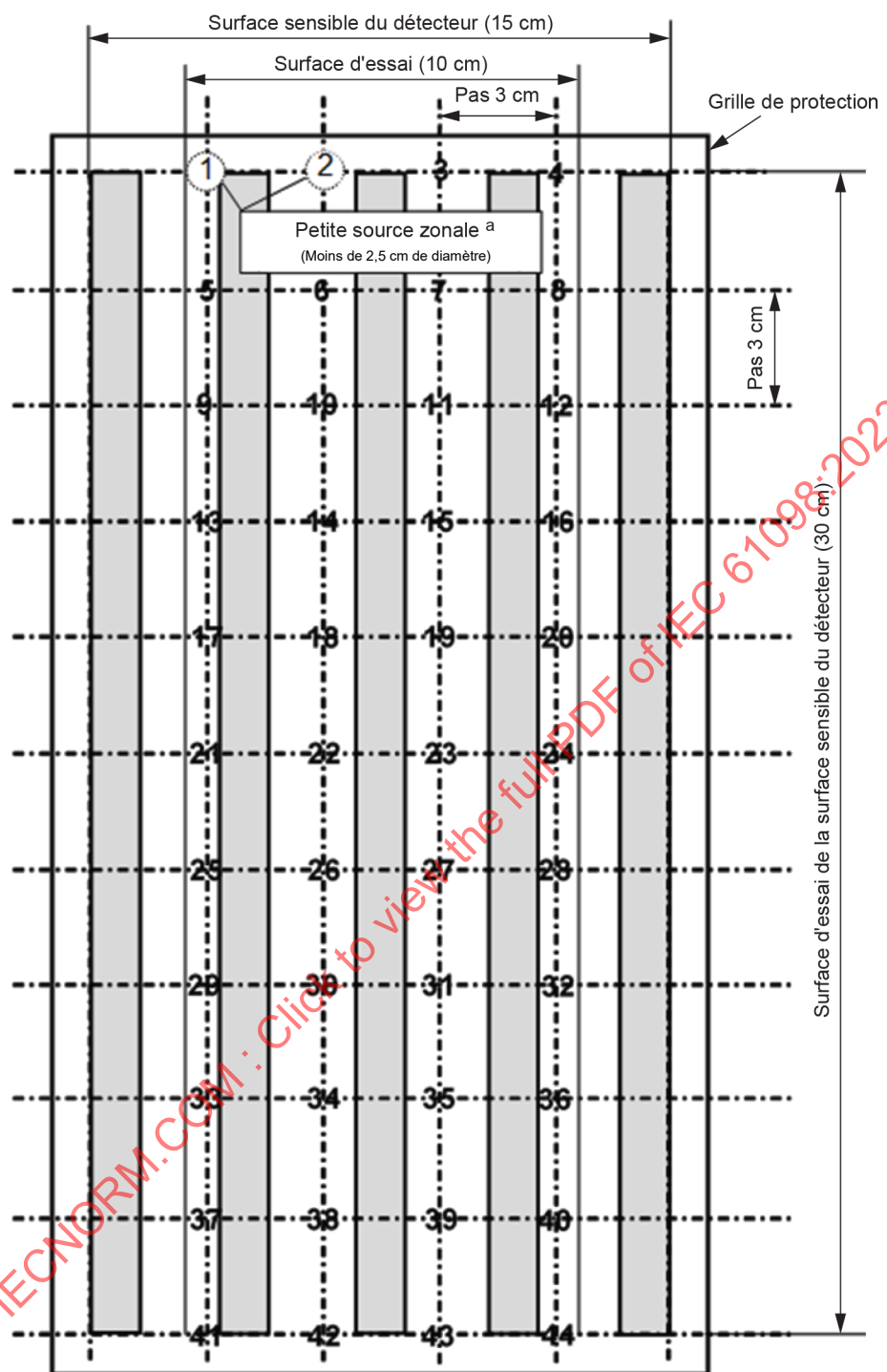
7.1.4.1 Exigences

Les variations de la réponse en fonction de la position de la source à contrôler ne doivent pas excéder un facteur de 2 sur la surface du pied pour les radionucléides de référence que sont le ^{137}Cs avec un écran de plus de 0,6 mm d'aluminium (ou le ^{129}I pour les moniteurs basse énergie) pour la surveillance gamma, le ^{36}Cl ou le ^{204}Tl pour la surveillance bêta et le ^{241}Am pour la surveillance alpha.

7.1.4.2 Méthode d'essai

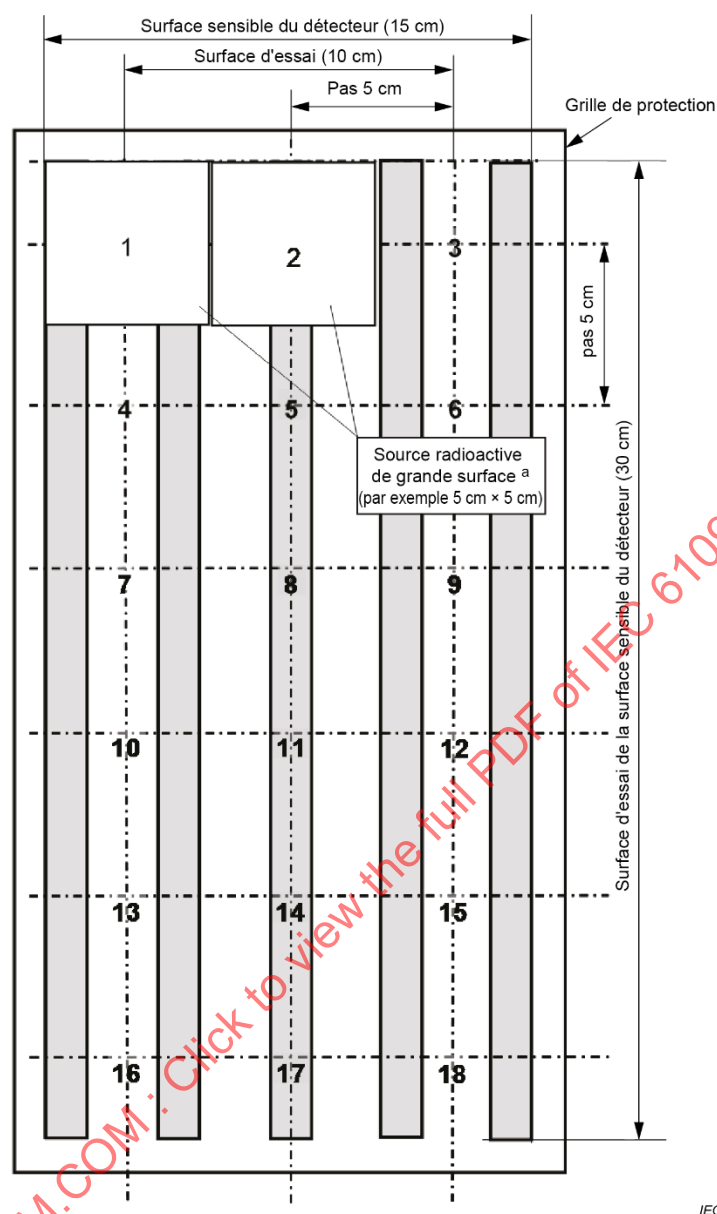
Pour cet essai, la surface d'essai du détecteur pour les pieds de 30 cm × 10 cm doit être prise en compte, comme cela est défini par le fabricant. En cas d'utilisation d'une petite source zonale, la réponse du détecteur doit être mesurée en plaçant la source en chacune des 44 positions représentées à la Figure 5 a) sur la surface externe de la protection du détecteur. En cas d'utilisation d'une source avec une surface radioactive de 5 cm × 5 cm, la réponse du détecteur doit être mesurée par pas de 5 cm en chacune des 18 positions représentées à la Figure 5 b) sur la surface externe de la protection du détecteur. Toutefois, les sources doivent être placées de manière à ne pas dépasser la surface sensible du détecteur spécifiée par le fabricant et à ne pas se chevaucher. Dans les deux cas, l'effet du bruit de fond ambiant doit être soustrait pour chaque calcul de la réponse.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023



^a Utiliser un gabarit approprié pour maintenir la source à la bonne position.

a) Avec une petite source zonale



IEC

^a Utiliser un gabarit approprié pour maintenir la source à la bonne position.

b) Avec une source radioactive de grande surface

Figure 5 – Détecteur pour la surveillance des pieds

7.1.5 Mesurage de la contamination des vêtements ou du corps entier au moyen de Friskers

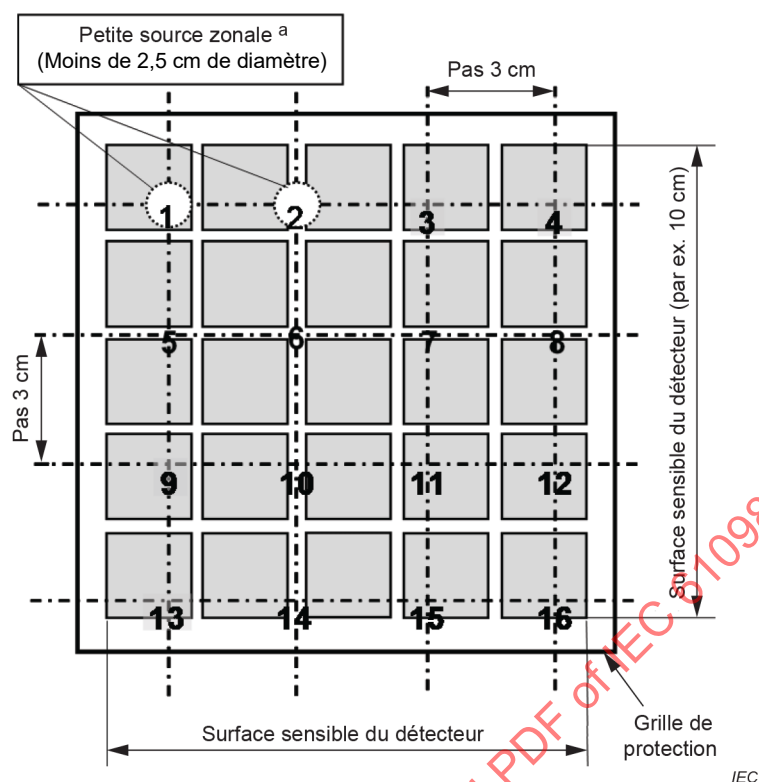
7.1.5.1 Exigences

Dans le cas d'un Frisker avec une surface sensible de dimensions égales ou supérieures à 10 cm × 10 cm, les variations de la réponse en fonction de la position de la source à contrôler ne doivent pas excéder un facteur de 2 sur la surface du Frisker pour les radionucléides de référence que sont le ¹³⁷Cs avec un écran de plus de 0,6 mm d'aluminium (ou le ¹²⁹I pour les moniteurs basse énergie) pour la surveillance gamma, le ³⁶Cl ou le ²⁰⁴Tl pour la surveillance bêta et le ²⁴¹Am pour la surveillance alpha.

7.1.5.2 Méthode d'essai

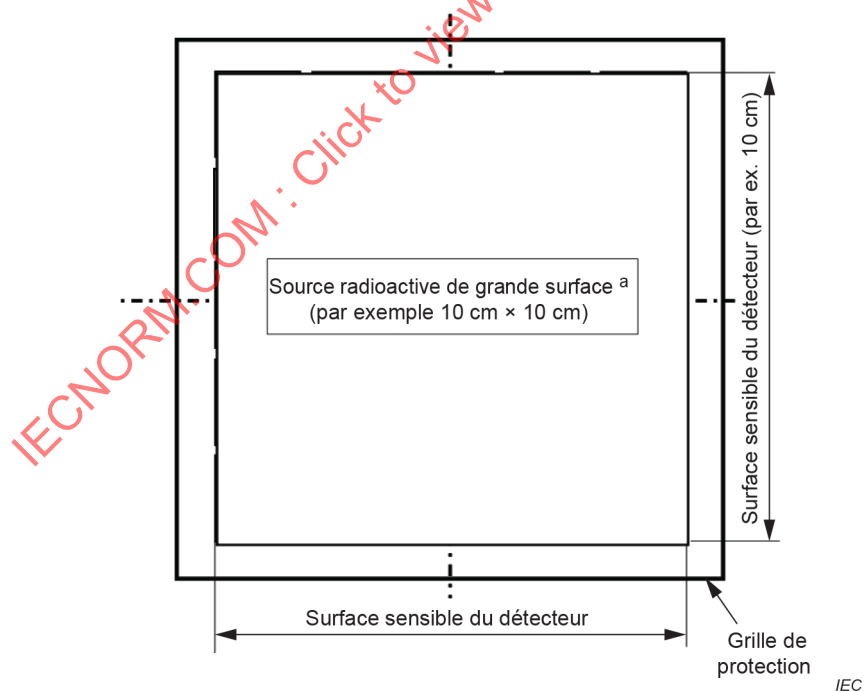
Pour cet essai, une surface sensible de dimensions égales ou supérieures à 10 cm × 10 cm pour un Frisker doit être prise en compte. En cas d'utilisation d'une petite source zonale, lorsqu'une variation de la réponse en fonction de la position de la source est exigée, la réponse du détecteur doit être mesurée par pas de 3 cm sur la surface externe de la protection du détecteur. En cas d'utilisation d'une source avec une surface radioactive de 10 cm × 10 cm, la réponse du détecteur doit être mesurée par pas de 10 cm sur la surface externe de la protection du détecteur. Toutefois, les sources doivent être placées de manière à ne pas dépasser la surface sensible du détecteur spécifiée par le fabricant et à ne pas se chevaucher. Dans les deux cas, l'effet du bruit de fond ambiant doit être soustrait pour chaque calcul de la réponse (voir Figure 6).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61098:2023



^a Utiliser un gabarit approprié pour maintenir la source à la bonne position.

a) Avec une petite source zonale



^a Utiliser un gabarit approprié pour maintenir la source à la bonne position.

b) Avec une source radioactive de grande surface

Figure 6 – Frisker (vêtements)/Détecteur aérien

7.2 Bruit de fond

7.2.1 Généralités

Toutes les mesures de rayonnement sont influencées par l'atténuation du bruit de fond par le corps humain, les effets pouvant être traités de différentes façons suivant la conception du moniteur.

7.2.2 Soustraction du bruit de fond prédéterminé

En dehors des périodes d'utilisation, le moniteur contrôle le bruit de fond pour chaque système de surveillance et stocke l'information qui sera ensuite déduite du signal de mesure.

Dans ce cas, le fabricant doit indiquer la durée pendant laquelle le bruit de fond est moyenné pour soustraction sur une plage de taux de comptage de référence du bruit de fond ou sur le nombre de coups dus au bruit de fond. Le fabricant doit préciser la valeur de bruit de fond utilisée pour atteindre la limite de détection (DL) qu'il a indiquée.

Le fabricant doit également préciser les dispositions qu'il a prises pour le cas d'utilisation éventuelle du moniteur pour des mesures en continu.

Le fabricant doit calculer la limite de détection (DL) selon la Formule (3) donnée en 7.3.1 pour les conditions normales de bruit de fond. En cas d'accord entre l'acheteur et le fabricant, ce dernier peut calculer la limite de détection (DL) selon la Formule (4) donnée en 7.3.1. La Formule (4) tient compte d'une variation de 5 % de la valeur du bruit de fond entre le mesurage du bruit de fond et le mesurage de la contamination (voir Annexe A). Par accord entre l'acheteur et le fabricant, la valeur de $0,05 \cdot n_0$ peut être remplacée par une autre valeur (par exemple, $0,03 \cdot n_0$ pour une variation de 3 % de la valeur du bruit de fond).

7.2.3 Soustraction du bruit de fond déterminé simultanément

Il s'agit d'une méthode par laquelle la compensation du bruit de fond est réalisée au moyen d'un certain nombre de détecteurs qui mesurent le bruit de fond radiatif ambiant en même temps que s'effectue le mesurage de la contamination. La compatibilité de tels ensembles de détecteurs est limitée en raison des différents emplacements et en fonction des différents niveaux de bruit de fond, ainsi que du fait des incertitudes statistiques.

Le fabricant doit préciser l'amplitude de variation de la différence de taux de comptage entre détecteurs et du signal dû au bruit de fond radiatif ambiant utilisés pour calculer la limite de détection (DL) (voir Formule (5) en 7.3.1). Le fabricant doit également fournir l'amplitude des variations telles que les suivantes, nécessaires pour induire une variation du signal:

- variations en valeur;
- variations en énergie; et
- variations en direction.

Les effets des variations en direction doivent être dus aux déplacements de sources placées à plus de 3 m du moniteur.

Lors du calcul de la limite de détection (DL), les effets dus aux variations affichées de l'amplitude du bruit de fond doivent être pris en compte.

7.2.4 Aucune soustraction du bruit de fond

Même si aucune compensation du bruit de fond n'est incluse dans le moniteur, il est nécessaire de tenir compte de la variation du taux de comptage (effet de fond) lors du mesurage du bruit de fond et de celle du taux de comptage (effet brut) lors du mesurage de la contamination.

Le fabricant doit indiquer la durée de mesure du bruit de fond et la valeur utilisée pour atteindre la limite de détection (DL) qu'il a publiée.

Le fabricant doit calculer la limite de détection (DL) selon la Formule (3) donnée en 7.3.1. En cas d'accord entre l'acheteur et le fabricant, ce dernier peut calculer la limite de détection (DL) selon la Formule (4) donnée en 7.3.1. La Formule (4) tient compte d'une variation de 5 % de la valeur du bruit de fond entre le mesurage du bruit de fond et le mesurage de la contamination (voir Annexe A). Par accord entre l'acheteur et le fabricant, la valeur de $0,5 \cdot \tau_0$ peut être remplacée par une autre valeur (par exemple, $0,03 \cdot \tau_0$ pour une variation de 3 % de la valeur du bruit de fond). Une variation de 5 % comprend l'atténuation du corps humain.

7.2.5 Systèmes de surveillance gamma

L'effet d'autoprotection et la diffusion modifient le bruit de fond au cours du mesurage. Cet effet est une erreur S qui conduit généralement à une sous-estimation, en particulier en cas de bruit de fond élevé. La correction de cet effet peut être mise en œuvre en tenant compte, par exemple, de la taille et du poids des individus mesurés.

Pour les moniteurs gamma ou pour les systèmes gamma des moniteurs combinés, si le fabricant déclare une utilisation dans un bruit de fond supérieur aux conditions normales, le fabricant doit caractériser l'effet d'atténuation du corps et, le cas échéant, l'efficacité de la correction (voir 7.1.2.2.3 et Annexe C).

La limite inférieure du domaine de mesure, qui est habituellement égale à la limite de détection, peut devoir être augmentée (voir Annexe C).

La limite de détection est modifiée et peut être calculée à l'aide de la Formule (4) donnée en 7.3.1 en remplaçant 5 % par le pourcentage d'écart déterminé à l'Annexe C à la limite inférieure déclarée du domaine de mesure.

7.3 Limite de détection (DL)

7.3.1 Généralités

Le seuil de décision, y^* , et la limite de détection (DL), $y^\#$, peuvent être déterminés à l'aide de la Formule (1) et de la Formule (2), respectivement, dérivées de la procédure décrite dans la série ISO 11929:

$$y^* = k_{1-\alpha} \tilde{u}(0) \quad (1)$$

où

y^* est le seuil de décision;

$\tilde{u}(0)$ est l'incertitude du mesurande lorsque sa valeur vraie est égale à zéro; et

$k_{1-\alpha}$ est le quantile de la distribution normale normalisée pour la probabilité $1-\alpha$.

NOTE 1 Comme cela est mentionné en 3.1.17 lorsque le résultat du mesurande, y , dépasse le seuil de décision, y^* , la probabilité que la valeur vraie du mesurande soit nulle est inférieure ou égale à la probabilité choisie, α .

$$y^\# = y^* + k_{1-\beta} \tilde{u}(y^\#) = k_{1-\alpha} \tilde{u}(0) + k_{1-\beta} \tilde{u}(y^\#) \quad (2)$$

où

$\tilde{u}(y^\#)$ est l'incertitude du mesurande lorsque sa valeur vraie est égale à $y^\#$; et

$k_{1-\beta}$ est le quantile de la distribution normale normalisée pour les probabilités $1-\beta$.

NOTE 2 Comme cela est mentionné en 3.1.15, avec le seuil de décision, la limite de détection (DL) est la plus faible valeur vraie du mesurande pour laquelle la probabilité de décider à tort que la valeur vraie du mesurande est nulle est égale à une valeur spécifiée β , lorsque la valeur vraie du mesurande est en fait non nulle.

Si une valeur de 0,05 est choisie comme acceptable à la fois pour α et β , alors la valeur de $k_{1-\alpha}$ et $k_{1-\beta}$ devient 1,65 et la Formule (3) peut être écrite comme suit:

$$S_{DL} = \frac{2 \times 1,65 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + \frac{1,65^2}{t_g}}{E_{ff}} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0}} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \quad (3)$$

où

S_{DL} est la limite de détection (DL) du taux d'émission surfacique (s^{-1});

r_0 est l'estimation du taux de comptage du bruit de fond (s^{-1});

t_g est la durée de mesure pour le mesurage de l'effet brut (s);

t_0 est la durée de mesure pour le mesurage de l'effet de fond (s); et

E_{ff} est le rendement réel de l'instrument.

En cas de prise en compte d'une variation de 5 % de la valeur du bruit de fond entre le mesurage du bruit de fond et le mesurage de la contamination, la limite de détection (DL) du taux d'émission surfacique (s^{-1}) par unité peut être déterminée à l'aide de la Formule (4):

$$S_{DL} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{r_0}{t_g} + \frac{r_0}{t_0} + (0,05r_0)^2} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \quad (4)$$

En cas de compensation simultanée du bruit de fond, la limite de détection (DL) du taux d'émission surfacique (s^{-1}) par unité peut être déterminée à l'aide de la Formule (5):

$$S_{DL} = \frac{3,3 \sqrt{\frac{2r_0}{t_g} + r_x^2} + \frac{2,72}{t_g}}{E_{ff}} \quad (5)$$

où

r_0 est l'estimation du taux de comptage du bruit de fond (s^{-1}); et

r_x est le taux de différence entre le détecteur pour la mesure et le détecteur pour le bruit de fond.

DL doit être inférieure à la plage de mesure.

Si le bruit de fond est trop important pour être mesuré, il peut être nécessaire d'interrompre (ou non) le mesurage.

NOTE 3 La différence entre les taux de comptage ne peut pas être nulle avec des corrections simultanées.

7.3.2 Vêtements et corps entier

Pour les besoins du présent document, la limite de détection (DL) doit se rapporter au rendement réel d'un instrument pour les vêtements (corps entier). Celui-ci doit être déterminé comme cela est indiqué ci-dessous, ou le fabricant doit utiliser une méthode similaire de détermination du rendement d'un instrument. Dans ce dernier cas, le fabricant doit indiquer à l'acheteur les positions de la source, tous les mesurages réalisés, les hypothèses retenues pour calculer le rendement moyen et les calculs effectués pour déterminer cette "moyenne". Le rendement réel d'un instrument doit être déterminé à partir des caractéristiques de la réponse en vertical représentée à la Figure 1 et de la réponse en coordonnées polaires représentée à la Figure 2.

La réponse moyenne en coordonnées polaires est déterminée à partir du rayon d'un disque de surface égale à celle du diagramme en coordonnées polaires de la Figure 2.

Le rendement réel d'un instrument est déterminé à partir du produit de la réponse moyenne en coordonnées polaires dans le plan de la réponse maximale en vertical et du rapport de la réponse globale moyenne en vertical à la réponse maximale en vertical, comme cela est représenté à la Figure 1. La réponse globale en vertical est la moyenne des réponses moyennes en vertical pour chaque plan vertical. Dans le cas où les plans sont identiques, la réponse globale en vertical est la réponse moyenne en vertical pour un plan.

Ainsi, le rendement réel d'un instrument E_{ff} peut être déterminé comme suit:

$$E_{ff} = \frac{r}{\phi} \quad (6)$$

où

r est la réponse moyenne en coups par seconde; et

ϕ est le taux d'émission surfacique de la source pour la détermination de la réponse.

Cette équation de rendement doit être utilisée pour déterminer la limite de détection (DL) décrite à l'Annexe A.

Dans tous les cas, la limite de détection (DL), dans les conditions normales de bruit de fond ou au niveau de bruit de fond fixé par accord entre l'acheteur et le fabricant, ne doit pas être supérieure à 200 s^{-1} pour les émissions bêta et à une émission de photons de $2\,000 \text{ s}^{-1}$. Le temps de contrôle total doit être de 10 s ou correspondre au temps fixé par accord entre l'acheteur et le fabricant. Lorsque le contrôle est effectué en deux étapes ou plus, la somme des temps de chaque étape du contrôle ne doit pas dépasser le temps spécifié ci-dessus ou un temps fixé par accord entre le fabricant et l'acheteur.

NOTE Même si la valeur nominale 200 s^{-1} est équivalente à 400 Bq (rendement d'une source de 0,5), l'utilisateur consulte l'ISO 7503-1 en ce qui concerne les corrections pour permettre le mesurage effectif de l'autoabsorption par les vêtements ou d'autres surfaces (voir Tableau 4).

7.3.3 Rendement réel d'un instrument au point de fonctionnement spécifique

Le mesurage qui permet de déterminer le rendement réel E_{ff} des instruments est décrit en 7.3.2. Le mesurage exige de nombreux points d'essai, et est généralement réalisé lors de l'essai de type ou de l'essai de qualification. Les positions et le type de la source utilisée pour ces mesurages sont indiqués en 7.1.1.

Cette méthode d'essai n'est pas raisonnable pour les essais d'acceptation ou les essais individuels de série, car elle demande beaucoup de temps et d'efforts. En conséquence, pour les détecteurs pour le corps entier, le rendement E_2 de l'instrument au point de fonctionnement spécifique est mesuré, et la constante de conversion K obtenue par la méthode décrite en 7.3.2 est calculée. Pour l'essai d'acceptation ou l'essai individuel de série, la méthode de détermination de E_{ff} est spécifiée en mesurant le rendement E_2 de l'instrument au point de fonctionnement spécifique. E_{ff} est donné par la Formule (7):

$$E_{ff} = E_2 \times K \quad (7)$$

Le point de fonctionnement spécifique et les types de sources sont spécifiés par le fabricant.

Il s'agit d'une méthode simplifiée qui permet d'effectuer raisonnablement des essais d'acceptation ou des essais individuels de série pour lesquels la constante de conversion K est considérée comme étant approximativement constante dans un détecteur du même modèle.

7.3.4 Surveillance des mains

a) Alpha

La limite de détection (DL) doit se rapporter à la réponse du détecteur pour les mains à une source d'activité uniforme de surface 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm.

La limite de détection (DL) doit correspondre au taux d'émission pour lequel, durant le temps de contrôle du moniteur, chacun des détecteurs associés à une main compte au moins 5 coups (sauf s'il fonctionne dans un environnement tel qu'un plus faible taux de comptage ne crée pas un taux significatif de fausses alarmes, selon accord entre le fabricant et l'utilisateur). La limite de détection (DL) doit être inférieure à 10 s⁻¹ pour un temps de contrôle de 10 s ou doit être fixée par accord entre le fabricant et l'acheteur.

NOTE Nominale 20 Bq, mais voir la note en 7.3.2 (voir Tableau 4).

b) Bêta

La limite de détection (DL) doit se rapporter à la réponse du détecteur pour les mains à une source de taux d'émission surfacique uniforme de surface 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm.

La limite de détection (DL) doit être déterminée de la même manière que pour les vêtements et doit être inférieure à 100 s⁻¹ pour un temps de contrôle de 10 s, ou doit être fixée par accord entre l'acheteur et le fabricant (voir la note en 7.3.2).

c) Gamma

La limite de détection (DL) doit se rapporter à la réponse du détecteur pour les mains à une source de surface 15 cm × 10 cm.

La limite de détection (DL) doit être déterminée de la même manière que pour les vêtements et doit être inférieure à un taux d'émission en photons de 2 000 s⁻¹ pour un temps de contrôle de 10 s, ou doit être fixée par accord entre l'acheteur et le fabricant.

7.3.5 Surveillance des pieds

a) Alpha

La limite de détection (DL) doit se rapporter à la réponse du détecteur pour les pieds pour une source d'activité uniforme de surface 30 cm × 10 cm. Une source de 15 cm × 10 cm peut être utilisée en deux positions ou une source de 10 cm × 10 cm en trois positions pour simuler une source de 10 cm × 30 cm.

La limite de détection (DL) doit correspondre au taux d'émission surfacique pour lequel, durant le temps de contrôle du moniteur, le détecteur compte au moins 5 coups. La limite de détection (DL) doit être inférieure à 20 s⁻¹ pour un temps de contrôle de 10 s ou doit être fixée par accord entre le fabricant et l'acheteur (voir la note au point a) du 7.3.4).

b) Bêta

La limite de détection (DL) doit se rapporter à la réponse du détecteur pour les pieds à une source de taux d'émission surfacique uniforme de surface 30 cm × 10 cm. Une source de 15 cm × 10 cm peut être utilisée en deux positions ou une source de 10 cm × 10 cm en trois positions pour simuler une source de 30 cm × 10 cm.

La limite de détection (DL) doit être déterminée de la même manière que pour les vêtements et doit être inférieure à 200 s⁻¹ pour un temps de contrôle de 10 s, ou doit être fixée par accord entre le fabricant et l'acheteur (voir la note en 7.3.2).

c) Gamma

La limite de détection (DL) doit se rapporter à la réponse du détecteur pour les pieds à une source de taux d'émission surfacique uniforme de surface 30 cm × 10 cm. Une source de 15 cm × 10 cm peut être utilisée en deux positions pour simuler une source de 30 cm × 10 cm. La limite de détection (DL) doit être déterminée de la même manière que pour les vêtements et doit être inférieure à 1000 s⁻¹ pour un temps de contrôle de 10 s, ou doit être fixée par accord entre l'acheteur et le fabricant.

7.3.6 Surveillance Frisker

a) Alpha

Dans le cas d'un détecteur avec une surface sensible de dimensions égales ou supérieures à 10 cm × 10 cm, la limite de détection (DL) doit se rapporter à la réponse du détecteur Frisker à une source d'activité uniforme de surface qui couvre la surface sensible.

La limite de détection (DL) doit correspondre au taux d'émission pour lequel, durant le temps de contrôle du moniteur, le détecteur Frisker compte au moins 5 coups (sauf s'il fonctionne dans un environnement tel qu'un plus faible taux de comptage ne crée pas un taux significatif de fausses alarmes, selon accord entre le fabricant et l'utilisateur). La limite de détection (DL) doit être inférieure à 10 s⁻¹ pour un temps de contrôle de 10 s ou doit être fixée par accord entre le fabricant et l'acheteur.

NOTE Nominale 20 Bq, mais voir la note en 7.3.2.

b) Bêta

Dans le cas d'un détecteur avec une surface sensible de dimensions égales ou supérieures à 10 cm × 10 cm, la limite de détection (DL) doit se rapporter à la réponse du détecteur Frisker à une source de taux d'émission surfacique uniforme de surface 10 cm × 10 cm.

La limite de détection (DL) doit être déterminée de la même manière que pour les vêtements et doit être inférieure à 100 s⁻¹ pour un temps de contrôle de 10 s, ou doit être fixée par accord entre l'acheteur et le fabricant (voir la note en 7.3.2).

c) Gamma

Dans le cas d'un détecteur avec une surface sensible de dimensions égales ou supérieures à 10 cm × 10 cm, la limite de détection (DL) doit se rapporter à la réponse du détecteur Frisker à une source de surface 10 cm × 10 cm.

La limite de détection (DL) doit être déterminée de la même manière que pour les vêtements et doit être inférieure à un taux d'émission en photons de $2\,000\text{ s}^{-1}$ pour un temps de contrôle de 10 s, ou doit être fixée par accord entre l'acheteur et le fabricant.

7.4 Variation de la réponse avec l'énergie

7.4.1 Généralités

Toutes les grandeurs d'influence traitées en 7.4 sont considérées comme étant du type F.

7.4.2 Bêta

7.4.2.1 Exigences

Le moniteur doit être capable de détecter des émetteurs bêta d'énergie maximale $E_{\max}$ supérieure à 150 keV.

Les mesurages de la réponse doivent être réalisés avec au moins trois émetteurs bêta:

- un $< 0,2\text{ MeV}$;
- un entre $0,2\text{ MeV}$ et $0,5\text{ MeV}$; et
- un $> 0,5\text{ MeV}$.

Pour information, une liste de radionucléides utilisables est donnée ci-dessous.

^{14}C	(énergie maximale $0,155\text{ MeV}$)
^{147}Pm	(énergie maximale $0,225\text{ MeV}$). Des précautions doivent être prises pour s'assurer que la proportion de ^{146}Pm soit suffisamment faible pour ne pas perturber l'étalonnage
^{60}Co	(énergie maximale $0,314\text{ MeV}$). Des précautions doivent être prises lors de l'utilisation de ce radionucléide afin d'identifier et de corriger les effets de l'émission gamma sur la réponse du moniteur
^{185}W	(énergie maximale $0,432\text{ MeV}$)
^{36}Cl	(énergie maximale $0,714\text{ MeV}$)
^{204}Tl	(énergie maximale $0,766\text{ MeV}$)
^{210}Bi	(énergie maximale $1,161\text{ MeV}$)
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	(énergie maximale du descendant à vie courte ^{90}Y $2,274\text{ MeV}$)

7.4.2.2 Méthode d'essai

a) Corps entier

Pour cet essai, le fantôme utilisé pour l'essai décrit en 7.1.2.2.2 b) doit être utilisé comme cela est spécifié pour cet essai.

Une petite source zonale du radionucléide d'intérêt doit être déplacée dans le plan vertical par pas de 2 cm, en cas d'utilisation d'une source zonale par pas de 10 cm, et autour du fantôme tous les 10° dans le plan où la réponse dans le plan vertical est maximale. La réponse de chaque système de surveillance doit être représentée sur un même graphique, comme cela est représenté à la Figure 2 et comme cela est décrit pour l'essai du 7.1.2.2.2 b).

Le rendement réel d'un instrument doit être calculé pour chaque radionucléide d'intérêt et comparé à celui de la source de référence (voir 7.3.2).

Il n'est pas nécessaire de réaliser les essais selon la méthode décrite en 7.1.2.2.2 b) pour tous les radionucléides. Cet essai est effectué pour un type de radionucléide, et la différence de réponse due au radionucléide peut être caractérisée par le détecteur individuellement.

b) Mains

L'essai peut être réalisé en utilisant soit des sources zonales d'activité uniforme soit des petites sources zonales. Lorsque des sources zonales sont utilisées, elles doivent être de dimensions 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm, et le rapport de la réponse à celle obtenue pour la source de référence peut être mesuré directement. La source doit être placée au centre du détecteur.

La réponse du détecteur doit être mesurée en utilisant la petite source zonale du radionucléide d'intérêt dans les positions représentées à la Figure 4 a). L'effet dû au bruit de fond doit être soustrait pour chaque calcul de la réponse. La moyenne des réponses doit être calculée et doit être considérée comme la réponse pour les sources zonales.

Il n'est pas nécessaire de réaliser cet essai pour tous les radionucléides. Les différences de réponse dues aux radionucléides peuvent être caractérisées par le détecteur individuellement.

c) Pieds

L'exigence doit être respectée de la même manière que ci-dessus pour les mains, sauf lorsque des sources zonales sont utilisées, auquel cas celles-ci doivent être de dimensions 30 cm × 10 cm, 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm.

Il n'est pas nécessaire de réaliser cet essai pour tous les radionucléides. Les différences de réponse dues aux radionucléides peuvent être caractérisées par le détecteur individuellement.

d) Frisker

L'essai peut être réalisé en utilisant soit des sources zonales d'activité uniforme soit des petites sources zonales. Lorsque des sources zonales sont utilisées, elles doivent être de dimensions 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm, et le rapport de la réponse à celle obtenue pour la source de référence peut être mesuré directement. La source doit être placée au centre du détecteur.

La réponse du détecteur doit être mesurée en utilisant la source du radionucléide d'intérêt dans les positions représentées à la Figure 6. L'effet dû au bruit de fond doit être soustrait pour chaque calcul de la réponse. La moyenne des réponses doit être calculée et doit être considérée comme la réponse pour les sources zonales.

Il n'est pas nécessaire de réaliser cet essai pour tous les radionucléides. Les différences de réponse dues aux radionucléides peuvent être caractérisées par le détecteur individuellement.

7.4.3 Alpha

7.4.3.1 Généralités

Dans la mesure où les rayonnements émis par la contamination alpha peuvent être dégradés de manière significative par l'autoabsorption du dépôt sur la surface contaminée, les mesurages de la réponse doivent être réalisés avec un émetteur alpha d'énergie inférieure à celle du radionucléide de référence. Il convient d'utiliser une source d'uranium naturel ou appauvri ou de ^{241}Am .

L'uranium appauvri est majoritairement du ^{238}U qui émet des alpha à 4,2 MeV, avec des traces de ^{234}U et de ^{235}U , et l'uranium naturel est du ^{238}U en équilibre approximatif avec le ^{234}U qui émet des alpha à 4,8 MeV, avec des traces de ^{235}U . Le ^{241}Am émet principalement des alpha à 5,5 MeV.

7.4.3.2 Exigences

Il convient que le fabricant précise, pour les détecteurs utilisés pour la surveillance des mains et des pieds, le rapport de la réponse à l'uranium naturel, à l'uranium appauvri ou au ^{241}Am à la réponse au radionucléide de référence.

7.4.3.3 Méthode d'essai

Les méthodes d'essai des détecteurs pour les mains et les pieds et des Frisker sont identiques à celles utilisées pour les rayonnements bêta (voir 7.4.2).

7.4.4 Gamma

7.4.4.1 Généralités

Le moniteur doit être capable de détecter les émetteurs gamma ou X d'énergie supérieure à 50 keV (5 keV pour les systèmes basse énergie). Les mesurages doivent être réalisés avec au moins 3 émetteurs gamma pour les moniteurs conçus pour mesurer les émetteurs haute énergie et 2 émetteurs pour les moniteurs conçus pour mesurer les émetteurs basse énergie, comme suit:

- un entre 5 keV et 50 keV (système basse énergie);
- un entre 50 keV et 150 keV (système basse énergie);
- un entre 150 keV et 500 keV (système haute énergie);
- un entre 500 keV et 800 keV (système haute énergie); et
- un au-dessus de 1 000 keV (système haute énergie).

Pour information, une liste de radionucléides utilisables est donnée ci-dessous:

- ^{55}Fe émission principale à 5,9 keV;
- ^{129}I émission principale à 29 keV;
- ^{241}Am émission principale à 59,5 keV avec une fenêtre suffisamment épaisse pour éliminer les électrons et les alpha;
- ^{57}Co émission principale à 122 keV;
- ^{133}Ba émission principale à 356 keV; et
- ^{137}Cs émission principale à 662 keV;
- ^{60}Co émission principale à 1 173 keV et 1 333 keV.

7.4.4.2 Exigences

Le fabricant doit spécifier, pour les détecteurs utilisés pour la surveillance du corps entier, des mains et des pieds, le rapport entre la réponse aux radionucléides utilisés pour les essais et la réponse au radionucléide de référence. Un ensemble de résultats peut être obtenu à partir de la méthode d'essai décrite en 7.1.

7.4.4.3 Méthode d'essai

a) Corps entier

Pour cet essai, le fantôme utilisé pour l'essai décrit en 7.1.2.2.2 b) doit être utilisé comme cela est spécifié pour cet essai. Une petite source zonale du radionucléide d'intérêt doit être déplacée dans le plan vertical tous les 5 cm et autour du fantôme tous les 20°. Une source avec une surface radioactive d'intérêt doit être déplacée dans le plan vertical tous les 10 cm et autour du fantôme tous les 20°. La réponse de chaque système de surveillance doit être représentée sur un même graphique, comme cela est représenté à la Figure 2 b).

Le rendement réel d'un instrument autour du fantôme doit être calculé pour chaque radionucléide d'intérêt et comparé à la source de référence (voir 7.3.2).

b) Mains

L'essai peut être réalisé en utilisant soit des sources zonales d'activité uniforme soit des petites sources zonales. Lorsque des sources zonales sont utilisées, elles doivent être de dimensions 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm. La source doit être placée directement sur la grille de protection. Le rapport de la réponse à celle obtenue pour la source de référence peut être mesuré directement. La source doit être placée au centre du détecteur.

L'effet dû au bruit de fond doit être soustrait pour chaque calcul de la réponse. La moyenne des réponses doit être calculée et doit être considérée comme la réponse pour les sources zonales.

c) Pieds

L'exigence doit être respectée de la même manière que ci-dessus pour les mains, sauf lorsque des sources zonales sont utilisées, auquel cas celles-ci doivent être de dimensions 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm. La source doit être placée directement sur la grille de protection.

d) Frisker

L'essai peut être réalisé en utilisant soit des sources zonales d'activité uniforme soit des petites sources zonales. Lorsque des sources zonales sont utilisées, elles doivent être de dimensions 15 cm × 10 cm ou 10 cm × 10 cm. La source doit être placée directement sur la grille de protection. Le rapport de la réponse à celle obtenue pour la source de référence peut être mesuré directement. La source doit être placée au centre du détecteur.

L'effet dû au bruit de fond doit être soustrait pour chaque calcul de la réponse. La moyenne des réponses doit être calculée et doit être considérée comme la réponse pour les sources zonales.

7.5 Réponse aux autres rayonnements ionisants

7.5.1 Généralités

L'appareillage doit être conçu pour limiter, dans la mesure du possible, l'influence des autres rayonnements ionisants.

Toutes les grandeurs d'influence traitées en 7.5 sont considérées comme étant du type F.

7.5.2 Rayonnement gamma

7.5.2.1 Exigences pour les appareils de surveillance ou de prévention de la contamination alpha

Quand le détecteur est soumis à un débit de kerma dans l'air de 10 µGy/h par du ¹³⁷Cs, il ne doit pas y avoir d'effet mesurable sur la mesure ou sur le niveau d'alarme. Le centre réel de la source doit être à au moins 3 m du moniteur à l'essai.

7.5.2.2 Exigences pour les appareils de surveillance ou de prévention de la contamination bêta

Les effets du rayonnement gamma doivent être déterminés par exposition du moniteur au rayonnement gamma du ¹³⁷Cs. Le centre réel de cette source de rayonnement doit être à au moins 3 m du moniteur à l'essai. Le débit de dose et les limites de l'affichage doivent être spécifiés par le fabricant. Le moniteur doit être utilisé de la manière définie par le fabricant.

7.5.3 Rayonnement alpha (pour les appareils de surveillance de la contamination bêta et gamma)

7.5.3.1 Exigences

Dans la mesure où les dangers liés aux émetteurs alpha sont en général bien supérieurs à ceux d'émetteurs bêta ou gamma, il n'y a pas d'exigence spécifique. La réponse du moniteur au rayonnement de référence alpha doit être indiquée par le fabricant si la fenêtre du détecteur a une épaisseur équivalente de moins de 6 mg/cm^2 .

Pour les appareils de surveillance simultanée des émetteurs alpha/bêta et/ou gamma qui affichent séparément les contaminations alpha, bêta et gamma, la réponse dans le système bêta au rayonnement alpha doit être inférieure à celle du système alpha.

7.5.3.2 Méthode d'essai

Insérer la source de rayonnement alpha de référence pour les pieds ou les mains dans le moniteur et, en utilisant un moniteur à échelle ou similaire, déterminer le rapport de la réponse à la source alpha, en taux de comptage par unité de taux d'émission surfacique, à la réponse similaire à la source de référence bêta.

7.5.4 Rayonnement bêta ou gamma (pour les appareils de surveillance de la contamination alpha)

7.5.4.1 Exigences

La réponse des moniteurs qui surveillent la contamination alpha aux rayonnements du $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ou au rayonnement de référence gamma doit être indiquée (voir 6.4).

Pour les moniteurs qui surveillent la contamination alpha et ceux qui surveillent simultanément les contaminations alpha/bêta, alpha/gamma ou alpha/bêta/gamma, la réponse du système alpha au rayonnement bêta ou gamma doit être inférieure à 1 % de celle due au rayonnement alpha dans ce système.

7.5.4.2 Méthode d'essai

Ajouter la source de rayonnement bêta de référence pour les pieds ou les mains dans le moniteur et, en utilisant un moniteur à échelle ou similaire, déterminer le rapport de la réponse à la source bêta, en taux de comptage par unité de taux d'émission surfacique, à la réponse similaire à la source de référence alpha.

7.6 Linéarité de l'indication

7.6.1 Exigences

Dans le cas d'appareils de surveillance dont l'indication du niveau de contamination détecté est donnée sous une forme quelconque (Bq, Bq/cm^2 , niveau dérivé, etc.), le fabricant doit effectuer des essais pour vérifier que la réponse, dans le domaine qu'il a spécifié, est linéaire à plus de 20 %.

7.6.2 Méthode d'essai

7.6.2.1 Généralités

La méthode d'essai pour vérifier la linéarité de l'indication doit être fixée par accord entre le fabricant et l'acheteur.

7.6.2.2 Méthode par utilisation de sources

La réponse doit être mesurée en trois points ou plus dans le domaine de mesure. En outre, au moins un point parmi ceux-ci doit être mesuré en utilisant la source.

7.6.2.3 Méthode par essai électrique équivalent

Si l'intégralité de la plage de mesure exigée pour les essais ci-dessus ne peut être couverte par les sources de rayonnement disponibles, il est admissible de procéder à un essai électrique équivalent pour déterminer l'erreur relative au niveau de contamination qui ne peut être fourni par les sources de rayonnement.

Le signal électrique doit avoir une forme qui simule aussi fidèlement que nécessaire la forme du signal fourni par le détecteur et doit être injecté en un point qui permette de soumettre à l'essai l'ensemble du moniteur, à l'exception du détecteur lui-même ou du photomultiplicateur, dans le cas d'un détecteur à scintillation.

7.7 Seuil d'alarme

7.7.1 Généralités

Le fabricant doit vérifier que le seuil d'alarme de chaque système de surveillance est correct en utilisant une source ou en envoyant un train d'impulsions convenable.

7.7.2 Exigences

Chaque système de surveillance déclenche une alarme visuelle et sonore lorsque le signal de sortie d'un détecteur dépasse le seuil d'alarme prédéterminé.

7.7.3 Méthode d'essai

Un essai de vérification d'alarme est effectué en soumettant le détecteur à des comptages supérieurs au seuil d'alarme, causés par l'exposition au rayonnement bêta (rayonnement alpha ou gamma pour un détecteur alpha ou gamma, respectivement) ou par l'envoi d'impulsions au moyen d'un générateur d'impulsions. Cet essai est effectué pour tous les systèmes de surveillance.

8 Protection des surcharges

8.1 Exigences

Pour les intensités de rayonnement supérieures à celles qui correspondent à la pleine échelle d'un dispositif d'affichage ou supérieures au niveau d'alarme, le moniteur doit indiquer un niveau supérieur à l'affichage maximal et l'alarme doit toujours être activée.

8.2 Méthode d'essai

La conformité aux exigences doit être confirmée en plaçant, pour les moniteurs qui détectent les gamma, une source de 10^6 Bq de ^{137}Cs , pour les moniteurs qui détectent les bêta, 10^5 Bq de ^{90}Sr en équilibre avec ses descendants sur la surface de protection normalement adaptée à la surface sensible du détecteur, et pour les moniteurs qui détectent les alpha, 10^4 Bq de ^{241}Am sur la surface de protection normalement adaptée à la surface sensible du détecteur. L'alarme de contamination doit se déclencher et l'information qui indique que le détecteur exposé à la source de rayonnement fournit une indication d'alarme doit s'afficher.