IEC 62363

Edition 1.0 2008-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Portable photon contamination meters and monitors

Instrumentation pour la radioprotection – Appareils portables de mesure et de surveillance de la contamination par des photons

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 62363

Edition 1.0 2008-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Portable photon contamination meters and monitors

Instrumentation pour la radioprotection – Appareils portables de mesure et de surveillance de la contamination par des photons

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX V

ICS 13.280

ISBN 2-8318-9733-5

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CONTENTS

FOREWORD 5

1 Scope and object 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 8
4 Units 12
5 General characteristics 12
5.1 Classification 12
5.2 Detection assemblies 12
5.3 Ease of decontamination 12
5.4 Sealing 13
5.5 Alarm threshold 13
5.6 Pulse height thresholds 13
5.7 Measurement assembly indications 13
5.7.1 Meter display 13
5.7.2 Audible indication 14
5.7.3 Additional indication 14
5.7.4 Monitors 14
5.8 Effective range of measurement 14
5.9 Mechanical shocks 14
5.10 Setting up and maintenance facilities for electronic equipment 14
6 General test procedures 15
6.1 Nature of tests 15
6.2 Test conditions 15
6.2.1 Reference and standard test conditions 15
6.2.2 Tests performed under standard test conditions 15
6.2.3 Tests performed with variation of influence quantities 15
6.3 Reference radionuclides 15
6.4 Background 15
6.5 Statistical fluctuations 16
6.6 Test source 16
7 Electrical characteristics 16
7.1 Statistical fluctuations 16
7.1.1 Requirements 16
7.1.2 Method of test 16
7.2 Response time 17
7.2.1 Requirements 17
7.2.2 Method of test 17
7.3 Interrelationship between response time and statistical fluctuations 17
7.4 Warm-up time test 18
7.4.1 Requirements 18
7.4.2 Method of test 18
7.5 Overload protection 18
7.5.1 Requirements 18
7.5.2 Method of test 18
7.6 Power supplies – battery operation 18

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

7.6.1 General 18
7.6.2 Requirements – primary batteries (non-rechargeable) 18
7.6.3 Requirements – secondary batteries (rechargeable) 19
7.6.4 Method of test 19
8 Radiation characteristics 20
8.1 General 20
8.2 Detector profile 20
8.2.1 Requirements 20
8.2.2 Method of test 20
8.3 Surface emission rate response 20
8.3.1 General 20
8.3.2 Type test 20
8.3.3 Method of test 21
8.3.4 Routine test 22
8.4 Relative intrinsic error 22
8.4.1 Requirements 22
8.4.2 Method of test 22
8.5 Variation of surface emission rate response with photon radiation energy 22
8.5.1 Requirements 22
8.5.2 Method of test 23
8.6 Variation of response with absorption 23
8.6.1 Requirement 23
8.6.2 Method of test 24
8.7 Response to beta radiation 24
8.7.1 Requirement 24
8.7.2 Method of test 24
8.8 Response to background photon radiation 24
8.8.1 Requirement 24
8.8.2 Method of test 25
8.9 Neutrons 25
8.10 Detection limit (minimum detectable surface emission rate per unit area) 25
8.10.1 Requirement 25
8.10.2 Method of test 25
9 Environmental characteristics 25
9.1 Ambient temperature 25
9.1.1 Requirements 25
9.1.2 Methods of test 26
9.2 Relative humidity 26
9.2.1 Requirements 26
9.2.2 Method of test 26
9.3 Electromagnetic compatibility 26
10 Storage 27
10.1 General 27
10.2 Mechanical shock 27
11 Documentation 27
11.1 Identification certificate 27
11.2 Operation and maintenance manual 27

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex A (informative) Limit distances for typical detector volumes 31

Figure 1 – Detector profile 29
Figure 2 – Contiguous portions area for testing 30

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions 28
Table 2 – Test performed under standard test conditions 28
Table 3 – Test performed with variation of influence quantities 29
Table A.1 – Limit distance for various detector volumes and window types 31

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

International Standard IEC 62363 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard should be regarded as a complementary standard to IEC 60325, which is applicable to alpha and beta contamination monitoring assemblies.

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

FDIS	Report on voting
45B/579/FDIS	45B/590/RVD

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – PORTABLE PHOTON CONTAMINATION METERS AND MONITORS

1 Scope and object

This International Standard is applicable to portable and transportable contamination meters and monitors designed for the direct measurement or the direct detection of surface contamination by photon radiation emitting radionuclides and which comprise at least:

– a detection assembly (comprising counter tube, scintillation detector or semiconductor detector, etc.), which may be connected either rigidly or by means of a flexible cable or incorporated into a single assembly;
– a measurement assembly.

The standard is applicable to:

– photon surface contamination meters;
– photon surface contamination monitors.

The standard is applicable to detection assemblies that are designed to measure photon contamination from radionuclides which emit photons with energy in excess of 5 keV. In particular, this standard should be used to assess the performance of assemblies used to demonstrate that material is free from surface contamination by photon emitting radionuclides.

This standard is also applicable to special purpose assemblies and to assemblies specifically designed to provide limited spectroscopic information to the user.

NOTE These detection assemblies may be used to measure photon emissions from radionuclides that also emit alpha and beta radiations, where the alpha and beta emissions may be shielded due to the nature of the contamination. If shielding of the radioactive emissions occurs, then strictly speaking, the contamination is near to rather than on the surface of the article being monitored.

The object of this standard is to lay down standard requirements and to give examples of acceptable methods, and also to specify general characteristics, general test conditions, radiation characteristics, electrical safety, environmental characteristics, and the requirements of the identification certificate for photon contamination meters and monitors.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 393: Nuclear Instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

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

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

IEC 60086 (all parts), *Primary batteries*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 60325:2002, *Radiation protection instrumentation – Alpha, beta and alpha/beta (beta energy >60 keV) contamination meters and monitors*

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

ISO 7503-1:1988, *Evaluation of surface contamination – Part 1: Beta-emitters (maximum beta energy greater than 0,15 MeV) and alpha-emitters*

ISO 7503-3:1996, *Evaluation of surface contamination – Part 3: Isomeric transition and electron capture emitters, low energy beta-emitters (E Beta max less than 0,15 MeV)*

ISO 8769-2:1996, *Reference sources for the calibration of surface contamination monitors – Part 2: Electrons of energy less than 0,15 MeV and photons of energy less than 1,5 MeV*

ISO 11929-1:2000, *Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements – Part 1: Fundamentals and application to counting measurements without the influence of sample treatment*

BIPM, *The international system of units (SI)*, 7th edition, 1998

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the general terminology concerning the detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation given in IEC 60050-393 and IEC 60050-394 applies. Also, the terms and definitions specific to this standard given in ISO 7503-1, ISO 7503-3, ISO 8769-2 and ISO 11929-1, as well as the following, apply.

3.1
particle
very small portion of matter or energy

[IEV 393-11-01]

3.2
photon
quantum of electromagnetic radiation considered as an elementary particle of energy hv, where h is the Planck constant and v the frequency of the radiation

[IEV 393-11-06]

3.3
surface emission rate (for a radioactive source)
number of particles of a given type, whose energies are above a given value, emerging from the face of the radioactive source or its window per unit time

[IEV 393-14-87]

NOTE In the context of this standard, a particle refers to a photon.

3.4
calibrated source activity
activity of a test source in Becquerels, as stated by the source manufacturer at the time of purchase, or an appropriately accredited calibration laboratory. The calibrated activity shall always have a correction applied to take into account radioactive decay

3.5
effective range of measurement
absolute value of the difference between the two limits of a nominal range

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

[IEV 394-40-16]

3.6
response time (of a measuring assembly)
duration between the instant of a step change in the measured quantity and the instant when the output signal reaches for the first time a specified percentage of its final value, that percentage being usually taken as 90 %

[IEV 394-39-09]

NOTE For integrating measuring assemblies, the response time is 90 % of the equilibrium value of the first derivative or slope of the indication.

3.7
source efficiency
ε_s
ratio between the surface emission rate and the number of particles of the same type created or released within the source per unit time

[ISO 8769-2, 3.3, modified]

NOTE Source efficiency will be affected by self-absorption and backscatter.

3.8
decay efficiency of a radionuclide with respect to photons
ε_d
ratio of the number of photons of a given energy, created per unit time by a given radionuclide, to the number of decays of this radionuclide per unit time

[ISO 7503-3, 3.1, modified]

3.9
small area source
source where the largest dimension of the active surface does not exceed 1 cm

3.10
surface emission rate response
S
ratio of the number of detected photons per unit time (for example the net count rate) to the conventionally true surface emission rate of photons of the same type per unit area, under stated conditions specified by the manufacturer

3.11
surface activity response
ratio of the number of detected photons per unit time (for example the net count rate) to the activity (in Becquerels) of the radioactive source per unit area, under stated conditions specified by the manufacturer

3.12
effective sensitive area
area under the detector, where the efficiency to a small area source located within that area is always greater than 1 % of the maximum efficiency to the same source within that area

NOTE The plane of the sensitive surface of the detection assembly is maintained 10 mm above the plane of the source.

3.13
sensitive volume (of a detector)
part of the detector which is sensitive to a radiation and is used for detection

[IEV 394-38-22]

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.14
sensitivity (of a measuring assembly)
K
for a given value of the measured quantity, ratio of the variation of the observed variable to the corresponding variation of the measured quantity

[IEV 394-39-07]

NOTE For example in this standard, the sensitivity is used to relate the indicated net count rate (observed variable) to the air kerma rate (measured quantity) from photon radiation.

3.15
normalised relative intrinsic error (surface emission rate response)
ratio (I_S) of the deviation of the surface emission rate response from the reference surface emission rate response ($S_i - S_r$) to the reference surface emission rate response S_r. It may be expressed as a percentage

$$I_S = 100 \times \frac{S_i - S_r}{S_r}$$

3.16
normalised relative intrinsic error (sensitivity)
ratio (I_K) of the deviation of the sensitivity from the reference sensitivity ($K_i - K_r$) to the reference sensitivity, K_r. It may be expressed as a percentage

$$I_K = 100 \times \frac{K_i - K_r}{K_r}$$

3.17
coefficient of variation
ratio 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:

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

[IEV 394-40-14]

3.18
detection limit (minimum detectable surface emission rate per unit area)
surface emission rate per unit area derived according to the procedure given in ISO 11929-1

NOTE With values of counting rates and counting times of adequate size, a simplified formula for the counting rate at the lower limit of detection is used. In the case of time preselection and known background counting rate, the following simplified formula applies:

$$R_n = (k_{1-\alpha} + k_{1-\beta}) \sqrt{R_o \left(\frac{1}{t_o} + \frac{1}{t_b} \right)}$$

where

R_n is the counting rate at the lower limit of detection;

R_o is the background counting rate;

t_b is the preselected time for background counting;

t_o is the preselected time for measurement;

$k_{1-\alpha}$ is the quantile of the standard deviation of errors of the first kind;

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

$k_{1-\beta}$ is the quantile of the standard deviation of errors of the second kind.

For instance for $\alpha = \beta = 0{,}05$, $(k_{1-\alpha}) = (k_{1-\beta}) = 1{,}645$

$$R_n = (1{,}645 + 1{,}645)\sqrt{R_o\left(\frac{1}{t_o} + \frac{1}{t_b}\right)}$$

The detection limit of the surface emission rate per unit area for a specified radionuclide becomes

$$DL = \frac{R_n}{S}$$

where S is the surface emission rate response (see 3.10). The surface emission rate per unit area is expressed in s^{-1} cm^{-2}.

3.19
conventionally true value of a quantity
value attributed to a particular quantity and accepted, sometimes by convention, as having an uncertainty appropriate for a given purpose

[IEV 394-40-10]

NOTE A conventionally true value is, in general, regarded as sufficiently close to the true value for the difference to be insignificant for the given purpose. For example, a value determined from a primary or secondary standard or by a reference instrument may be taken as the conventionally true value.

3.20
detection assembly
assembly containing at least the detector

3.21
measurement assembly
assembly processing the signals received from the detection assembly and displaying the level of contamination detected

3.22
photon surface contamination meter
assembly including one or more radiation detectors, that is designed to measure photon surface emissions from the surface under examination

3.23
limit distance
lateral distance of a small area test source emitting photons of a given photon energy from the central axis of the detection assembly where the reading of the measurement assembly is 1 % of the maximum reading. The plane of the sensitive surface of the detection assembly is maintained 10 mm above the plane of the source

3.24
influence quantity
quantity that is not the measurand but that affects the result of the measurement

[IEV 394-40-27]

3.25
test
technical operation that consists of the determination of one or more characteristics of a given product, process of service according to a specified procedure

[IEV 394-40-01]

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE 1 A test is carried out to measure or classify a characteristic or a property of an item by applying to the item a set of environmental and operating conditions and/or requirements.

NOTE 2 Tests are subdivided into type tests and routine tests and are identified as such in this standard.

3.26
type test
conformity test made on one or more items representative of the production

[IEV 394-40-02]

3.27
routine test
conformity test made on each individual item during or after manufacture

[IEV 394-40-03]

3.28
acceptance test
contractual test to prove to the customer that the device fulfils certain specifications

[IEV 394-40-05]

NOTE These tests are, in general, selected from the tests specified, but this selection is a contractual matter and does not form any part of this standard.

4 Units

In this standard, the units are the multiples and sub-multiples of units of the International System of Units (SI). The following non-SI units are also used:

Time: years, days, hours (h), minutes (min).

For energy: electron-volt (eV) (1eV = 1,602×10^{-19} J).

NOTE Definitions of the radiation quantities and dosimetric terms are given in IEC 60050-393 and IEC 60050-394.

5 General characteristics

5.1 Classification

The manufacturer shall classify the assembly according to the following photon energy range or ranges for which it is designed:

Greater than 50 keV

Between 20 keV and 50 keV

Less than 10 keV

5.2 Detection assemblies

The dimensions of the sensitive volume of the detection assembly shall be stated. For assemblies designed to measure low energy photons, the manufacturer shall also state the area of the detection window.

5.3 Ease of decontamination

The assembly shall be constructed so as to permit easy decontamination. It is recommended that it be provided, for example, with a smooth non-porous external surface which is free from crevices. Alternatively, it shall be possible to use at least the measurement assembly when

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

placed in a thin flexible envelope which is either disposable or easy to decontaminate and which is provided with transparent parts to permit the instrument scale to be read.

5.4 Sealing

For assemblies intended for outdoor use, the manufacturer shall state the precautions that have been taken to prevent the ingress of moisture.

5.5 Alarm threshold

This clause is applicable to monitors only.

A monitor shall include circuits necessary for activating an alarm at one or more thresholds. The number of tripping levels shall be subject to agreement between manufacturer and purchaser.

The values of alarm threshold shall be given either as percentages of the ranges or in terms of units of the display.

Each alarm threshold shall be designed to allow convenient operational verification by means of test signals, radioactive sources or signal input circuitry.

The range of adjustment shall be specified and the value of the alarm threshold shall be capable of being adjusted to any point within this range. It shall not be possible to incapacitate the alarm by any means such as setting the alarm thresholds beyond range limits. If a mute facility is provided it shall automatically reset when the alarm condition ceases.

Alarm threshold adjustments shall not be easily accessible to the operator (for example keyswitch operated or protected password).

5.6 Pulse height thresholds

Measurement assemblies should have the facility to set pulse height thresholds, which correspond to photon energy thresholds, in order to discriminate against interfering photon and/or beta radiations. Thresholds should be secure and only changed through internal controls or menus accessed by means of a password.

5.7 Measurement assembly indications

5.7.1 Meter display

The assembly should display the count rate.

Displays where the quantity displayed is derived from count rate such as activity should only be used where the radionuclide mix has been characterised. In this situation, the measurement assembly shall be programmed with the relationship between the surface emission rate and total activity (or activity per unit area) of the mix, taking account of the decay efficiency of the radionuclide(s), the surface emission rate response and the source efficiency. The manufacturer shall state the method used to program the assembly with this relationship. Where the assembly indicates activity, the manufacturer should indicate the assumed surface area of the activity. The unit of activity shall be the Becquerel (Bq).

For digital displays, an additional pseudo-analogue graphical indication should be provided which shows the count rate (or activity) in terms of the proportion of the maximum of the range indication, for example a bargraph.

Where an instrument has a digital display, a feature shall be provided to check that all segments of the display are operational.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Where linearly scaled displays are used for this application, autoranging functionality should also be provided.

5.7.2 Audible indication

An audible indication of count rate shall be provided. There shall be a facility for muting this indication. Where the equipment has been designed for use where noise levels could be high, provision shall be made for the use of a head set.

5.7.3 Additional indication

Indication shall be given of operational conditions in which the indication is not correct (within the specifications of this standard), for example low battery or detector failure.

5.7.4 Monitors

All the characteristics described in 5.7.1, 5.7.2 and 5.7.3 are also required for monitors.

In addition to the audible indication of count rate (or activity) above, there shall be either an audible indication of contamination above a certain preset value or visual indication. Although the audible indication may be produced by the same transducer as the indication of count rate, it shall be distinctly different from this indication.

5.8 Effective range of measurement

For logarithmically scaled assemblies, the effective range of measurement shall be from below one third of the least significant decade to full scale.

For digitally scaled assemblies, the effective range of measurement shall be from the start of the second least significant digit to the maximum of the rated range of measurement.

The manufacturer shall state the effective range of measurement of each scale range. For assemblies with more than one scale range, the effective range of measurement for each range shall overlap.

For assemblies with digital and scientific display (e.g. $x,y \times 10^{\pm 2}$) the mantissa shall have at least two digits (for instance 1,0 to 9,9) and the manufacturer shall define the effective range of measurement (for instance $1,0 \times 10^{-2}$ to $9,9 \times 10^{4}$ with units counts·s^{-1}). For the purposes of this standard, assemblies using this type of display shall conform to the requirements of digital scaled assemblies.

Consideration should be given to providing the capability for the determination of low count rates, possibly using an integration facility.

5.9 Mechanical shocks

Portable assemblies shall be able to withstand without damage mechanical shocks from all directions involving a peak acceleration of 300 m·s^{-2} for a time interval of 18 ms, the shape of the shock being semi-sinusoidal (see IEC 60068-2-27).

5.10 Setting up and maintenance facilities for electronic equipment

In addition to an adequate instruction and maintenance manual, all assemblies shall be provided with sufficient easily accessible test points to facilitate setting up and fault location, together with, where necessary, maintenance aids such as extension printed wiring boards, extension leads and special maintenance tools. Facilities shall be provided to prevent the unauthorised access to all the set-up functions of the equipment.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

6 General test procedures

6.1 Nature of tests

Qualification tests are performed in order to verify that the requirements of a specification are fulfilled (see 3.25). Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests (see 3.26 and 3.27).

All tests enumerated in the following clauses are to be considered as "type tests", with the exception of the test described in 8.3.4.

Some of these tests may, by agreement between the manufacturer and purchaser, be considered to be acceptance tests (see 3.28). Unless otherwise specified, the requirements corresponding to the tests shall be met over the whole effective range of measurement of the instrument.

Since the configuration of the measurement assembly is critical to the performance characteristics of the instrument, then both the measurement and the detection assemblies shall be tested together as a single unit. Tests on measurement assemblies are described fully in IEC 60325.

6.2 Test conditions

6.2.1 Reference and standard test conditions

Reference conditions are given in the second column of Table 1. Except where otherwise specified, the tests in this standard shall be carried out under the standard test conditions given in the third column of Table 1.

6.2.2 Tests performed under standard test conditions

Tests which are performed under standard test conditions are listed in Table 2 which indicates, for each characteristic, the requirement (permissible variation in indication) and the subclause where the corresponding test method is described.

6.2.3 Tests performed with variation of influence quantities

These tests are intended to determine the effects of variations in influence quantities, and are given in Table 3 with the range of variation of each influence quantity and limits of consequent variation in the indication of an assembly.

In order to test the effect of variation in any one of the influence quantities listed in Table 3, all other influence quantities shall be maintained within the limits for standard test conditions given in Table 1, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

6.3 Reference radionuclides

The reference radionuclide is dependent on the photon energy range stated by the manufacturer. The reference radionuclides and associated photon energy ranges are:

Greater than 50 keV	^{137}Cs
Between 20 keV and 50 keV	^{129}I
Less than 10 keV	^{55}Fe

6.4 Background

The background indicated by the instrument shall be subtracted from the observed signal by a suitable procedure which could include calculation.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

If the equipment has the capability to determine background rates for net rate determination, the manufacturer shall clearly state the method used and the uncertainties involved.

6.5 Statistical fluctuations

For any test involving the use of radiation, if the magnitude of the statistical fluctuations of the indications, arising from the random nature of the emission of radiation alone, is a significant fraction of the variation of the indication permitted in the test, then sufficient readings shall be taken to ensure that the mean value of such readings may be estimated with sufficient precision to demonstrate compliance with the requirement in question. The interval between such readings shall be at least three times the response time to ensure that the readings are statistically independent.

6.6 Test source

Photon emitting reference sources shall include the filtration specified in ISO 8769-2. The filters should normally be an integral part of the source; they should not be removable. The area of the filter should be such that it extends 1 cm beyond the active area of the source.

The surface emission rate of the reference source shall be determined with an uncertainty which shall not exceed ±10 %.

The uniformity of a reference source with respect to surface emission rate shall be better than ±10 %.

NOTE The uncertainties are quoted at the 68 % confidence level (one standard deviation).

Calibrations of photon surface emission rate may be difficult to realise in some situations. Therefore, for higher energy photon emitters, it is acceptable to derive the photon surface emission rate using the calibrated source activity, the decay efficiency and assuming a source efficiency of 0,5. However it is important to estimate the uncertainty associated with this procedure.

Typically, a test source will have an active area of 100 cm^2 (10 cm long by 10 cm wide) or 150 cm^2 (15 cm long by 10 cm wide).

7 Electrical characteristics

7.1 Statistical fluctuations

7.1.1 Requirements

Owing to the random nature of photon emissions, the indications of a contamination meter fluctuate about an average value. The coefficient of variation of the indication due to these random fluctuations shall be less than 0,2. This requirement applies to any contamination level exceeding that corresponding to the following indications:

- logarithmic scales: three times the lowest significant graduation on the scale;
- linear scales: one third of the scale maximum on the most sensitive range;
- digital display: ten times the value of the least significant digit.

This does not preclude the possibility of having selectable time constants, not all of which have to be met by this requirement. In this case, the manufacturer shall state which time constants meet this requirement.

7.1.2 Method of test

Expose the assembly to a source of radiation giving an indication between one third and one half of scale maximum on the most sensitive range (linear scale) or the most sensitive decade

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

(logarithmic scale) or an indication of the number 1 in the second least significant digit (digital displays).

Take a series of at least 20 readings at convenient time intervals. In order for the readings to be independent from one another, this time interval shall be not less than that corresponding to three times the response time of the measurement assembly. Find the mean value and the coefficient of variation of all the readings taken. The coefficient of variation shall lie within the limits of 7.1.1.

7.2 Response time

7.2.1 Requirements

The response time shall be such that, if there is a sudden change in the contamination being measured, the indication will reach the following value in less than 7 s for both an increase and a decrease in the indication:

$$M_{\mathrm{i}} + \frac{90}{100}\left(M_{\mathrm{f}} - M_{\mathrm{i}}\right)$$

where

M_{i} is the initial indication, and

M_{f} is the final indication.

The response time shall be stated by the manufacturer.

7.2.2 Method of test

The test should be carried out with a radiation source.

The initial and final indications shall differ by a factor of 10 or more. The lower indication shall not exceed one third of the least significant complete decade.

Measurements shall be made for both an increase and a decrease in indication.

The assembly shall be subjected first to the higher activity radiation source and the reading M_{f} noted. The assembly shall then be subjected to the lower activity source for a time sufficient for the indication M_s to reach a steady value and this indication noted. The level of activity shall then be changed as quickly as possible to that corresponding to the reading M_{f} and the time taken to reach the value given by the formula in 7.2.1 measured.

The decreasing reading test shall be performed in the same way with the readings corresponding to M_{f} and M_{i} interchanged.

7.3 Interrelationship between response time and statistical fluctuations

The response time and coefficient of variation of the statistical fluctuations are interdependent characteristics, acceptable limits for which are given in 7.1 and 7.2.

For high contamination levels, it is recommended that, whenever possible, the response time be reduced, while conforming to the limits laid down for the statistical fluctuations.

If the limits in 7.1 and 7.2 can be met with a response time of not more than 1 s, it is preferable to reduce the statistical fluctuations rather than to reduce the response time below 1 s.

If the above requirements are not met at low contamination levels, the manufacturer shall state the appropriate values of the coefficient of variation and response time in this range.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

7.4 Warm-up time test

7.4.1 Requirements

The time taken for the assembly, after switching on while it is exposed to the reference radiation, to give an indication which does not differ by more than 20 % from the final value obtained under standard test conditions shall be less than 1 min.

7.4.2 Method of test

With the assembly switched off, expose it to an appropriate radiation source that will provide an indication of at least half of the scale maximum on the most sensitive range or decade. Switch on the instrument and note the readings every 5 s during a period of 6 min after switching on.

30 min after switching on, take a sufficient number of readings and use the mean value as the final value of the indication. From the graph of readings as a function of time, note the warm-up time, where the reading should be within 20 % of the final reading.

7.5 Overload protection

7.5.1 Requirements

For activities corresponding to 10 times greater than maximum of the range of indication, the indication of the assembly shall be off scale at the higher end of the scale range, or display the overload indication. For assemblies with more than one scale range, this requirement shall apply to each scale range.

The overload shall be indicated within 5 s of applying the activity and the indication shall return to be on scale within 30 s of the removal of the activity.

7.5.2 Method of test

Compliance with this requirement is tested by submitting the assemblies for 1 min to an activity of at least 10 times that corresponding to full scale deflection of each scale or equivalent to 10^6 counts per second, whichever is the greater. This requirement shall apply to each scale range. Five minutes after removal of overload activity, the performance shall return to normal (see 8.3.2).

7.6 Power supplies – battery operation

7.6.1 General

Battery power shall be provided for the assembly. Facilities shall be provided for testing the battery under maximum load. Also, provision shall be made for indicating when the battery condition is no longer adequate for the performance of the assembly to meet the requirements of this standard. Batteries may be connected in any desired manner but shall be individually replaceable; the correct polarity shall be clearly indicated on the measurement assembly by the manufacturer.

7.6.2 Requirements – primary batteries (non-rechargeable)

When power is supplied by primary batteries, the capacity of these should be such that, after 40 h of intermittent use during operation under standard test conditions, the reading of the measurement assembly shall remain within ±5 %, other functions remaining within specification.

It is recommended that batteries as specified in IEC 60086 be used.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE 40 h of intermittent use means 8 h of continuous use followed by 16 h with the instrument switched off, for 5 consecutive days.

7.6.3 Requirements – secondary batteries (rechargeable)

When power is supplied by secondary batteries, the capacity of these shall be such that after 8 h of continuous use, the indication of the assembly shall remain within ±5 %, other functions remaining within specifications.

If secondary batteries are used, it shall be possible to recharge the batteries from the mains supply within 16 h. The use of a device which switches off the charger when the complete charge is obtained is recommended.

7.6.4 Method of test

The evaluation of the remaining battery capacity may be undertaken either by measuring the actual voltage of the internal batteries or, especially for secondary batteries, by performing charge measurements during use and recharging.

If the actual voltage is measured, the test shall be performed as follows. The internal batteries shall be removed and the assembly connected to an external power supply via an adjustable series resistance. The power supply shall be set to the nominal battery voltage U_{nom} and the series resistance to zero. The assembly shall be switched on and allowed to stabilize at normal background levels. If the assembly has a separate battery test function, this shall be selected. If the assembly continuously monitors the battery condition, then the assembly shall be switched to the radiation measurement indication. The supply voltage shall then be reduced until the assembly first indicates that the battery condition is no longer adequate. This voltage U_{low} and the supply current A_{low} shall be noted. The supply voltage shall then be returned to the nominal value U_{nom} and the series resistance increased until the battery condition is no longer adequate. This resistance R_{low} shall be noted.

The assembly shall then be exposed to a radiation source of sufficient activity to give an indication close to the maximum of the range of indication. The supply voltage shall be set to the nominal value U_{nom} and the series resistance to zero. Any functions which increase the assembly's demand on the battery shall be switched on, including the scale illumination, lamps and audio output. Then the assembly indication $M_{\text{i,nom}}$ shall be recorded. The supply voltage shall then be decreased to U_{low} and the assembly indication $M_{\text{i,low,1}}$ recorded. The supply voltage shall then be returned to U_{nom} and the series resistance increased to R_{low}. The assembly indication $M_{\text{i,low,2}}$ shall be noted and the assembly checked to ensure that any auxiliary functions selected are operating correctly.

The assembly shall meet the following criteria:

– $0{,}95 \leq \dfrac{M_{\text{i,low,1}}}{M_{\text{i,nom}}} \leq 1{,}05$ and $0{,}95 \leq \dfrac{M_{\text{i,low,2}}}{M_{\text{i,nom}}} \leq 1{,}05$

– all auxiliary functions operating as selected and

– $\dfrac{Q_{\text{nom}}}{A_{\text{low}}} \geq 40$ h primary batteries and for $\dfrac{Q_{\text{nom}}}{A_{\text{low}}} \geq 8$ h for secondary batteries

Q_{nom} is the nominal capacity of the batteries (typically in mA·h).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8 Radiation characteristics

8.1 General

For the determination of the radiation characteristics of the assembly, the manufacturer shall set the distance between the window of the detector and the active surface of the test source to 10 mm.

8.2 Detector profile

8.2.1 Requirements

The manufacturer shall state the lateral distance (limit distance) between the central point directly under the surface of the detection assembly to a small area source of the reference radionuclide, where the reading of the detection assembly falls to 1 % of the central value.

8.2.2 Method of test

To determine a detector profile, the detection assembly should be mounted concentrically 10 mm above a small area source of an appropriate radionuclide. The instrument reading should be recorded successively as the source is moved radially away from the central position. In this fashion, a detector profile can be formed: an example of such a profile is provided in Figure 1.

The distance at which the net instrument reading falls to 1 % of the central value denotes the outer dimensions of the large area source required to perform a contiguous portions calibration. This is defined as the limit distance (see 3.23). Clearly, the dimensions of that large area source are dependent upon the size of the detector area of the monitor used, its structural characteristics and the energy of the radiation.

8.3 Surface emission rate response

8.3.1 General

Photon contamination meters and monitors will be sensitive to contamination that is found at a distance from the centre of the detection assembly that is considerably greater than the largest dimension of the detector window. Therefore the large area test source should have a smallest linear dimension that is greater than the limit distance evaluated when undertaking the detector profile in 8.2. However in practice, this area may be very large for detection assemblies with sensitive volumes in excess of 20 ml, so for the purposes of standardisation, the largest linear dimension of the large area test source should not exceed 30 cm.

NOTE 1 A limit distance of 17 cm is equivalent to an effective sensitive area under the detector of 900 cm^2 (circle of radius 17 cm). This area is simulated using a square large area test source with a linear dimension of 30 cm.

NOTE 2 Annex A gives examples of limit distances.

If a large area test source of the required dimensions is unavailable, then the surface emission rate response shall be derived by undertaking a contiguous portions measurement. In the case of a 900 cm^2 test source, this is then achieved with a square grid of six 150 cm^2 or nine 100 cm^2 test sources.

8.3.2 Type test

The surface emission rate response is dependent on the surface area of the test source, and its shape. The manufacturer shall state on the test certificate the surface emission rate response of the assembly to the appropriate reference radionuclide averaged over an area of both 30 cm × 30 cm (900 cm^2); and an area of 10 cm × 10 cm or 15 cm × 10 cm.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

The manufacturer shall state the relationship between the surface emission rate response averaged over 900 cm^2, and that averaged over a single large area calibration source (100 cm^2 or 150 cm^2).

In the case of rectangular detectors, the manufacturer shall state the relative orientation of the detector and the source used.

8.3.3 Method of test

8.3.3.1 General

The surface emission rate response (S) of the detection assembly shall be measured using a high efficiency source with an area such that the effective sensitive area under the detector is irradiated.

Where sources of area 30 cm × 30 cm are unavailable, the contiguous portions method shall be used.

8.3.3.2 Contiguous portions measurement

A large area calibration source of standard dimensions (100 cm^2 or 150 cm^2) can be used repeatedly to simulate a square 900 cm^2 source. By placing the test source in successive positions, the whole area required may be covered. The instrument readings observed in those positions can then be combined to obtain the total indication of the detector that may have been observed if a 900 cm^2 source had been used.

A grid should be drawn up to outline the adjacent, but not overlapping, source positions in which measurements are to be made: the grid should accommodate the active area of the source rather than the whole area if an inactive rim is fitted. The number of source positions used in the grid should be sufficient to cover the area of the 900 cm^2. The use of a grid, as illustrated in Figure 2, serves to minimise errors in positioning the source and hence reduce any additional contribution to the overall uncertainty in the calibration.

With the detector fixed 10 mm above the central position, the source should be placed in each of the grid positions in turn and the observed instrument readings should be recorded. The observed readings (R_i), should then be background corrected ($R_i - B$), and summed to obtain the total detector indication ($\sum(R_i - B)$). Division of the corrected total detector indication by the surface emission rate per unit area of the source, allows the surface emission rate response (S_{CP}) in terms of counts per second per emission per second per unit area (counts·s^{-1} per photon·s^{-1} per cm^2) to be calculated.

8.3.3.3 Relationship between contiguous portions and large area source measurements

A further test shall be undertaken, where the detection assembly is placed centrally over a single large area calibration source (100 cm^2 or 150 cm^2), and surface emission rate response (single source) S_S shall be derived. The following area correction factor shall be evaluated:

$$C = S_{CP}/S_S$$

This correction factor shall be stated by the manufacturer.

NOTE Ideally the single large area source should be a square source of dimensions 100 cm^2. However, the rectangular 150 cm^2 has been included since it is frequently used for calibration purposes.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.3.4 Routine test

Place the detection assembly centrally over a single large area source and evaluate the surface emission rate response S_S. The dimensions of the single large area source shall be identical to those used for the type test (10 cm × 10 cm or 10 cm × 15 cm).

The area correction factor shall be stated on the test certificate.

8.4 Relative intrinsic error

8.4.1 Requirements

Under standard test conditions, the normalised relative intrinsic error I, in the surface emission rate response (or sensitivity) of the assembly to the relevant reference radionuclides shall not exceed ±20 % over the whole of the effective range of measurement.

NOTE This error does not include the uncertainty in the value of the conventionally true surface emission rate per unit area for the test source used.

8.4.2 Method of test

The normalised relative intrinsic error should be evaluated based on the variation of the surface emission rate response using a number of geometrically identical sources with a wide range of surface emission rates.

The reference surface emission rate response S_r should be selected at a count rate where dead time effects are minimised and an order of magnitude above the background count rate, typically between 100 s^{-1} and 500 s^{-1}.

Where a suitable range of surface emission rate sources is unavailable, a suitable range of air kerma rates from a collimated ^{137}Cs source may be used. In this situation, the sensitivity should be evaluated (see 3.14) and the normalised relative intrinsic error should be evaluated using the formula in 3.16. The reference sensitivity $K_{r,}$ should be selected at an indication where dead time effects are minimised.

For linear and logarithmically scaled assemblies, the test should be performed for at least three values in each decade of the effective range of measurement, with test points at approximately 25 %, 50 % and 75 % of each decade. For digitally scaled instruments the test should be performed for a single value in each decade of the effective range of measurement; the value should be close to the mid-point of the decade.

Where more than one type of scale is used, the requirements for each shall be met.

For this test, a radiation other than that from the reference sources specified in 6.3 may be used.

8.5 Variation of surface emission rate response with photon radiation energy

8.5.1 Requirements

In addition to the measurements specified in 8.3, the surface emission rate response shall be measured with photon emitters of at least four different energies distributed as follows:

- one less than 10 keV
- one between 10 keV and 50 keV
- one between 50 keV and 600 keV
- one between 600 keV and 1 000 keV
- one greater than 1 000 keV

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

As a guide, suitable radionuclides are:

^{55}Fe (most abundant photon energy 5,9 keV, half life 2,7 years);

^{129}I (most abundant photon energy 32 keV, half-life $1{,}57\times10^{7}$ years);

^{241}Am (most abundant photon energy 59,5 keV, half-life 432 years);

^{57}Co (most abundant photon energy 122 keV, half-life 0,74 years);

^{137}Cs (most abundant photon energy 662 keV, half-life 30 years);

^{60}Co (photon energies 1 170 keV and 1 330 keV, half-life 5,27 years).

These sources shall utilise the additional filtration specified in ISO 8769-2, in order to remove the effects of interfering alpha or beta radiations.

The manufacturers shall state:

a) the radionuclides for which the surface emission rate response has been measured;
b) the value of surface emission rate response for each of them.

In addition, derive the surface activity response of the assembly to each of the radionuclides tested.

8.5.2 Method of test

The method of measurement of surface emission rate response for each radionuclide used shall utilise large area test sources and shall be in accordance with the methods described in 8.3.3.

NOTE For low energy photon emitters, the limit distance will be lower than for high energy photon emitters. The limit distance should be evaluated for each radionuclide to be tested, and consequently the area of the large area test source should be evaluated on the basis of this distance. Alternatively, a large area test source of 900 cm^2 should be selected for each radionuclide.

The surface activity response shall be derived by dividing the surface emission rate response S_{CP} by the product of the source efficiency and the decay efficiency.

8.6 Variation of response with absorption

8.6.1 Requirement

The manufacturer should state the proportional reduction in the surface emission rate response when an absorber is placed between the contamination and the detection assembly.

As a guide, the following absorbers are suitable for this test:

Paper	typical density, 0,7 g·cm^{-3}
PMMA	typical density, 1 g·cm^{-3}
Aluminium	typical density, 3 g·cm^{-3}
Stainless steel	typical density, 8 g·cm^{-3}

This test is not mandatory and is not required when the source of contamination is always found on the surface of the article being monitored.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.6.2 Method of test

Two absorbers, one of density greater than 2 $g \cdot cm^{-3}$, and one less, should be placed between the test source and the detection assembly. The thickness of the absorber should be approximately 3 mm.

The manufacturer shall state the proportional reduction in the surface emission rate response for each radionuclide tested in 8.5, and for each absorber. The manufacturer shall state the mass thickness of each absorber in units of $mg \cdot cm^{-2}$.

8.7 Response to beta radiation

8.7.1 Requirement

The assembly should not respond to beta emitting radionuclides with a maximum energy of less than 500 keV. The manufacturer should minimise the response of the assembly to beta emitting radionuclides with a maximum energy of greater than 500 keV. The manufacturer shall state the surface emission rate response of the assembly to beta emitters with maximum energies in the following ranges:

– one between 200 keV and 500 keV;

– one greater than 500 keV.

NOTE A mass of thickness of 180 $mg \cdot cm^{-2}$ is required to attenuate 99 % of 500 keV beta particles. The material should have a low atomic number to reduce the effect of bremsstrahlung.

8.7.2 Method of test

Where the assembly is sensitive to beta radiation, the surface emission rate response should be evaluated using the methods described in 8.3.3.

8.8 Response to background photon radiation

8.8.1 Requirement

Since the detection assemblies are sensitive to photon radiations, they will be sensitive to interfering background photon radiation. The response to interfering photon radiation is highly energy dependent and will also depend on the material used to encapsulate the detector. It is therefore necessary to establish the photon sensitivity over a range of photon energies.

The manufacturer shall state the sensitivity, in terms of count rate per unit air kerma rate, of the detection assembly to photons in the energy ranges:

– one not more than 100 keV,

– one between 100 keV and 700 keV,

– one greater than 700 keV.

One of the radiation sources shall be ^{137}Cs.

The manufacturer shall test the detection assembly in the following orientations:

– one with the detector window facing the source of radiation;

– one that is normal to this direction – if the detection assembly is not symmetrical about its axis, then at least 4 measurements separated by 90° should be performed in this plane;

– one that is 180° to this detector window.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.8.2 Method of test

Place the detection assembly so that its detector window is facing the source of photon radiation. Expose the assembly to the photon radiation and evaluate the sensitivity.

Rotate the detection assembly so that its detector window is normal to the direction of the radiation and repeat this procedure. Where the detection assembly does not have symmetry about it central axis, more than one measurement will be required. Rotate the detection assembly so that the direction of radiation is 180°.

Evaluate the sensitivity in each orientation.

8.9 Neutrons

A test for neutron response is not mandatory and need only be carried out if this requirement is specified. The nature of the test shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

8.10 Detection limit (minimum detectable surface emission rate per unit area)

8.10.1 Requirement

The minimum detectable surface emission rate per unit area (see 3.18) in a photon background air kerma rate of 250 nGy·h^{-1} from ^{137}Cs, shall be stated by the manufacturer. This value shall be based on the surface emission rate response from the reference radionuclide.

8.10.2 Method of test

This calculation is based on the unprocessed count rate, irrespective of whether the indication is in terms of count rate or activity. Evaluate the count rate associated with 250 nGy·h^{-1} using the data derived in 8.8.2, for all orientations. Insert these count rates (R_o) into the formula shown in 3.18, to evaluate the minimum detectable surface emission rate per unit area for each relevant radionuclide.

9 Environmental characteristics

9.1 Ambient temperature

9.1.1 Requirements

9.1.1.1 Temperature stability

For indoor use, within the range of temperature from 10 °C to 40 °C, the indication shall remain within ±15 % of that obtained under standard test conditions.

For outdoor use, within the range of temperature from –10 °C to 50 °C, the indication shall remain within ±20 % of that obtained under standard test conditions.

9.1.1.2 Temperature shock

The surface emission rate response and background count rate shall not vary by more than ±30 % for indoor use, and by ±40 % for outdoor use from a set of reference readings taken at a temperature of 20 °C when the equipment is taken from 20 °C to 40 °C and to –10 °C (10 °C for exclusive indoor use), each in less than 5 min.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.1.1.3 Low temperature start-up

After being subjected to the lowest specified temperature for 4 h in an off condition the equipment shall operate satisfactorily after switch on.

9.1.2 Method of test

9.1.2.1 General

It will normally be necessary to carry out this test in a climatic chamber. A radioactive source shall be used to provide an adequate indication.

It is not in general necessary to control the humidity in the climatic chamber unless the assembly is particularly sensitive to changes in humidity. Precautions however shall be made to prevent the formation of dew.

Any unusual behaviour associated with the assembly should be noted i.e. alarm condition changed, display malfunction, power supply variation.

9.1.2.2 Temperature stability

The temperature shall be maintained at each of its extreme values for at least 4 h and the measurement of the indication made during the last 30 min of this period. The rate of change of temperature in this case should be less than 10 °C per hour. The limits of variation shall be those given in Table 3.

9.1.2.3 Temperature shock

The assembly shall be placed in a temperature of 20 °C ± 2 °C and allowed to stabilize for a minimum of 40 min. The temperature shall then be changed to 40 °C in less than 5 min. The indication will be noted at 5 min and then every 15 min for 2 h. The assembly shall then be allowed to return to 20 °C ± 2 °C for 4 h. The temperature shall then be changed to –10 °C (10 °C for exclusive indoor use) in less than 5 min. The indication will be noted at 5 min and then every 15 min for 2 h.

9.1.2.4 Low temperature start up

The assembly shall be placed in a temperature of −10 °C (or an alternative appropriate temperature) for at least 4 h and shall then be switched on without affecting the climatic conditions. The performance of the assembly shall operate in the same way as during the temperature stability test.

9.2 Relative humidity

9.2.1 Requirements

Over the humidity range 40 % to 90 %, the indication shall not vary by more than 7,5 % from the indication at the reference humidity.

9.2.2 Method of test

This test shall be carried out in a manner similar to that of 9.1.2 with the temperature maintained at 35 °C.

9.3 Electromagnetic compatibility

The assembly shall be tested for electromagnetic compatibility. The requirements are identical to those for alpha and beta contamination monitoring assemblies, which are described in detail in IEC 60325.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10 Storage

10.1 General

All assemblies designed for use in temperate regions shall be designed to operate within the specifications of this standard following storage (or transport) for a period of at least three months in the manufacturer's packaging at a temperature from −25 °C to +50 °C without batteries.

In certain circumstances, more severe specifications may be required such as capability for withstanding air transport at low ambient pressure.

10.2 Mechanical shock

The assemblies shall meet the mechanical shock requirements given in 5.9.

11 Documentation

11.1 Identification certificate

An identification certificate shall accompany each assembly giving at least the following information (see IEC 61187).

Concerning the detection assembly:

– the manufacturer's name or registered trade mark;
– the type of detection assembly and serial number;
– the sensitive volume, and detector window area for low energy photons (if applicable), of the detection assembly;
– materials of the window between the source and the sensitive volume of the detector, and the total mass per unit of the material in $mg \cdot cm^{-2}$;
– the range of photon energies to which the assembly is sensitive;
– the surface emission rate response for the reference radionuclide to a 900 cm^2 source;
– the surface emission rate response to a 900 cm^2 source as a function of photon energy;
– surface emission rate response area correction factor;
– the beta radiation energy below which the assembly is insensitive;
– mass and dimensions of the assembly.

Concerning the measurement assembly:

– the manufacturer's name or registered trade mark;
– the type of detection assembly and serial number;
– the parameter settings required for the detection assembly, including the high voltage setting and pulse triggering threshold;
– mass and dimensions of the assembly.

Concerning meters and monitors:

– all the information shown above, required for detection and measurement assemblies;
– the upper and lower limits of the effective range of measurement for each scale.

11.2 Operation and maintenance manual

Each assembly shall be provided with an appropriate instruction manual in accordance with IEC 61187.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions

Influence quantities	Reference conditions	Standard test conditions
Warm-up time	15 min	≥15 min
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
Background gamma radiation	Air kerma rate of less 0,1 $\mu Gy \cdot h^{-1}$	Air kerma rate of less than 0,2 $\mu Gy \cdot h^{-1}$
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 up instrument	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Contamination by radioactive materials	Negligible	Negligible

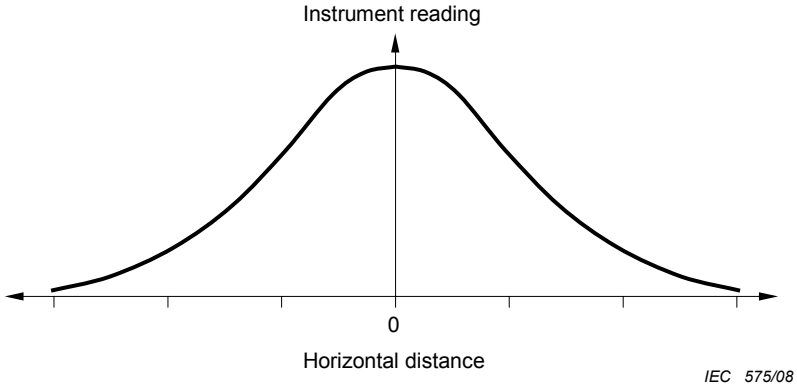
Table 2 – Test performed under standard test conditions

Characteristics under test	Requirements	Relevant subclause
Surface emission rate response	To be stated by manufacturer	8.3.3
Variation of response with photon energy	To be stated by manufacturer	8.5.2
Relative intrinsic error	±20 % over whole range	8.4.2
Statistical fluctuations	Coefficient of variation less than 0,2	7.1.2
Response time	< 7s for increases and for decreases	7.2.2

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Table 3 – Test performed with variation of influence quantities

Influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication	Relevant subclause
Beta radiation energy	Energies above and below 500 keV	No response below 500 keV Response stated by manufacturer above 500 keV	8.7.2
Background photon radiation	Photon energies < 0,1 MeV to > 0,7 MeV	Sensitivity to be stated by the manufacturer	8.8.2
Neutrons	No specification		8.9
Detection limit	Dose equivalent rate of 250 nGy·h^{-1}	To be stated by the manufacturer	8.10.2
Warm-up (portable assemblies)	Less than 1 min	Time taken to read within ±20 % of final value under reference conditions to be stated.	7.4.2
Overload	Activity corresponding to 10 times the activity that would give full scale deflection on each range, or 10^6 counts s^{-1}	To display overload indication within 5 s of exposure, and returning to normal operation within 5 min of removal of exposure	7.5.2
Ambient temperature	Indoor use +10 °C +40 °C	±15 %	9.1.2.2
	Outdoor use –10 °C to 50 °C	±20 %	9.1.2.2
	Shock	Twice limits for slow change in temperature	9.1.2.3
Relative humidity	40 % to 90 % at 35 °C	±7,5 %	9.2.1
Power supply, battery operated	40 h of intermittent use for primary 8 h continuous use for secondary	±5 % of indication	7.6.4
Storage	–25 °C to 50 °C	To meet limits of this specification	10.1

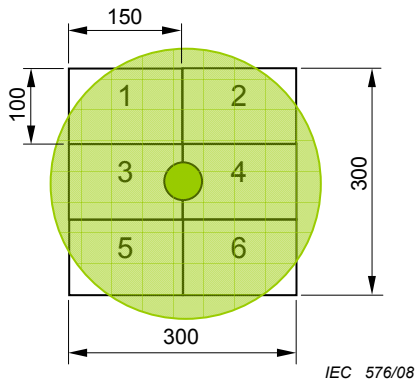


NOTE The figure shows the reading of a measurement assembly when a small area source is moved away from the central axis of the detection assembly. The limit distance is the horizontal distance where the instrument reading is 1 % of the instrument reading in the central position (see 8.2).

Figure 1 – Detector profile

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Dimensions in millimetres



NOTE The grid shows the source grid used to simulate a contiguous portions area of 900 cm^2 using six 150 cm^2 sources (see 8.3.1). The detection assembly is placed in the centre of the grid. The large circle shows the circular area which has the equivalent area to the grid.

Figure 2 – Contiguous portions area for testing

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex A
(informative)

Limit distances for typical detector volumes

Table A.1 shows typical limit distances for sodium iodide detectors of various detector volumes, for a number of radionuclides. In practice, this type of detector will respond to photon radiation outside of the 900 cm^2 test area.

Table A.1 – Limit distance for various detector volumes and window types

Radionuclide	Limit distances cm			
	13 ml	100 ml	350 ml	50 ml with Be
^{60}Co	29	41	57	19
^{137}Cs	27	37	51	8
^{133}Ba	26	35		5,5
^{241}Am	N/A	N/A	N/A	5

NOTE 1 The 13 ml, 100 ml and 350 ml volume sodium iodide detectors equate to 25,4 mm, 50,8 mm and 76,2 mm detector diameters (1, 2 and 3 inch respectively).

NOTE 2 Be refers to a Beryllium window.

NOTE 3 The detectors are connected to ratemeters with both an upper and lower pulse height discrimination threshold enabled in order to minimise the background count rate.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 35

1 Domaine d'application et objet 37
2 Références normatives 37
3 Termes et définitions 38
4 Unités 42
5 Caractéristiques générales 43
5.1 Classification 43
5.2 Ensemble de détection 43
5.3 Facilité de décontamination 43
5.4 Etanchéité 43
5.5 Seuil d'alarme 43
5.6 Seuils de hauteur d'impulsion 43
5.7 Indications des ensembles de mesure 44
5.7.1 Affichage des mesures 44
5.7.2 Indication sonore 44
5.7.3 Indication complémentaire 44
5.7.4 Moniteurs 44
5.8 Etendue de mesure 44
5.9 Chocs mécaniques 45
5.10 Installation pour la mise en service et la maintenance des équipements électroniques 45
6 Procédures générales d'essai 45
6.1 Nature des essais 45
6.2 Conditions d'essai 45
6.2.1 Conditions de référence et conditions normales d'essai 45
6.2.2 Essais effectués dans des conditions normales d'essai 46
6.2.3 Essais effectués avec des variations des grandeurs d'influence 46
6.3 Radionucléides de référence 46
6.4 Bruit de fond 46
6.5 Fluctuations statistiques 46
6.6 Source d'essai 46
7 Caractéristiques électriques 47
7.1 Fluctuations statistiques 47
7.1.1 Exigences 47
7.1.2 Méthode d'essai 47
7.2 Temps de réponse 47
7.2.1 Exigences 47
7.2.2 Méthode d'essai 48
7.3 Relation entre le temps de réponse et les fluctuations statistiques 48
7.4 Temps de préchauffage 48
7.4.1 Exigences 48
7.4.2 Méthode d'essai 48
7.5 Protection contre les surcharges 49
7.5.1 Exigences 49
7.5.2 Méthode d'essai 49

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

7.6 Alimentation électrique – fonctionnement sur piles ou batteries 49
7.6.1 Généralités 49
7.6.2 Exigences – piles neuves (non rechargeables) 49
7.6.3 Exigences – batteries (rechargeables) 49
7.6.4 Méthode d'essai 49
8 Caractéristiques de rayonnement 50
8.1 Généralités 50
8.2 Profil du détecteur 50
8.2.1 Exigences 50
8.2.2 Méthode d'essai 50
8.3 Réponse en taux d'émission surfacique 51
8.3.1 Généralités 51
8.3.2 Essais de types 51
8.3.3 Méthode d'essai 51
8.3.4 Essais individuels de série 52
8.4 Erreur relative intrinsèque 52
8.4.1 Exigences 52
8.4.2 Méthode d'essai 53
8.5 Variation de la réponse en taux d'émission surfacique par rapport à l'énergie du rayonnement photonique 53
8.5.1 Exigences 53
8.5.2 Méthode d'essai 54
8.6 Variation de la réponse avec l'absorption 54
8.6.1 Exigences 54
8.6.2 Méthode d'essai 54
8.7 Réponse aux rayonnements bêta 55
8.7.1 Exigences 55
8.7.2 Méthode d'essai 55
8.8 Réponse aux rayonnements photoniques du bruit de fond 55
8.8.1 Exigences 55
8.8.2 Méthode d'essai 55
8.9 Neutrons 56
8.10 Limite de détection (taux d'émission surfacique détectable minimal par unité de surface) 56
8.10.1 Exigences 56
8.10.2 Méthode d'essai 56
9 Caractéristiques environnementales 56
9.1 Température ambiante 56
9.1.1 Exigences 56
9.1.2 Méthode d'essai 57
9.2 Humidité relative 57
9.2.1 Exigences 57
9.2.2 Méthode d'essai 57
9.3 Compatibilité électromagnétique 57
10 Stockage 58
10.1 Généralités 58
10.2 Chocs mécaniques 58
11 Documentation 58
11.1 Certificat d'identification 58

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

11.2 Manuel d'utilisation et de maintenance 59

Annexe A (informative) Distances limites pour des volumes de détecteur typiques 62

Figure 1 – Profil du détecteur 60
Figure 2 – Zone fragmentée en parties adjacentes pour essai 61

Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai 59
Tableau 2 – Essais réalisés dans les conditions normales d'essai 59
Tableau 3 – Essais réalisés avec des variations des grandeurs d'influence 60
Tableau A.1 – Distance limite pour différents volumes de détecteur et types de fenêtre 62

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – APPAREILS PORTABLES DE MESURE ET DE SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION PAR DES PHOTONS

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62363 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Il convient de considérer la présente norme comme un complément de la norme CEI 60325, qui s'applique aux appareils de surveillance pour la contamination alpha et bêta.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/579/FDIS	45B/590/RVD

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – APPAREILS PORTABLES DE MESURE ET DE SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION PAR DES PHOTONS

1 Domaine d'application et objet

Cette Norme internationale est applicable aux contaminamètres et moniteurs portables et transportables conçus pour la mesure directe ou la détection directe de la contamination de surface par rayonnement photonique émettant des radionucléides et comprenant au moins:

– un ensemble de détection (comprenant un tube compteur, un détecteur à scintillation ou un détecteur semi-conducteur, etc.), qui peut être connecté de façon rigide ou au moyen d'un câble flexible et incorporé dans un seul appareil;

– un ensemble de mesure.

Cette norme s'applique:

– aux contaminamètres de surface pour les photons,

– aux moniteurs de surface pour les photons.

Cette norme est applicable aux équipements de détection qui sont conçus pour mesurer la contamination photonique par des radionucléides émettant des photons d'énergie supérieure à 5 keV. En particulier, il convient que cette norme soit utilisée pour évaluer la performance d'équipements utilisés pour démontrer que le matériel est exempt de contamination en surface par des radionucléides émettant des photons.

Cette norme est également applicable à des équipements ayant une application spéciale et aux équipements spécialement conçus pour fournir une information spectroscopique limitée à l'utilisateur.

NOTE Ces équipements de détection peuvent être utilisés pour mesurer les émissions photoniques des radionucléides qui émettent aussi des rayonnements alpha et bêta, où les émissions d'alpha et bêta peuvent être occultées suivant la nature de la contamination. Si des émissions radioactives sont occultées, alors au sens strict, la contamination se trouve près de la surface plutôt que sur la surface de l'article sous surveillance.

L'objet de cette norme est d'établir des exigences normatives, de donner des exemples de méthodes acceptables, et aussi de spécifier les caractéristiques générales, les conditions d'essais générales, les caractéristiques de rayonnement, la sécurité électrique, les caractéristiques environnementales et les exigences du certificat d'identification pour les contaminamètres et moniteurs de contamination photonique.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CEI 60068-2-27: *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60086 (toutes les parties), *Piles électriques*

CEI 60325:2002, *Instrumentation pour la radioprotection – Contaminamètres et moniteurs de contamination alpha, bêta et alpha/bêta (énergie des bêta >60 keV)*

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

ISO 7503-1:1988, *Evaluation de la contamination de surface – Partie 1: Emetteurs bêta (énergie bêta maximale supérieure à 0,15 MeV) et émetteurs alpha*

ISO 7503-3:1996, *Evaluation de la contamination de surface – Partie 3: Emetteurs à transition isomérique et capture électronique, émetteurs bêta basse énergie (E bêta max inférieur à 0,15 MeV)*

ISO 8769-2:1996, *Sources de référence destinées à l'étalonnage de sondes de contamination de surface – Partie 2: Electrons d'énergie inférieure à 0,15 MeV et photons d'énergie inférieure à 1,5 MeV*

ISO 11929-1:2000, *Détermination de la limite de détection et du seuil de décision des mesurages des rayonnements ionisants – Partie 1: Principes fondamentaux et application aux mesures par comptage, sans l'influence du traitement de l'échantillon*

BIPM, *Le système international d'unités (SI),* 7ème édition, 1998

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, la terminologie générale concernant la détection et la mesure de rayonnements ionisants et l'instrumentation nucléaire donnée dans la CEI 60050-393 et la CEI 60050-394 s'applique. D'autre part, les termes et définitions spécifiques à cette norme se trouvant dans l'ISO 7503-1, l'ISO 7503-3, l'ISO 8769-2 et l'ISO 11929-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1
particule
partie infime de matière ou d'énergie

[VEI 393-11-01]

3.2
photon
quantum de rayonnement électromagnétique, assimilable à une particule élémentaire d'énergie hv, h étant la constante de Planck et v la fréquence du rayonnement

[VEI 393-11-06]

3.3
taux d'émission surfacique (pour une source radioactive)
nombre de particules d'un type donné, dont les énergies sont supérieures à une valeur donnée, sortant de la surface d'une source radioactive ou de sa fenêtre, par unité de temps

[VEI 393-14-87]

NOTE Dans le contexte de cette norme, une particule se réfère à un photon.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.4
activité de la source étalonnée
activité d'une source d'essai, exprimée en Becquerels, telle qu'indiquée par le constructeur de la source au moment de l'achat, ou par un laboratoire d'étalonnage accrédité. Il faut toujours appliquer une correction à l'activité étalonnée afin de prendre en compte la décroissance radioactive

3.5
étendue de mesure
valeur absolue de la différence entre les deux limites d'une étendue

[VEI 394-40-16]

3.6
temps de réponse (d'un ensemble de mesure)
durée entre l'instant où une variation brusque de la grandeur mesurée se produit et l'instant où un signal de sortie atteint un pourcentage donné de sa valeur finale pour la première fois, ce pourcentage étant normalement de 90 %

[VEI 394-39-09]

NOTE Pour les ensembles de mesure intégrateurs, le temps de réponse est pris à 90 % de la valeur à l'équilibre de la première dérivée ou de la pente de l'indication.

3.7
rendement d'une source
ε_s
rapport entre le taux d'émission surfacique et le nombre de particules de même type créées ou libérées dans la source, par unité de temps

[ISO 8769-2, 3.3, modifiée]

NOTE Le rendement de la source sera affecté par l'auto-absorption et la rétrodiffusion.

3.8
rendement de la décroissance d'un radionucléide par rapport aux photons
ε_d
rapport du nombre de photons d'une énergie donnée, créée par unité de temps par un radionucléide donné, au nombre des décroissances de ce radionucléide par unité de temps

[ISO 7503-3, 3.1, modifiée]

3.9
source de petite surface
source dont la dimension la plus grande de la surface active ne dépasse pas 1 cm

3.10
réponse en taux d'émission surfacique
S
rapport du nombre de photons détectés par unité de temps (par exemple le taux de comptage net) au taux d'émission surfacique de photons, conventionnellement vrai, du même type par unité de surface, dans des conditions spécifiées par le constructeur

3.11
réponse en activité surfacique
rapport du nombre de photons détectés par unité de temps (par exemple le taux de comptage net) à l'activité (en Becquerels) de la source radioactive en unité de surface, dans des conditions spécifiées par le constructeur

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.12
surface sensible
emplacement sous le détecteur, où le rendement d'une source de petite surface située dans cet emplacement est toujours supérieur à 1 % du rendement maximum de la même source dans cet emplacement

NOTE Le plan de la surface sensible de l'équipement de détection est maintenu 10 mm au dessus du plan de la source.

3.13
volume utile (d'un détecteur)
partie du détecteur qui est sensible au rayonnement et utilisée pour la détection de celui-ci

[VEI 394-38-22]

3.14
sensibilité (d'un ensemble de mesure)
K
pour une valeur donnée de la grandeur mesurée, quotient de la variation de la variable observée par la variation correspondante de la grandeur mesurée

[VEI 394-39-07]

NOTE Par exemple dans cette norme, la sensibilité est utilisée pour relier le taux de comptage net (variable observée) au débit de kerma dans l'air (quantité mesurée) à partir du rayonnement photonique.

3.15
erreur relative intrinsèque normalisée (réponse en taux d'émission surfacique)
rapport (I_S) de l'écart entre la réponse en taux d'émission surfacique et la réponse en taux d'émission surfacique de référence ($S_i - S_r$) à la réponse en taux d'émission surfacique de référence S_r. Il peut être exprimé en pourcentage:

$$I_S = 100 \times \frac{S_i - S_r}{S_r}$$

3.16
erreur relative intrinsèque normalisée (sensibilité)
rapport (I_K) de l'écart de sensibilité entre la sensibilité de référence ($K_i - K_r$) et la sensibilité de référence, K_r. Il peut s'exprimer en pourcentage

$$I_K = 100 \times \frac{K_i - K_r}{K_r}$$

3.17
coefficient de variation
rapport de l'écart type s à la moyenne arithmétique $\bar{x}$ d'une série de n mesures x_i donné par la formule suivante:

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

[VEI 394-40-14]

3.18
limite de détection (taux d'émission surfacique détectable minimal par unité de surface)
taux d'émission surfacique par unité de surface déduit en suivant la procédure donnée dans l'ISO 11929-1

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Avec des valeurs adéquates de taux de comptage et de temps de comptage, on utilise une équation simplifiée pour le taux de comptage à la limite inférieure de détection. Dans le cas de présélection du temps et de taux de comptage de référence connu, l'équation simplifiée suivante s'applique:

$$R_{\mathrm{n}} = (k_{1-\alpha} + k_{1-\beta})\sqrt{R_{\mathrm{o}}\left(\frac{1}{t_{\mathrm{o}}} + \frac{1}{t_{\mathrm{b}}}\right)}$$

où

R_{n} est le taux de comptage à la limite inférieure de détection;

R_{o} est le taux de comptage de référence;

t_{b} est le temps présélectionné pour le comptage de référence;

t_{o} est le temps présélectionné pour la mesure;

$k_{1-\alpha}$ est le quantile de l'écart type des erreurs de la première sorte;

$k_{1-\beta}$ est le quantile de l'écart type des erreurs de la seconde sorte.

Par exemple pour $\alpha = \beta = 0{,}05$, $(k_{1-\alpha}) = (k_{1-\beta}) = 1{,}645$

$$R_{\mathrm{n}} = (1{,}645 + 1{,}645)\sqrt{R_{\mathrm{o}}\left(\frac{1}{t_{\mathrm{o}}} + \frac{1}{t_{\mathrm{b}}}\right)}$$

La limite de détection du taux d'émission surfacique par unité de surface pour un radionucléide spécifié devient:

$$DL = \frac{R_{\mathrm{n}}}{S}$$

où S est la réponse en taux d'émission surfacique (voir 3.10) Le taux d'émission surfacique par unité de surface s'exprime en s^{-1} cm^{-2}.

3.19
valeur conventionnellement vraie d'une grandeur
valeur attribuée à une grandeur particulière et reconnue, parfois par convention, comme la représentant avec une incertitude appropriée pour un usage donné

[VEI 394-40-10]

NOTE Une valeur conventionnellement vraie est, en général, considérée comme suffisamment proche de la valeur vraie pour que la différence soit considérée comme négligeable pour un but donné. Par exemple, une valeur déterminée à partir d'un étalon primaire ou secondaire ou à partir d'un instrument de référence, peut être prise égale à la valeur conventionnellement vraie.

3.20
ensemble de détection
ensemble contenant au moins le détecteur

3.21
ensemble de mesure
ensemble traitant les signaux reçus de l'ensemble de détection et affichant le niveau de contamination détectée

3.22
contaminamètre photonique de surface
ensemble contenant un ou plusieurs détecteurs de rayonnement, conçu pour mesurer les émissions photoniques surfaciques de la surface examinée

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

3.23
distance limite
distance latérale d'une source d'essai de petite surface émettant des photons d'une énergie photonique donnée par rapport à l'axe central de l'ensemble de détection où la lecture de l'ensemble de mesure représente 1 % de la lecture maximale. Le plan de la surface sensible de l'ensemble de détection est maintenu 10 mm au dessus du plan de la source

3.24
grandeur d'influence
grandeur qui n'est pas le mesurande mais qui a un effet sur le résultat du mesurage

[VEI 394-40-27]

3.25
essai
opération technique qui consiste à déterminer une ou plusieurs caractéristiques d'un produit, processus ou service donné, selon un mode opératoire spécifié

[VEI 394-40-01]

NOTE 1 Un essai est destiné à mesurer ou à classer une caractéristique ou une propriété d'une entité en appliquant à celle-ci un ensemble d'exigences et de conditions d'environnement et de fonctionnement.

NOTE 2 Les essais se divisent en essais de type et essais individuels de série et sont identifiés comme tels dans cette norme.

3.26
essai de type
essai de conformité effectué sur une ou plusieurs entités représentatives de la production

[VEI 394-40-02]

3.27
essai individuel de série
essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication

[VEI 394-40-03]

3.28
essai d'acceptation
essai contractuel destiné à prouver au client que le dispositif satisfait aux conditions de spécifications

[VEI 394-40-05]

NOTE Ces essais sont en général choisis parmi les essais spécifiés mais cette sélection est d'ordre contractuel et n'est pas prise en compte dans cette norme.

4 Unités

Dans la présente norme, les unités sont les multiples et les sous-multiples des unités du Système International d'Unités (SI). Les unités suivantes, non SI, sont également utilisées:

Temps: années, jours, heures (h), minutes (min).

En ce qui concerne l'énergie: électron volt (eV) (1 eV = 1,602 $\times$ 10^{-19} J).

NOTE Les définitions des grandeurs de rayonnement et les termes de dosimétrie sont donnés dans la CEI 60050-393 et la CEI 60050-394.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5 Caractéristiques générales

5.1 Classification

Le constructeur doit classer l'équipement d'après l'étendue d'énergie des photons ou les gammes pour lequel il est conçu:

Supérieure à 50 keV

Entre 20 keV et 50 keV

Inférieure à 10 keV

5.2 Ensemble de détection

Les dimensions du volume sensible de l'ensemble de détection doivent être indiquées. Pour les équipements conçus pour mesurer les photons de basse énergie, le constructeur doit aussi définir la surface de la fenêtre de détection.

5.3 Facilité de décontamination

L'équipement doit être construit pour permettre une décontamination facile. Il est recommandé qu'il soit fourni, par exemple, avec une surface externe lisse, non poreuse et sans fissure. Sinon, il doit être possible d'utiliser au moins l'ensemble de mesure lorsqu'il est placé dans une enveloppe souple fine qui est soit jetable, soit facile à décontaminer et qui est transparente à certains endroits pour permettre la lecture de la mesure.

5.4 Etanchéité

Pour les équipements destinés à une utilisation en extérieur, le constructeur doit indiquer les mesures prises pour prévenir la pénétration d'humidité dans le matériel.

5.5 Seuil d'alarme

Cet article s'applique uniquement aux moniteurs.

Un moniteur doit comprendre les circuits nécessaires pour activer une alarme à un ou plusieurs seuils. Le nombre de niveaux de déclenchement doit être soumis à un accord entre le constructeur et le client.

Les valeurs du seuil d'alarme doivent être exprimées soit en pourcentage de gammes ou en termes d'unités d'affichage.

Chaque seuil d'alarme doit être conçu de façon à faciliter les vérifications de fonctionnement au moyen de signaux d'essai, de sources radioactives ou de circuits de signal d'entrée.

La gamme de réglage doit être spécifiée et la valeur du seuil d'alarme doit pouvoir être réglée à tout point de cette gamme. Il ne doit pas être possible d'empêcher l'alarme de fonctionner en réglant les seuils d'alarme hors des limites de la gamme. Si un mode «silence» est fourni, il doit automatiquement se réinitialiser quand les conditions d'alarme cessent.

Les réglages du seuil d'alarme ne doivent pas être facilement accessibles par l'opérateur (par exemple touche contact actionnée ou mot de passe protégé).

5.6 Seuils de hauteur d'impulsion

Il convient que les ensembles de mesure aient la possibilité de réglage des seuils de hauteur d'impulsion qui correspondent aux seuils d'énergie photoniques, de façon à écarter l'interférence de photon et/ou de rayonnement bêta. Il convient que le réglage des seuils soit

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

sécurisé et qu'il soit modifiable uniquement par des commandes internes ou des accès à des menus soumis à un mot de passe.

5.7 Indications des ensembles de mesure

5.7.1 Affichage des mesures

Il convient que l'ensemble de mesure affiche le taux de comptage.

Il convient d'utiliser des affichages où la grandeur affichée est déduite d'un taux de comptage, telle qu'une activité, uniquement lorsque le mélange radionucléide a été caractérisé. Dans cette situation, l'ensemble de mesure doit être programmé avec la relation entre le taux d'émission surfacique et l'activité totale (ou activité par unité de surface) du mélange, en prenant en compte le rendement de la décroissance du (des) radionucléide(s), la réponse en taux d'émission surfacique et le rendement de la source. Le constructeur doit spécifier la méthode utilisée pour programmer l'ensemble de mesure avec cette relation. Lorsque l'ensemble de mesure indique une activité, il convient que le constructeur indique la surface d'activité supposée. L'unité d'activité doit être le Becquerel (Bq).

Pour les affichages numériques, il convient de fournir une indication graphique supplémentaire pseudo-analogique montrant le taux de comptage (ou activité) en termes de proportion du maximum de l'indication de l'étendue de mesure, par exemple un histogramme.

En cas d'affichage numérique, un dispositif doit permettre de vérifier que tous les segments de l'affichage sont opérationnels.

Dans le cas d'utilisation d'affichage à échelle linéaire, il convient de fournir des fonctionnalités d'auto-sélection de gamme de mesures.

5.7.2 Indication sonore

Une indication sonore du taux de comptage doit être fournie. Une possibilité de mise en mode «silence» de cette indication doit être disponible. Si l'équipement a été conçu pour être utilisé dans un endroit où les niveaux sonores sont élevés, des dispositions doivent être prises pour l'utilisation de casques.

5.7.3 Indication complémentaire

On doit indiquer les conditions de fonctionnement pour lesquelles l'indication n'est pas correcte (dans le cadre des spécifications de cette norme), par exemple indication de batterie faible ou de défaillance du détecteur.

5.7.4 Moniteurs

Toutes les caractéristiques décrites en 5.7.1, 5.7.2 et 5.7.3 sont également exigées pour les moniteurs.

En plus de l'indication sonore du taux de comptage (ou d'activité) ci-dessus, une indication sonore de contamination au-dessus d'une certaine valeur présélectionnée ou bien une indication visuelle est requise. Bien que l'indication sonore puisse être produite par le même transducteur que l'indication du taux de comptage, elle doit être distinctement différente.

5.8 Etendue de mesure

Pour les équipements à échelle logarithmique, l'étendue de mesure doit aller d'en dessous du tiers de la décade la moins significative et jusqu'à l'échelle totale.

Pour les équipements à échelle numérique, l'étendue de mesure doit aller du deuxième chiffre le moins significatif jusqu'au maximum de la gamme de mesure assignée.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Le constructeur doit indiquer l'étendue de mesure de chaque gamme d'échelle. Pour les équipements avec plus d'une gamme d'échelle, les étendues de mesure pour chaque gamme doivent se chevaucher.

Pour les équipements à affichage numérique et scientifique (par exemple $x,y \times 10^{\pm 2}$) la mantisse doit avoir au moins deux chiffres (par exemple 1,0 à 9,9) et le constructeur doit définir l'étendue de mesure (par exemple $1,0 \times 10^{-2}$ à $9,9 \times 10^{4}$ par unités de comptage·s^{-1}). Pour les besoins de la présente norme, les équipements utilisant ce type d'affichage doivent être conformes aux exigences des équipements à échelle numérique.

Il convient que la possibilité de déterminer des taux de comptage faibles soit prise en considération, par exemple par l'intégration.

5.9 Chocs mécaniques

Les équipements portables doivent pouvoir supporter sans dommage des chocs mécaniques dans toutes les directions avec une accélération de 300 m·s^{-2} et d'une durée de 18 ms, la forme du choc étant semi-sinusoïdale (voir la CEI 60068-2-27).

5.10 Installation pour la mise en service et la maintenance des équipements électroniques

En plus d'un manuel d'instruction et de maintenance, tous les équipements doivent être fournis avec suffisamment de points d'essai aisément accessibles afin de faciliter les réglages et la localisation des défauts ainsi que si nécessaire, avec des aides à la maintenance telles que des tableaux de connexions sous forme de circuits imprimés, fils de raccordement et outils de maintenance spéciaux. Des moyens doivent être mis en place afin d'éviter des accès non autorisés à toutes les fonctions de réglage de l'équipement.

6 Procédures générales d'essai

6.1 Nature des essais

Les essais de qualification sont effectués afin de vérifier que les exigences d'une spécification sont remplies (voir 3.25). Les essais de qualification se divisent en essais de type et essais individuels (voir 3.26 et 3.27).

Tous les essais énumérés dans les articles suivants sont à considérer comme des essais de types, à l'exception de l'essai décrit en 8.3.4.

Cependant, certains de ces essais peuvent être, par accord entre le constructeur et le client, considérés comme des essais d'acceptation (voir 3.28). A moins qu'il en soit spécifié autrement, les exigences correspondant aux essais doivent être respectées sur toute l'étendue de mesure de l'équipement.

Etant donné que la configuration de l'équipement est un point critique pour les caractéristiques de performance, les ensembles de mesure et de détection doivent être essayés ensemble comme une unité unique. Les essais sur les ensembles de mesure sont décrits de façon complète dans la CEI 60325.

6.2 Conditions d'essai

6.2.1 Conditions de référence et conditions normales d'essai

Les conditions de référence sont données dans la seconde colonne du Tableau 1. Sauf mention contraire, les essais mentionnés dans cette norme doivent être menés dans les conditions normales d'essai données dans la troisième colonne du Tableau 1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

6.2.2 Essais effectués dans des conditions normales d'essai

Les essais réalisés dans les conditions normales d'essai sont donnés dans le Tableau 2 qui indique, pour chaque caractéristique, l'exigence (limite de variation autorisée) et le paragraphe dans lequel la méthode d'essai correspondante est décrite.

6.2.3 Essais effectués avec des variations des grandeurs d'influence

Ces essais sont destinés à déterminer quels sont les effets des variations des grandeurs d'influence, et ils sont donnés au Tableau 3, avec le domaine de variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations résultantes dans l'indication d'un équipement.

Pour évaluer l'effet d'une variation portant sur une quelconque grandeur d'influence du Tableau 3, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans les limites correspondant aux conditions normales d'essai fournies par le Tableau 1, sauf précision contraire dans la procédure d'essai concernée.

6.3 Radionucléides de référence

Le radionucléide de référence dépend de l'étendue d'énergie photonique établie par le constructeur. Les radionucléides de référence et les étendues d'énergie photoniques associées sont:

Supérieure à 50 keV	^{137}Cs
Entre 20 keV et 50 keV	^{129}I
Inférieure à 10 keV	^{55}Fe

6.4 Bruit de fond

Le bruit de fond indiqué par l'équipement doit être soustrait du signal observé par une procédure adaptée qui peut inclure des calculs.

Si l'équipement a la capacité de déterminer les taux du bruit de fond pour une détermination de taux net, le constructeur doit clairement indiquer la méthode utilisée et les incertitudes associées.

6.5 Fluctuations statistiques

Si, pour tout essai impliquant l'utilisation d'un rayonnement, l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication dues à la nature aléatoire du seul rayonnement, représente une fraction significative de la variation de l'indication permise lors de l'essai, alors on doit effectuer un nombre suffisant de lectures pour s'assurer que la valeur moyenne de ces lectures peut être estimée avec suffisamment de précision pour démontrer la conformité avec l'essai en question. Pour être sûr que les lectures sont indépendantes, l'intervalle entre ces lectures doit être d'au moins trois fois le temps de réponse.

6.6 Source d'essai

Les sources de référence émettant des photons doivent inclure le filtre spécifié dans l'ISO 8769-2. Il convient normalement que les filtres fassent partie intégrante de la source; il convient qu'ils ne soient pas retirés. Il convient que la surface du filtre dépasse de 1 cm la surface active de la source.

Le taux d'émission surfacique de la source de référence doit être déterminé avec une incertitude ne dépassant pas ±10 %.

L'uniformité d'une source de référence au regard du taux d'émission surfacique doit être supérieure à ±10 %.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Les incertitudes sont définies à 68 % du niveau de confiance (un écart type).

Dans certaines situations, les étalonnages de taux d'émission photonique surfacique peuvent être difficiles à réaliser. Dans ce cas pour des émetteurs de photon d'énergie plus élevée, on accepte de déduire le taux d'émission photonique surfacique en utilisant l'activité d'une source étalonnée, le rendement de décroissance et en supposant un rendement de la source de 0,5. Cependant, il est important d'estimer l'incertitude associée à cette procédure.

Typiquement, une source d'essai aura une surface active de 100 cm^2 (10 cm de long par 10 cm de large) ou 150 cm^2 (15 cm de long par 10 cm de large).

7 Caractéristiques électriques

7.1 Fluctuations statistiques

7.1.1 Exigences

Du fait de la nature aléatoire des émissions photoniques, les indications d'une mesure de contamination fluctuent autour d'une valeur moyenne. Le coefficient de variation de l'indication dû à ces fluctuations aléatoires doit être inférieur à 0,2. Ces exigences s'appliquent à tous niveaux de contamination dépassant celui correspondant aux indications suivantes:

- échelles logarithmiques: trois fois la graduation significative la plus basse sur l'échelle;
- échelles linéaires: un tiers de l'échelle maximum de l'étendue la plus sensible;
- affichage numérique: 10 fois la valeur du plus petit chiffre significatif.

Ceci n'exclut pas la possibilité de sélectionner des constantes de temps, dont toutes n'ont pas à répondre à ces exigences. Dans ce cas le constructeur doit indiquer quelles sont les constantes de temps qui répondent à cette exigence.

7.1.2 Méthode d'essai

L'équipement est exposé à une source de rayonnement donnant une indication située entre un tiers et la moitié du maximum de l'échelle de l'étendue la plus sensible (échelle linéaire) ou de la décade la plus sensible (échelle logarithmique) ou indiquant «1» dans le second chiffre le moins significatif (affichages numériques).

Une série d'au moins 20 lectures est prise à des intervalles de temps convenables. Pour que les lectures soient indépendantes les unes des autres, cet intervalle de temps ne doit pas être inférieur à celui correspondant à trois fois le temps de réponse de l'ensemble de mesure. La valeur moyenne et le coefficient de variation de toutes les lectures relevées sont notés. Le coefficient de variation doit se situer dans les limites de 7.1.1.

7.2 Temps de réponse

7.2.1 Exigences

Le temps de réponse doit être tel que, s'il y a un changement soudain dans la mesure de la contamination, l'indication atteindra la valeur suivante en moins de 7 s aussi bien dans le sens croissant que décroissant:

$$M_{\mathrm{i}} + \frac{90}{100}\left(M_{\mathrm{f}} - M_{\mathrm{i}}\right)$$

où

M_{i} est l'indication initiale, et

M_{f} est l'indication finale.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Le temps de réponse doit être indiqué par le constructeur.

7.2.2 Méthode d'essai

Il convient d'effectuer l'essai avec une source de rayonnement.

Les indications initiale et finale doivent être différentes d'au moins un facteur de 10. L'indication la plus basse ne doit pas dépasser un tiers de la décade complète la moins significative.

Les mesures doivent être prises pour une indication croissante puis décroissante.

L'équipement doit être soumis d'abord à la source de rayonnement de la plus haute activité et la lecture de M_f doit être notée. L'équipement doit être ensuite soumis à la source d'activité la plus basse pendant une durée suffisante pour que l'indication M_s atteigne une valeur fixe et que celle-ci soit notée. Le niveau d'activité doit être remplacé aussi vite que possible par celui correspondant à la valeur de lecture relevée M_f et le temps nécessaire pour atteindre la valeur donnée par l'équation de 7.2.1 doit être mesuré.

L'essai de lecture dans la phase de décroissance doit être réalisé de la même façon en intervertissant les relevés de lecture correspondants à M_f et M_i.

7.3 Relation entre le temps de réponse et les fluctuations statistiques

Le temps de réponse et le coefficient de variation des fluctuations statistiques sont des caractéristiques interdépendantes dont les limites acceptables sont données en 7.1 et en 7.2.

Pour des niveaux de contamination élevés, il est recommandé que, lorsque cela est possible, le temps de réponse soit réduit, tout en se conformant aux limites établies pour les fluctuations statistiques.

Si les limites de 7.1 et de 7.2 peuvent être atteintes avec un temps de réponse inférieur à 1 s, il est préférable de réduire les fluctuations statistiques plutôt que de réduire le temps de réponse en dessous de 1 s.

Pour des niveaux de contamination en dessous de ceux pour lesquels les exigences ci-dessus ne peuvent être atteintes, le constructeur doit indiquer les valeurs appropriées du coefficient de variation et du temps de réponse.

7.4 Temps de préchauffage

7.4.1 Exigences

Le temps nécessaire pour que l'équipement, après sa mise en service alors qu'il est exposé au rayonnement de référence, donne une indication n'ayant pas plus de 20 % de différence avec la valeur finale obtenue dans les conditions d'essais normales, doit être inférieur à 1 min.

7.4.2 Méthode d'essai

L'équipement hors service est exposé à une source de rayonnement convenablement choisie pour fournir une indication au moins supérieure à la moitié du maximum dans l'échelle ou la décade la plus sensible. L'instrument est mis en service et les valeurs indiquées toutes les 5 s pendant 6 min après la mise en service sont notées.

Trente minutes après la mise en service, un nombre suffisant de valeurs est relevé et la valeur moyenne est utilisée comme valeur finale de l'indication. A partir du graphique des lectures relevées en fonction du temps, le temps de mise en route est noté là où la valeur lue représente environ 20 % de la valeur finale.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

7.5 Protection contre les surcharges

7.5.1 Exigences

Pour les activités correspondant à au moins 10 fois le maximum de l'étendue de l'indication, l'indication de l'équipement doit se situer en dehors du haut de l'échelle, ou afficher la surcharge. Pour les appareils comportant plus d'une échelle, cette exigence doit s'appliquer à chaque échelle.

La surcharge doit être indiquée dans les 5 s après le début de l'activité et l'indication doit revenir dans l'échelle de mesure dans les 30 s qui suivent l'arrêt de l'activité.

7.5.2 Méthode d'essai

La conformité à cette exigence est vérifiée par un essai en soumettant les équipements pendant 1 min à une activité correspondant à au moins 10 fois celle de la déflexion de pleine échelle de chaque échelle ou équivalant à 10^6 coups par seconde, la valeur la plus élevée prévalant. Cette exigence doit s'appliquer à chaque gamme d'échelle. Cinq minutes après le retrait de l'activité ayant provoqué la surcharge, la performance doit revenir à l'état normal (voir 8.3.2).

7.6 Alimentation électrique – fonctionnement sur piles ou batteries

7.6.1 Généralités

La batterie d'alimentation doit être fournie avec l'équipement. Durant l'utilisation, il doit être possible de contrôler les piles ou batteries sous la charge maximale. Des dispositions doivent aussi être prises pour indiquer lorsque le niveau de batterie n'est plus adapté à une performance de l'équipement conforme aux exigences de cette norme. Les piles ou batteries peuvent être connectées par tout moyen souhaité, mais on doit pouvoir les remplacer individuellement. Les polarités doivent être clairement indiquées sur l'appareil par le constructeur.

7.6.2 Exigences – piles neuves (non rechargeables)

Quand l'alimentation est fournie par des piles, celles-ci doivent permettre 40 h d'utilisation intermittente dans des conditions d'essai normales sans que l'indication de l'équipement ne varie de plus de 5 %, les autres fonctions respectant les exigences.

Il est recommandé d'utiliser les piles ou batteries spécifiées dans la CEI 60086.

NOTE 40 h d'utilisation intermittente signifie 8 h d'utilisation continue suivies de 16 h l'équipement éteint, ceci répété cinq jours consécutifs.

7.6.3 Exigences – batteries (rechargeables)

Quand l'alimentation est fournie par des batteries, celles-ci doivent permettre 8 h d'utilisation continue sans que l'indication de l'équipement ne varie de plus de 5 %, les autres fonctions respectant les exigences.

Si des batteries sont utilisées, il doit être possible de recharger les batteries à partir des sources d'alimentation du réseau en 16 h. L'utilisation d'un dispositif éteignant le chargeur une fois la charge complète obtenue est recommandée.

7.6.4 Méthode d'essai

L'évaluation de la capacité résiduelle des piles ou batteries peut être faite soit en mesurant la tension réelle des piles ou batteries internes à l'équipement soit, spécialement pour les batteries, en mesurant la charge au cours de l'utilisation et de la recharge.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Si la tension réelle est mesurée, l'essai doit être réalisé comme suit. Les piles ou batteries internes doivent être retirées et l'équipement connecté à une alimentation externe par une résistance en série ajustable. L'alimentation doit être réglée à la tension de batterie nominale U_{nom} et la résistance en série doit être réglée à zéro. L'équipement doit être mis sur marche et doit pouvoir se stabiliser à des niveaux de référence normaux. Si l'équipement a une fonction d'essai de batterie séparée, celle-ci doit être sélectionnée. Si l'équipement surveille en permanence les conditions de batterie, alors l'équipement doit être réglé sur l'indication de mesure du rayonnement. La tension d'alimentation doit alors être réduite jusqu'à ce que l'équipement indique que les conditions de batterie ne sont plus adaptées. Cette tension U_{low} et le courant d'alimentation A_{low} doivent être notés. La tension d'alimentation doit alors être remise à la valeur nominale U_{nom} et la résistance en série augmentée jusqu'à ce que les conditions de batterie ne soient plus adaptées. Cette résistance R_{low} doit être notée.

L'équipement doit alors être exposé à une source de rayonnement d'activité suffisante pour donner une indication proche du maximum de l'étendue d'indication. L'alimentation doit être réglée à la tension de batterie nominale U_{nom} et la résistance en série à zéro. Toute fonction qui augmente la consommation de l'équipement sur la batterie doit être mise en service, y compris l'éclairage de l'échelle, des lampes et la sortie audio. Puis l'indication $M_{\text{i,nom}}$ de l'équipement doit être enregistrée. La tension d'alimentation doit alors décroître jusqu'à U_{low} et l'indication d'équipement $M_{\text{i,low,1}}$ doit être enregistrée. La tension d'alimentation doit revenir à U_{nom} et la résistance en série augmenter à R_{low}. L'indication de l'équipement $M_{\text{i,low,2}}$ doit être notée et l'équipement vérifié pour assurer que toutes les fonctions auxiliaires choisies fonctionnent correctement.

L'équipement doit répondre aux critères suivants:

– $0{,}95 \leq \dfrac{M_{\text{i,low,1}}}{M_{\text{i,nom}}} \leq 1{,}05$ et $0{,}95 \leq \dfrac{M_{\text{i,low,2}}}{M_{\text{i,nom}}} \leq 1{,}05$

– toutes les fonctions auxiliaires fonctionnant comme elles ont été sélectionnées, et

– $\dfrac{Q_{\text{nom}}}{A_{\text{low}}} \geq 40\ \text{h}$ pour des piles neuves et pour $\dfrac{Q_{\text{nom}}}{A_{\text{low}}} \geq 8\ \text{h}$ pour des batteries

Q_{nom} est la capacité nominale des batteries (typiquement en mA·h).

8 Caractéristiques de rayonnement

8.1 Généralités

Pour la détermination des caractéristiques de rayonnement de l'équipement, le constructeur doit régler la distance entre la fenêtre du détecteur et la surface active de la source d'essai à 10 mm.

8.2 Profil du détecteur

8.2.1 Exigences

Le constructeur doit établir la distance latérale (distance limite) entre le point central directement sous la surface de l'ensemble de détection et une source de petite surface du radionucléide de référence où la lecture de l'équipement de détection tombe à 1 % de la valeur centrale.

8.2.2 Méthode d'essai

Pour déterminer un profil de détecteur, il convient de monter l'ensemble de détection de façon concentrique 10 mm au dessus d'une source de petite surface d'un radionucléide approprié. Il convient d'enregistrer des lectures successives de l'instrument tandis que la source est

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

déplacée radialement en l'éloignant de la position centrale. En pratiquant ainsi, un profil de détecteur peut être constitué: un exemple d'un tel profil est fourni dans la Figure 1.

La distance à laquelle la lecture nette de l'instrument tombe à 1 % de la valeur centrale représente les dimensions extérieures de la source de grande surface requise pour réaliser un étalonnage fragmenté en parties adjacentes. Ceci définit la distance limite (voir 3.23). Il est clair que les dimensions de cette source de grande surface dépendent de la taille de la zone du détecteur de l'équipement utilisé, de ses caractéristiques structurelles et de l'énergie du rayonnement.

8.3 Réponse en taux d'émission surfacique

8.3.1 Généralités

Les ensembles de mesure et les moniteurs de contamination photonique seront sensibles à la contamination se trouvant à une distance du centre de l'ensemble de détection considérablement plus grande que la plus large dimension de la fenêtre du détecteur. Il convient donc que la source d'essai de la plus grande surface ait sa plus petite dimension linéaire plus grande que la distance limite évaluée lors de la détermination du profil du détecteur telle que décrite en 8.2. Cependant dans la pratique, cette surface peut être très grande pour les ensembles de détection ayant des volumes sensibles dépassant 20 ml, et donc dans le but de la normalisation, il convient que la dimension linéaire la plus large de la source d'essai de grande surface ne dépasse pas 30 cm.

NOTE 1 Une distance limite de 17 cm est équivalente à une surface sensible réelle sous le détecteur de 900 cm^2 (cercle du rayon de 17 cm). Cette surface est simulée en utilisant une source d'essai de grande surface carrée avec une dimension linéaire de 30 cm.

NOTE 2 L'Annexe A donne des exemples de distances limites.

Si une source d'essai de grande surface et des dimensions requises n'est pas disponible, alors le taux d'émission surfacique doit être déduit en réalisant une mesure fragmentée en parties adjacentes. Dans le cas d'une source d'essai de 900 cm^2, ceci est alors obtenu avec une grille carrée de six 150 cm^2 ou neuf sources d'essai de 100 cm^2.

8.3.2 Essais de types

La réponse en taux d'émission surfacique dépend de la surface de la source d'essai et de sa forme. Le constructeur doit indiquer sur le certificat d'essai la réponse moyenne en taux d'émission surfacique de l'équipement au radionucléide de référence adapté sur une surface de 30 cm x 30 cm (900 cm^2), et une surface de 10 cm $\times$ 10 cm ou 15 cm $\times$ 10 cm.

Le constructeur doit indiquer la relation entre la réponse moyenne du taux d'émission surfacique sur 900 cm^2, et la moyenne sur une source d'étalonnage unique de grande surface (100 cm^2 ou 150 cm^2).

Dans le cas de détecteurs rectangulaires, le constructeur doit indiquer l'orientation relative du détecteur et la source utilisée.

8.3.3 Méthode d'essai

8.3.3.1 Généralités

La réponse en taux d'émission surfacique (S) de l'ensemble de détection doit être mesurée en utilisant une source de haut rendement avec une surface telle que la surface sensible effective sous le détecteur soit exposée.

Lorsque des sources de surface 30 cm $\times$ 30 cm sont indisponibles, la méthode par fragmentation en parties adjacentes doit être utilisée.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

8.3.3.2 Mesures fragmentées en parties adjacentes

Une source d'étalonnage de grande surface de dimensions normalisées (100 cm^2 ou 150 cm^2) peut être utilisée de façon répétée pour simuler une source carrée de 900 cm^2. En plaçant la source d'essai dans des positions successives, la surface totale requise peut être recouverte. Les relevés des lectures de l'instrument observées pour ces positions peuvent être associés pour obtenir l'indication totale du détecteur qui pourrait être observée si une source de 900 cm^2 était utilisée.

Il convient de tracer une grille définissant des positions de sources adjacentes, mais qui ne se chevauchent pas, auxquelles des mesures sont prises. Il convient que la grille couvre la surface active de la source plutôt que la surface totale si une couronne passive y est fixée. Il convient que le nombre des positions de source utilisées dans la grille couvre la surface des 900 cm^2. L'utilisation d'une grille, comme illustré par la Figure 2, sert à minimiser les erreurs de positionnement de la source et par conséquent à réduire toute contribution supplémentaire à l'incertitude globale dans l'étalonnage.

Le détecteur étant fixé 10 mm au-dessus de la position centrale, il convient de placer tour à tour la source dans toutes les positions de la grille et de relever les lectures de l'instrument. Il convient que les relevés observés (R_i), soient corrigés du bruit de fond ($R_i - B$), et ajoutés pour obtenir l'indication du détecteur totale ($\sum(R_i - B)$). La division de l'indication du détecteur total corrigée par le taux d'émission surfacique par unité de surface de la source, permet de calculer la réponse en taux d'émission surfacique (S_{CP}) en termes de coups par seconde par émission par seconde et par unité de surface (coups·s^{-1} par photon·s^{-1} par cm^2).

8.3.3.3 Relation entre les mesures fragmentées en parties adjacentes et les mesures avec une source de grande surface

Un autre essai doit être effectué, où l'ensemble de détection est placé au centre au dessus d'une source d'étalonnage unique de grande surface (100 cm^2 ou 150 cm^2), et la réponse en taux d'émission surfacique (source seule) S_S doit être déduite. Le facteur suivant de correction de surface doit être évalué:

$$C = S_{CP}/S_S$$

Le facteur de correction doit être indiqué par le constructeur.

NOTE Idéalement, il convient que la source unique de grande surface soit une source carrée de 100 cm^2. Cependant la possibilité de 150 cm^2 rectangulaires a été incluse parce qu'elle est fréquemment utilisée pour les besoins de l'étalonnage.

8.3.4 Essais individuels de série

L'ensemble de détection est placé de façon centrale au dessus d'une source unique de grande surface et la réponse en taux d'émission surfacique S_S.est évaluée. Les dimensions de la source unique de grande surface doivent être identiques à celles utilisées pour l'essai de type (10 cm × 10 cm ou 10 cm × 15 cm).

Le facteur de correction de surface doit être indiqué sur le certificat d'essai.

8.4 Erreur relative intrinsèque

8.4.1 Exigences

Dans des conditions normales d'essai, l'erreur intrinsèque relative normalisée I, de la réponse en taux d'émission surfacique (ou sensibilité) de l'équipement aux radionucléides de référence correspondants ne doit pas dépasser ±20 % sur l'ensemble de l'étendue de mesure.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE Cette erreur ne comprend pas l'incertitude de la valeur du taux d'émission surfacique conventionnellement vraie par unité de surface pour la source d'essai utilisée.

8.4.2 Méthode d'essai

Il convient que l'erreur intrinsèque relative normalisée soit évaluée à partir de la variation de la réponse en taux d'émission surfacique en utilisant plusieurs sources géométriquement identiques dans une large gamme de taux d'émission surfacique.

Il convient que la réponse de référence en taux d'émission surfacique S_r soit sélectionnée pour un taux de comptage où les effets des temps morts sont minimisés et à un ordre de grandeur supérieur à celui du taux de comptage de référence, typiquement entre 100 s^{-1} et 500 s^{-1}.

Lorsqu'une gamme de sources du taux d'émission surfacique adapté n'est pas disponible, une gamme de taux de kerma dans l'air adapté d'une source ^{137}Cs collimatée peut être utilisée. Dans cette situation, il convient que la sensibilité soit évaluée (voir 3.14) et que l'erreur intrinsèque relative normalisée soit évaluée en utilisant l'équation de 3.16. Il convient que la sensibilité de référence $K_{r,}$ soit sélectionnée comme étant une indication où les effets des temps morts sont minimisés.

Pour les équipements à échelle linéaire ou logarithmique, il convient que les essais soient réalisés pour au moins trois valeurs dans chaque décade de l'étendue de mesure, avec des points d'essais à approximativement 25 %, 50 % et 75 % de chaque décade. Pour les instruments à échelle digitale, il convient que l'essai soit réalisé pour une seule valeur dans chaque décade de l'étendue de mesure; il convient que la valeur soit proche du point du milieu de la décade.

Lorsque plus d'un type d'échelle est utilisé, chacun des types doit répondre aux exigences.

Pour cet essai, un rayonnement autre que celui des sources de référence spécifiées en 6.3 peut être utilisé.

8.5 Variation de la réponse en taux d'émission surfacique par rapport à l'énergie du rayonnement photonique

8.5.1 Exigences

En plus des mesures spécifiées en 8.3, la réponse en taux d'émission surfacique doit être mesurée avec les émetteurs de photons d'au moins quatre énergies différentes distribuées comme ci-dessous:

- une inférieure à 10 keV
- une entre 10 keV et 50 keV
- une entre 50 keV et 600 keV
- une entre 600 keV et 1 000 keV
- une supérieure à 1 000 keV

A titre indicatif, les radionucléides suivants sont adaptés:

^{55}Fe (énergie photonique la plus abondante 5,9 keV, demi-vie 2,7 années);

^{129}I (énergie photonique la plus abondante 32 keV, demi-vie 1,57 $\times 10^7$ années);

^{241}Am (énergie photonique la plus abondante 59,5 keV, demi-vie 432 années);

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

^{57}Co (énergie photonique la plus abondante 122 keV, demi-vie 0,74 années);

^{137}Cs (énergie photonique la plus abondante 662 keV, demi-vie 30 années);

^{60}Co (énergies photoniques 1 170 keV et 1 330 keV, demi-vie 5,27 années).

Ces sources doivent être utilisées avec le filtre supplémentaire spécifié dans l'ISO 8769-2, de façon à supprimer les effets de l'interférence des rayonnements alpha et bêta.

Les constructeurs doivent indiquer:

a) les radionucléides pour lesquels la réponse en taux d'émission surfacique a été mesurée;
b) la valeur de la réponse en taux d'émission surfacique pour chacun d'eux.

De plus, on déduit la réponse de l'équipement à l'activité en surface pour chacun des radionucléides à l'essai.

8.5.2 Méthode d'essai

La méthode de mesure de la réponse en taux d'émission surfacique pour chaque radionucléide doit utiliser des sources d'essai de grande surface et doit être en accord avec les méthodes décrites en 8.3.3.

NOTE Pour les émetteurs photoniques de basse énergie, la distance limite sera plus basse que pour des émetteurs photoniques de haute énergie. Il convient d'évaluer la distance limite pour chaque radionucléide à l'essai, et par conséquent, il convient d'évaluer la surface de la source d'essai de grande surface sur la base de cette distance. Sinon, il convient de sélectionner la source d'essai de grande surface de 900 cm^2 pour chaque radionucléide.

La réponse à l'activité de surface doit être déduite en divisant la réponse en taux d'émission surfacique S_{CP} par le produit du rendement de la source et le rendement de décroissance.

8.6 Variation de la réponse avec l'absorption

8.6.1 Exigences

Il convient que le constructeur indique la réduction proportionnelle de la réponse en taux d'émission surfacique lorsqu'un élément absorbant est placé entre la zone de contamination et l'équipement de détection.

A titre indicatif, les absorbeurs suivants sont adaptés à cet essai:

Papier	densité typique 0,7 g·cm^{-3}
PMMA	densité typique 1 g·cm^{-3}
Aluminium	densité typique 3 g·cm^{-3}
Acier inoxydable	densité typique 8 g·cm^{-3}

Cet essai n'est pas obligatoire et n'est pas exigé lorsque la source de contamination se trouve toujours sur la surface de l'article sous surveillance.

8.6.2 Méthode d'essai

Il convient de placer deux absorbeurs, un dont la densité est supérieure à 2 g·cm^{-3} et un autre dont la densité est inférieure à cette valeur, entre la source d'essai et l'ensemble de détection. Il convient que l'épaisseur de l'absorbeur soit de l'ordre de 3 mm.

Le constructeur doit indiquer la réduction proportionnelle de la réponse en taux d'émission surfacique pour chaque radionucléide à l'essai de 8.5, et pour chaque absorbeur. Le

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

constructeur doit indiquer l'épaisseur de la masse de chaque absorbeur exprimée en $mg \cdot cm^{-2}$.

8.7 Réponse aux rayonnements bêta

8.7.1 Exigences

Il convient que l'équipement ne réponde pas aux radionucléides émettant des rayonnements bêta dont l'énergie maximale est inférieure à 500 keV. Il convient que le constructeur minimise la réponse de l'équipement aux radionucléides émettant des rayonnements bêta dont l'énergie maximale est supérieure à 500 keV. Le constructeur doit indiquer la réponse en taux d'émission surfacique de l'équipement aux émetteurs bêta dont les énergies maximales sont dans les étendues suivantes:

– entre 200 keV et 500 keV;

– supérieure à 500 keV.

NOTE Une masse d'épaisseur de 180 $mg \cdot cm^{-2}$ est nécessaire pour atténuer 99 % des particules bêta de 500 keV. Il convient que le matériau ait un nombre atomique faible pour limiter l'effet du rayonnement de freinage.

8.7.2 Méthode d'essai

Lorsque l'équipement est sensible au rayonnement bêta, il convient d'évaluer la réponse en taux d'émission surfacique en utilisant les méthodes décrites en 8.3.3.

8.8 Réponse aux rayonnements photoniques du bruit de fond

8.8.1 Exigences

Les ensembles de détection étant sensibles aux rayonnements photoniques, ils seront sensibles à l'interférence du rayonnement photonique du bruit de fond. La réponse à l'interférence du rayonnement photonique est fortement dépendante de l'énergie et dépendra aussi du matériau utilisé pour encapsuler le détecteur. Il est donc nécessaire d'établir la sensibilité photonique sur une étendue d'énergies photoniques.

Le constructeur doit indiquer la sensibilité, en termes de taux de comptage par unité de kerma dans l'air, de l'ensemble de détection par rapport aux photons dans les étendues d'énergie:

– inférieure à 100 keV;

– entre 100 keV et 700 keV;

– supérieure à 700 keV.

Une des sources de rayonnement doit être ^{137}Cs.

Le constructeur doit mettre à l'essai l'ensemble de détection dans les orientations suivantes:

– une avec la fenêtre de détection face à la source de rayonnement;

– une perpendiculaire à cette direction – si l'équipement de détection n'est pas symétrique sur son axe, alors il convient de réaliser au moins 4 mesures séparées par 90° sur ce plan;

– une à 180° de cette fenêtre de détection.

8.8.2 Méthode d'essai

L'ensemble de détection est placé de sorte que la fenêtre de détection soit face à la source de rayonnement photonique. L'ensemble est exposé au rayonnement photonique et sa sensibilité est évaluée.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

On exerce une rotation sur l'ensemble de détection afin que la fenêtre de détection soit perpendiculaire à la direction du rayonnement et on répète cette procédure. Lorsque l'équipement de détection n'a pas de symétrie par rapport à son axe central, plusieurs mesures sont nécessaires. On exerce une rotation de l'équipement de détection pour que la direction du rayonnement soit 180°.

La sensibilité est évaluée dans chaque orientation.

8.9 Neutrons

Un essai pour la réponse aux neutrons n'est pas obligatoire et ne sera effectué que si les exigences le spécifient. La nature de cet essai doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

8.10 Limite de détection (taux d'émission surfacique détectable minimal par unité de surface)

8.10.1 Exigences

Le taux d'émission surfacique détectable minimal par unité de surface (voir 3.18), avec un taux de référence de kerma dans l'air de 250 nGy·h^{-1} provenant de ^{137}Cs, doit être indiqué par le constructeur. Cette valeur doit être basée sur la réponse en taux d'émission surfacique à partir du radionucléide de référence.

8.10.2 Méthode d'essai

Ce calcul est basé sur le taux de comptage brut, indépendamment du fait que l'indication s'exprime en termes de taux de comptage ou en termes d'activité. On évalue le taux de comptage associé à 250 nGy·h^{-1} en utilisant les données déduites de 8.8.2 pour toutes les orientations. On introduit les taux de comptage (R_o) dans l'équation donnée en 3.18, pour évaluer le taux d'émission surfacique détectable minimal par unité de surface pour chaque radionucléide pertinent.

9 Caractéristiques environnementales

9.1 Température ambiante

9.1.1 Exigences

9.1.1.1 Stabilité de la température

Pour une utilisation en intérieur, dans l'étendue de températures de 10 °C à 40 °C, l'indication doit rester dans les ±15 % de celle obtenue dans des conditions normales d'essai.

Pour une utilisation en extérieur, dans l'étendue de températures de –10 °C à 50 °C, l'indication doit rester dans les ±20 % de celle obtenue dans des conditions normales d'essai.

9.1.1.2 Choc thermique

La réponse en taux d'émission surfacique et le taux de comptage du bruit de fond ne doivent pas varier de plus de ±30 % pour une utilisation en intérieur, et de ±40 % pour une utilisation en extérieur par rapport à un ensemble de lectures de référence prises à une température de 20 °C lorsque l'équipement est, à partir de 20 °C, porté jusqu'à 40 °C puis à –10 °C (10 °C pour une utilisation exclusive en intérieur), chaque variation de température étant effectuée en moins de 5 min.

9.1.1.3 Mise en route à basse température

Après avoir été soumis à la température la plus basse spécifiée pendant 4 h en position arrêt, l'équipement doit fonctionner convenablement une fois remis en marche.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.1.2 Méthode d'essai

9.1.2.1 Généralités

Il sera le plus souvent nécessaire de mener cet essai dans une chambre climatique. Une source radioactive doit être utilisée pour fournir une indication adéquate.

En général, il n'est pas nécessaire de contrôler l'humidité dans la chambre climatique, sauf si l'équipement est particulièrement sensible aux variations d'humidité. Des précautions cependant doivent être prises pour éviter la formation de condensation.

Il convient de noter tout comportement inhabituel de l'équipement, c'est-à-dire une modification des conditions d'alarme, un dysfonctionnement de l'affichage, une variation dans l'alimentation électrique.

9.1.2.2 Stabilité en température

La température doit être maintenue à chacune de ces valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et les mesures doivent être faites pendant les 30 dernières minutes de cette période. Il convient dans ce cas que la variation de la température soit inférieure à 10 °C par heure. Les limites de variation sont données dans le Tableau 3.

9.1.2.3 Choc thermique

L'équipement doit être placé à une température de 20 °C ± 2 °C et laissé pour stabilisation pendant au moins 40 min. La température est alors portée à 40 °C en moins de 5 min. Au bout de 5 min, l'indication est notée, puis toutes les 15 min pendant 2 h. L'équipement doit alors être ramené à une température de 20 °C ± 2 °C pour une période de 4 h. La température sera alors portée à –10 °C (10 °C pour une utilisation exclusive en intérieur) en moins de 5 min. L'indication est notée au bout de 5 min, puis toutes les 15 min pendant 2 h.

9.1.2.4 Mise en route à basse température

L'équipement doit être placé à une température de –10 °C (ou à une autre température appropriée) pendant au moins 4 h puis remis en route sans modifier les conditions climatiques. L'équipement doit fonctionner de la même façon que pendant l'essai de stabilité de température.

9.2 Humidité relative

9.2.1 Exigences

Sur l'étendue d'humidité allant de 40 % à 90 %, l'indication ne doit pas varier de plus de 7,5 % de l'indication sous l'humidité de référence.

9.2.2 Méthode d'essai

Cet essai doit être mené de manière similaire à celle décrite en 9.1.2 avec les températures maintenues à 35 °C.

9.3 Compatibilité électromagnétique

L'équipement doit être essayé pour la compatibilité électromagnétique. Les exigences sont identiques à celles des équipements de surveillance pour la contamination alpha et bêta qui sont décrites en détail dans la CEI 60325.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10 Stockage

10.1 Généralités

Après stockage (ou transport) pendant une durée d'au moins trois mois dans l'emballage du constructeur et à une température entre –25 °C et +50 °C, sans batterie, tous les équipements conçus pour une utilisation dans des régions tempérées doivent pouvoir fonctionner conformément aux spécifications de la présente norme.

Dans certaines circonstances, des spécifications plus sévères peuvent être exigées, comme de pouvoir supporter les basses pressions associées à un transport aérien.

10.2 Chocs mécaniques

Les équipements doivent répondre aux exigences concernant les chocs mécaniques données en 5.9.

11 Documentation

11.1 Certificat d'identification

Un certificat doit accompagner chaque équipement, donnant au minimum, les informations suivantes (voir la CEI 61187).

Concernant l'ensemble de détection:

– nom du constructeur ou marque déposée,

– type de l'ensemble de détection et numéros de série,

– le volume sensible et la surface de la fenêtre du détecteur pour les photons de basse énergie (si applicable), de l'ensemble de détection,

– les matériaux constituant la fenêtre située entre la source et le volume sensible du détecteur, et la masse totale par unité des matériaux exprimée en $mg \cdot cm^{-2}$,

– l'étendue des énergies photoniques auxquelles l'ensemble est sensible,

– la réponse en taux d'émission surfacique pour le radionucléide de référence à une source de 900 cm^2,

– la réponse en taux d'émission surfacique à une source de 900 cm^2 comme fonction de l'énergie photonique,

– le facteur de correction de la réponse en taux d'émission surfacique,

– l'énergie de rayonnement bêta en dessous de laquelle l'ensemble est insensible,

– la masse et les dimensions de l'ensemble.

Concernant l'ensemble de mesure:

– nom du constructeur ou marque déposée,

– type d'ensemble de détection et numéros de série,

– les réglages paramétriques nécessaires pour l'ensemble de détection, y compris le réglage de la haute tension et du seuil de déclenchement d'impulsion,

– la masse et les dimensions de l'ensemble.

Concernant les contaminamètres et moniteurs:

– toutes les informations données ci-dessus, nécessaires aux équipements de détection et de mesure,

– les limites supérieure et inférieure de la plage de mesure efficace pour chaque échelle.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

11.2 Manuel d'utilisation et de maintenance

Chaque équipement doit être fourni avec un manuel d'instruction approprié conforme à la CEI 61187.

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

Grandeurs d'influence	Conditions de référence	Conditions normales d'essai
Temps de préchauffage	15 min	≥15 min
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C
Humidité relative	65 %	55 % à 75 %
Pression atmosphérique	101,3 kPa	86 kPa à 106 kPa
Bruit de fond gamma	Taux de kerma dans l'air inférieur à 0,1 $\mu Gy \cdot h^{-1}$	Taux de kerma dans l'air inférieur à 0,2 $\mu Gy \cdot h^{-1}$
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la plus petite valeur créant des interférences
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Moins de deux fois l'induction due au champ magnétique terrestre
Réglage de l'instrument	Réglage pour fonctionnement normal	Réglage pour fonctionnement normal
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable

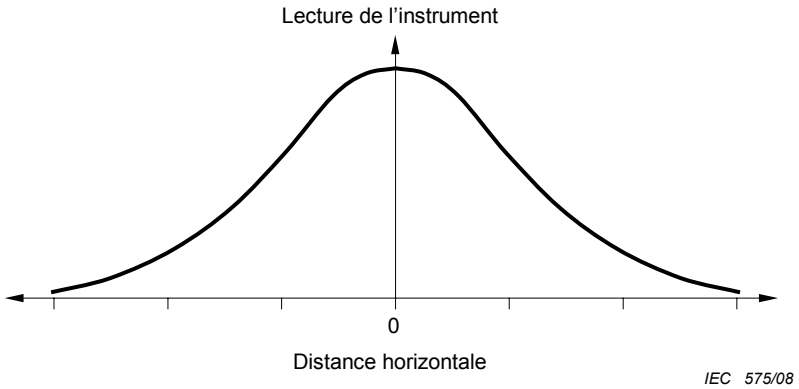
Tableau 2 – Essais réalisés dans les conditions normales d'essai

Caractéristiques à essayer	Exigences	Paragraphe correspondant
Réponse en taux d'émission surfacique	A définir par le constructeur	8.3.3
Variation de la réponse avec l'énergie photonique	A définir par le constructeur	8.5.2
Erreur relative intrinsèque	±20 % pour toute l'étendue	8.4.2
Fluctuations statistiques	Coefficient de variation inférieur à 0,2	7.1.2
Temps de réponse	<7 s pour les augmentations et les diminutions	7.2.2

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Tableau 3 – Essais réalisés avec des variations des grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Domaine des valeurs de la grandeur d'influence	Limites des variations de l'affichage	Paragraphe correspondant
Energie de rayonnement bêta	Energies au dessus et en dessous de 500 keV	Aucune réponse en dessous de 500 keV Réponse établie par le constructeur au dessus de 500 keV	8.7.2
Bruit de fond photonique	Energies photoniques <0,1 MeV à >0,7 MeV	Sensibilité à définir par le constructeur	8.8.2
Neutrons	Aucune spécification		8.9
Limite de détection	Débit d'équivalent de dose de 250 nGy·h^{-1}	A définir par le constructeur	8.10.2
Mise en route (équipements portables)	Moins d'1 min	Temps pris pour la lecture dans ±20 % de la valeur finale dans des conditions de référence à indiquer.	7.4.2
Surcharge	Activité correspondant à 10 fois l'activité que donnerait celle de la déflexion de pleine échelle sur chaque gamme, ou 10^6 coups s^{-1}	Afficher une indication de surcharge dans les 5 s d'exposition, et revenir à un fonctionnement normal dans les 5 min après le retrait de l'exposition.	7.5.2
Température ambiante	Utilisation en intérieur +10 °C +40 °C	±15 %	9.1.2.2
	Utilisation en extérieur –10 °C à 50 °C	±20 %	9.1.2.2
	Choc	Deux fois les limites pour une variation lente dans la température	9.1.2.3
Humidité relative	40 % à 90 % à 35 °C	±7,5 %	9.2.1
Alimentation électrique – fonctionnement sur piles ou batteries	40 h d'utilisation intermittente pour les piles 8 h d'utilisation continue pour les batteries	±5 % de l'indication	7.6.4
Stockage	–25 °C à 50 °C	Atteindre les limites de cette spécification	10.1

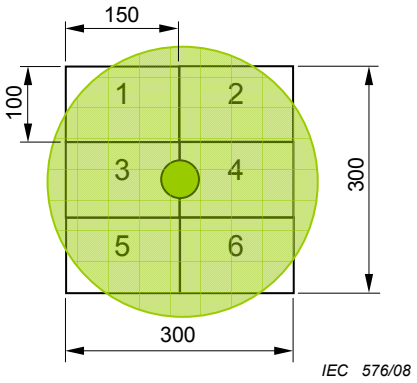


NOTE La figure montre les données de lecture d'un équipement de mesure lorsqu'une source de petite surface est déplacée dans la direction opposée à l'axe central de l'équipement de détection. La distance limite est la distance horizontale où la valeur indiquée par l'instrument représente 1 % de celle de l'instrument en position centrale (voir 8.2).

Figure 1 – Profil du détecteur

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Dimensions en millimètres



NOTE La grille représente la grille de source utilisée pour simuler une zone fragmentée en parties adjacentes de 900 cm^2 en utilisant six sources de 150 cm^2 (voir 8.3.1). L'équipement de détection est placé au centre de la grille, le grand cercle la zone circulaire ayant la surface équivalente de la grille.

Figure 2 – Zone fragmentée en parties adjacentes pour essai

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe A
(informative)

Distances limites pour des volumes de détecteur typiques

Le Tableau A.1 montre les distances limites typiques pour des détecteurs à cristal d'iodure de sodium ayant différents volumes de détecteur, pour certains radionucléides. Dans la pratique, ce type de détecteur répondra au rayonnement photonique en dehors des 900 cm^2 de la zone d'essai.

Tableau A.1 – Distance limite pour différents volumes de détecteur et types de fenêtre

Radionucléide	Distances limites cm			
	13 ml	100 ml	350 ml	50 ml avec Be
^{60}Co	29	41	57	19
^{137}Cs	27	37	51	8
^{133}Ba	26	35		5,5
^{241}Am	N/A	N/A	N/A	5

NOTE 1 Les détecteurs à cristal d'iodure de sodium de volumes 13 ml, 100 ml et 350 ml sont associés à des diamètres de détecteurs de 25,4 mm, 50,8 mm et 76,2 mm (1 pouce, 2 pouces et 3 pouces respectivement).

NOTE 2 Be fait référence à une fenêtre Béryllium.

NOTE 3 Les détecteurs sont connectés à des ictomètres ayant à la fois un seuil de discrimination d'amplitude au plus bas et au plus haut pour permettre de minimiser le taux de comptage de fond.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.