

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61584

Première édition
First edition
2001-06

**Instrumentation pour la radioprotection –
Appareils à poste fixe, portables ou mobiles –
Mesures de la direction et du débit de kerma
dans l'air**

**Radiation protection instrumentation –
Installed, portable or transportable assemblies –
Measurement of air kerma direction
and air kerma rate**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61584:2001

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Service clients**

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Customer Service Centre**

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61584

Première édition
First edition
2001-06

**Instrumentation pour la radioprotection –
Appareils à poste fixe, portables ou mobiles –
Mesures de la direction et du débit de kerma
dans l'air**

**Radiation protection instrumentation –
Installed, portable or transportable assemblies –
Measurement of air kerma direction
and air kerma rate**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
1 Généralités.....	6
1.1 Domaine d'application et objet.....	6
1.2 Références normatives.....	8
1.3 Terminologie, grandeurs et unités	10
2 Exigences concernant la conception de l'ensemble de mesure	18
2.1 Caractéristiques générales.....	18
2.2 Dispositifs d'indication	22
3 Procédures d'essai.....	22
3.1 Conditions générales des essais	22
3.2 Caractéristiques des rayonnements.....	24
3.3 Erreur relative intrinsèque pour les mesures de débit de kerma dans l'air.....	24
3.4 Erreur intrinsèque pour les mesures de direction.....	28
3.5 Variation des réponses avec l'énergie du rayonnement.....	30
3.6 Variation de la réponse de débit de kerma dans l'air en fonction de l'angle d'incidence.....	32
3.7 Variation de la réponse à l'angle en azimut en fonction de l'incidence de l'angle de site.....	34
3.8 Variation de la réponse à l'angle de site en fonction de l'incidence de l'angle en azimut	36
3.9 Réponse à d'autres rayonnements ionisants.....	36
3.10 Caractéristiques de surcharge.....	36
3.11 Caractéristiques électriques.....	38
3.12 Caractéristiques mécaniques.....	44
3.13 Caractéristiques du milieu environnant.....	46
4 Documentation	50
4.1 Compte rendu des essais de type.....	50
4.2 Certificat.....	50
4.3 Manuel de fonctionnement et d'entretien	50
Bibliographie.....	60
Figure 1 – Schéma de la direction du faisceau et définition des angles.....	16
Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	52
Tableau 2 – Essais effectués dans les conditions normales d'essai	52
Tableau 3 – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence.....	54

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 General	7
1.1 Scope and object.....	7
1.2 Normative references	9
1.3 Terms, definitions and units	11
2 Design requirements.....	19
2.1 General characteristics	19
2.2 Indication facilities	23
3 Test procedures.....	23
3.1 General test conditions	23
3.2 Radiation characteristics.....	25
3.3 Relative intrinsic error for air kerma rate measurements.....	25
3.4 Intrinsic errors for direction measurements	29
3.5 Variation of responses with radiation energy	31
3.6 Variation of the air kerma rate response with angle of incidence.....	33
3.7 Variation of the azimuth angle response with elevation angle incidence	35
3.8 Variation of the elevation angle response with azimuth angle incidence	37
3.9 Response to other ionizing radiation	37
3.10 Overload characteristics	37
3.11 Electrical characteristics	39
3.12 Mechanical characteristics.....	45
3.13 Environmental characteristics.....	47
4 Documentation	51
4.1 Type test report	51
4.2 Certificate.....	51
4.3 Operation and maintenance manual.....	51
Bibliography	61
Figure 1 – Schematic of beam direction and definition of angles	17
Table 1 – Reference conditions and standard test conditions	53
Table 2 – Tests performed under standard test conditions	53
Table 3 – Tests performed with variations of influence quantities	55

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – APPAREILS À POSTE FIXE, PORTABLES OU MOBILES – MESURES DE LA DIRECTION ET DU DÉBIT DE KERMA DANS L'AIR

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 61584 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/308/FDIS	45B/316/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 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – INSTALLED, PORTABLE OR TRANSPORTABLE ASSEMBLIES – MEASUREMENT OF AIR KERMA DIRECTION AND AIR KERMA RATE

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61584 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

FDIS	Report on voting
45B/308/FDIS	45B/316/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 3.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – APPAREILS À POSTE FIXE, PORTABLES OU MOBILES – MESURES DE LA DIRECTION ET DU DÉBIT DE KERMA DANS L'AIR

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

1.1.1 La présente Norme internationale est applicable aux ensembles mobiles et portables ou à poste fixe destinés à mesurer

- la direction d'une source X ou gamma en termes d'angles en azimuth et de site, comme montré dans le schéma de la figure 1;
- le débit de kerma dans l'air dû aux rayonnements X ou gamma à l'emplacement de l'instrument;
- le coefficient d'atténuation dans un milieu donné et l'énergie efficace correspondante du faisceau X ou gamma incident à l'emplacement de l'instrument.

Le domaine d'énergie du rayonnement X ou gamma est au moins compris entre 50 keV et 1,5 MeV.

1.1.2 Les ensembles dont il est question dans la présente norme comprennent au moins

- un sous-ensemble de détection qui peut comprendre plusieurs détecteurs;
- un sous-ensemble de mesure comprenant un dispositif d'affichage qui peut être connecté ou incorporé dans un ensemble unique ou placé en interface. Ce sous-ensemble peut contenir un microprocesseur équipé d'un algorithme pour traiter les données mesurées.

1.1.3 Cette norme s'applique aux ensembles de mesure conçus pour des applications spéciales: par exemple mesures de débit élevé de kerma dans l'air et de direction du panache émis après un accident nucléaire ou, lorsqu'ils sont montés sur un véhicule, pour guider ce dernier vers les sources X ou gamma et le rapprocher de l'emplacement d'intervention.

1.1.4 Les règlements nationaux ou la pratique peuvent nécessiter la mesure d'autres grandeurs que le débit de kerma dans l'air (par exemple le débit d'équivalent de dose ambiant, un autre débit de dose ou un débit d'exposition). Cette norme peut être appliquée aux caractéristiques de performances des appareils destinés à mesurer n'importe quelle grandeur de ce type. Par exemple, les valeurs numériques indiquées pour les caractéristiques des rayonnements s'appliquent à n'importe quel cas mais les valeurs conventionnellement vraies seraient exprimées dans la grandeur appropriée.

1.1.5 Cette norme spécifie les caractéristiques générales, les procédures d'essai générales, les caractéristiques électriques, de sécurité et d'environnement, ainsi que le certificat d'identification pour les ensembles définis dans le présent article.

1.1.6 Cette norme ne s'applique pas aux systèmes de dosimétrie à thermoluminescence ou autres appareils passifs à intégration.

1.1.7 Cette norme ne formule pas de spécifications pour la mesure du rayonnement bêta et des neutrons.

1.1.8 Cette norme n'est pas applicable aux caractéristiques fonctionnelles d'appareils indicateurs ou enregistreurs en tant que tels (par exemple indicateurs, enregistreurs, alarmes, etc.). Les exigences générales concernant les caractéristiques de ces appareils sont à rechercher dans les normes correspondantes.

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – INSTALLED, PORTABLE OR TRANSPORTABLE ASSEMBLIES – MEASUREMENT OF AIR KERMA DIRECTION AND AIR KERMA RATE

1 General

1.1 Scope and object

1.1.1 This International Standard is applicable to installed, portable or transportable assemblies intended to measure

- the direction of an X or gamma radiation source in terms of azimuth and elevation angles, as shown in the schema of figure 1;
- the X or gamma air kerma rate at the equipment location;
- the attenuation coefficient in a given medium and the related effective energy of the X or gamma beam incident to the equipment location.

The energy range of X or gamma radiation is at least between 50 keV and 1,5 MeV.

1.1.2 The assemblies considered in this standard comprise at least

- a detection sub-assembly which could include several detectors;
- a measuring sub-assembly including a display device, which may be connected together or incorporated into a single assembly or interfaced. This sub-assembly could contain a microprocessor equipped with an algorithm to process the measured data.

1.1.3 This standard is applicable to measuring assemblies designed for special applications: e.g. high air kerma rate measurements and direction of the plume following a nuclear accident or, when mounted on a vehicle, to guide it towards the X or gamma sources and to bring it closer to the intervention place.

1.1.4 National regulation or practice may require the measurement of other quantities than air kerma rate (e.g. ambient dose equivalent rate, other dose rate or exposure rate). This standard may be applied to performance characteristics of equipment to measure any such quantity. For example, the numerical values given for the radiation characteristics apply to any case but the conventionally true values would be expressed in the appropriate quantity.

1.1.5 This publication specifies general characteristics, general test procedures, electrical, safety and environmental characteristics and the identification certificate for assemblies defined in this clause.

1.1.6 This standard does not apply to thermoluminescence dosimetry systems or other passive integrating devices.

1.1.7 This standard does not provide specifications for measurements of beta radiation and neutrons.

1.1.8 This standard is not applicable to the operating characteristics of indicating or recording equipments as such (e.g. indicating meters, recorders, alarms etc.). The characteristics of such equipment should be in conformity with the general requirements appropriate to them.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60038:1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60050-151:—, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques* ¹⁾

CEI 60050(393):1996, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 393: Instrumentation nucléaire – Phénomènes physiques et notions fondamentales*

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

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essai Ea et guide: chocs*

CEI 60086-2:1997, *Piles électriques – Partie 2: Feuilles de spécification*

CEI 60359:1987, *Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques*

CEI 60532:1992, *Instrumentation pour la radioprotection – Débitmètres à poste fixe, ensembles d'alarme et moniteurs – Rayonnements X et gamma d'énergie comprise entre 50 keV et 7 MeV*

CEI 61000-4-3:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 61017-1:1991, *Appareils portables, mobiles ou à poste fixe de mesure de rayonnements X ou gamma pour la surveillance de l'environnement – Partie 1: Débitmètres*

CEI 61017-2:1994, *Instrumentation pour la radioprotection – Appareils portables, mobiles ou à poste fixe de mesure de rayonnements X ou gamma pour la surveillance de l'environnement – Partie 2: Ensembles intégrateurs*

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

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

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

¹⁾ A publier.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

IEC 60050-151:—, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices* ¹⁾

IEC 60050(393):1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

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

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60086-2:1997, *Primary batteries – Part 2: Specification sheets*

IEC 60359:1987, *Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment*

IEC 60532:1992, *Radiation protection instrumentation – Installed dose ratemeters, warning assemblies and monitors – X and gamma radiation of energy between 50 keV and 7 MeV*

IEC 61000-4-3:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61017-1:1991, *Portable, transportable or installed X or gamma radiation ratemeters for environmental monitoring – Part 1: Ratemeters*

IEC 61017-2:1994, *Radiation protection instrumentation – Portable, transportable or installed equipment to measure X or gamma radiation for environmental monitoring – Part 2: Integrating assemblies*

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

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

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

¹⁾ To be published.

1.3 Terminologie, définitions et unités

Pour les besoins de la présente norme, les termes définis dans la CEI 60050(393), la CEI 60050(394), la CEI 60359, la CEI 61017-1 et la CEI 61017-2 ainsi que les suivants s'appliquent.

La figure 1 donne une représentation schématique des termes définissant les angles liés à la direction du faisceau.

1.3.1 mesureur portable de la direction et du débit de kerma dans l'air

ensemble conçu pour être facilement porté (voir 2.1.12) et destiné à mesurer la direction et le débit de kerma dans l'air, en différents endroits, de faisceaux X et gamma incidents sur le sous-ensemble de détection comprenant plusieurs détecteurs de rayonnements

NOTE Cet ensemble comprendra également des sous-ensembles associés ou des modules fonctionnels.

1.3.2 mesureur à poste fixe de la direction et du débit de kerma dans l'air

ensemble normalement fixé en position. Il peut être équipé de dispositifs d'enregistrement et de dispositifs de lecture à distance

1.3.3 mesureur mobile de la direction et du débit de kerma dans l'air

mesureur installé dans un véhicule. Un tel appareil peut être utilisé par exemple pour guider le véhicule afin de le rapprocher de la source X ou gamma. Il peut être équipé de dispositifs d'enregistrement et de dispositifs de lecture à distance

1.3.4 angle en azimut, θ

angle dans le plan horizontal entre la direction de la projection du faisceau sur ce plan et la direction de la référence $\theta = 0$

NOTE Il convient que l'unité de mesure soit le degré (ou le radian).

1.3.5 angle de site, φ

angle entre la direction du faisceau et l'axe vertical pris comme direction de référence $\varphi = 0$

NOTE Il convient que l'unité de mesure soit le degré (ou le radian).

1.3.6 coefficient d'atténuation, μ

1.3.6.1 coefficient d'atténuation linéique

probabilité pour un photon d'une énergie donnée de subir une interaction par unité d'épaisseur d'absorbeur. Il est exprimé en cm^{-1}

1.3.6.2 coefficient d'atténuation massique

coefficient obtenu en divisant le coefficient d'atténuation linéique par la densité du milieu. Il est exprimé en $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$

NOTE On admet, dans la présente norme, que l'atténuation de dose dans le milieu détecteur du sous-ensemble de détection, est une fonction exponentielle de la longueur de trajet des photons dans ce milieu. Si l est la longueur du trajet (cm) des photons dans le milieu et μ le coefficient d'atténuation (cm^{-1}), $e^{-\mu l}$ est l'atténuation de dose.

1.3 Terms, definitions and units

For the purpose of this standard, the terms defined in IEC 60050(393), IEC 60050(394), IEC 60359, IEC 61017-1 and IEC 61017-2 together with the following apply.

Figure 1 gives a schematic representation of terms defining angles related to beam direction.

1.3.1 portable direction and air kerma rate meter

assembly designed to be easily carried (see 2.1.12) and intended to measure the direction and the air kerma rate, at various places, of X and gamma beams incident to detection sub-assembly including several radiation detectors

NOTE This assembly will also include associated sub-assemblies or basic function units.

1.3.2 installed direction and air kerma rate meter

assembly normally fixed in position. It may be equipped with means of recording and with remote read-out capabilities

1.3.3 transportable direction and air kerma rate meter

rate meter normally installed in a vehicle. Such equipment may be used for example to guide the vehicle closer to the X or gamma source. It may be equipped with means of recording and with remote read-out capabilities

1.3.4 azimuth angle, θ

angle on the horizontal plane between the direction of the beam projection on this plane and the reference direction $\theta = 0$

NOTE The unit of measurement should be degree (or radian).

1.3.5 elevation angle, φ

angle between the direction of the beam and the vertical axis taken as reference direction $\varphi = 0$

NOTE The unit of measurement should be degree (or radian).

1.3.6 attenuation coefficient, μ

1.3.6.1 linear attenuation coefficient is equal to the probability per photon of given energy of undergoing an interaction per unit absorber thickness expressed in cm^{-1}

1.3.6.2 mass attenuation coefficient is obtained by dividing the linear attenuation coefficient by the density of the medium expressed in $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$

NOTE It is assumed in this standard that the dose attenuation, in the detection medium of the detection sub-assembly, is an exponential function of the track length of photons in this medium. If l is the track length (cm) of photons in the medium and μ the attenuation coefficient (cm^{-1}), then $e^{-\mu l}$ is the dose attenuation.

1.3.7 énergie efficace, $\tilde{E}$

énergie déduite de la mesure du coefficient d'atténuation au moyen d'une fonction mettant en relation ces deux grandeurs (atténuation de dose et coefficient d'atténuation)

1.3.8 valeur conventionnellement vraie d'une grandeur

meilleure estimation que l'on puisse avoir de la valeur de cette grandeur qui est déterminée au moyen d'une valeur de référence primaire ou secondaire ou bien au moyen d'un appareil de référence étalonné par rapport à la valeur de référence primaire ou secondaire

1.3.9 erreur d'indication

différence entre la valeur indiquée de chaque grandeur et la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur au point de mesure: angle en azimut θ , angle de site φ , débit de kerma dans l'air, coefficient d'atténuation dans un milieu choisi et estimation de l'énergie efficace

1.3.10 réponse

1.3.10.1 la réponse de l'ensemble de mesure par rapport à l'angle en azimut θ est exprimée par la relation

$$R(\theta) = \frac{\theta_I - \theta_T}{360^\circ}$$

1.3.10.2 la réponse de l'ensemble de mesure par rapport à l'angle de site φ est exprimée par la relation

$$R(\varphi) = \frac{\varphi_I - \varphi_T}{360^\circ}$$

1.3.10.3 pour les autres valeurs indiquées, les réponses sont exprimées par les relations suivantes:

$$R(\dot{K}_a) = \frac{(\dot{K}_a)_I}{(\dot{K}_a)_T}$$

$$\text{et } R(\mu) = \frac{\mu_I}{\mu_T}, \quad R(\tilde{E}) = \frac{\tilde{E}_I}{\tilde{E}_T}$$

où

θ_I , φ_I , $(\dot{K}_a)_I$, μ_I et $\tilde{E}_I$ sont les valeurs indiquées des valeurs conventionnellement vraies, θ_T , φ_T , $(\dot{K}_a)_T$, μ_T et $\tilde{E}_T$ respectivement

1.3.11 erreur d'indication relative

quotient, exprimé en pourcentage, de l'erreur de la valeur indiquée d'une grandeur et de la valeur conventionnellement vraie de la grandeur mesurée. Elle peut s'exprimer par la relation

$$I(\%) = \frac{q_I - q_T}{q_T} \times 100$$

1.3.7 effective energy, $\tilde{E}$

energy deduced from the measurement of the attenuation coefficient using a function relating these two quantities (dose attenuation and attenuation coefficient)

1.3.8 conventionally true value of a quantity

best estimate of the value of that quantity determined by a primary or secondary standard or by a reference equipment that has been calibrated against a primary or secondary standard

1.3.9 error of indication

difference between indicated value of each quantity and the conventionally true value of that quantity at the point of measurement where equipment indicates: azimuth angle θ , elevation angle φ , air kerma rate and attenuation coefficient in a chosen medium and estimates effective energy

1.3.10 responses

1.3.10.1 response of the assembly relative to the azimuth angle θ is expressed by

$$R(\theta) = \frac{\theta_I - \theta_T}{360^\circ}$$

1.3.10.2 response of the assembly relative to the elevation angle φ is expressed by

$$R(\varphi) = \frac{\varphi_I - \varphi_T}{360^\circ}$$

1.3.10.3 for other indicated values, the responses are expressed by the following relations:

$$R(\dot{K}_a) = \frac{(\dot{K}_a)_I}{(\dot{K}_a)_T}$$

$$\text{and } R(\mu) = \frac{\mu_I}{\mu_T}, \quad R(\tilde{E}) = \frac{\tilde{E}_I}{\tilde{E}_T}$$

where

θ_I , φ_I , $(\dot{K}_a)_I$, μ_I and $\tilde{E}_I$ are the indicated values of the conventionally true values θ_T , φ_T , $(\dot{K}_a)_T$, μ_T and $\tilde{E}_T$ respectively

1.3.11 relative error of indication

quotient, expressed as a percentage, of the error of indication of a quantity by the conventionally true value of the measured quantity. It may be expressed as

$$I(\%) = \frac{q_I - q_T}{q_T} \times 100$$

où q_I et q_T sont respectivement les valeurs indiquées et conventionnellement vraies de chacune des grandeurs suivantes: débit de kerma dans l'air ($\dot{K}_a$), coefficient d'atténuation (μ) et énergie efficace ($\tilde{E}$)

1.3.12 erreur intrinsèque

erreur d'indication concernant une grandeur fournie par un ensemble de mesure soumis à un rayonnement de référence donné, dans des conditions de référence déterminées

NOTE Cette erreur intrinsèque sera utilisée pour évaluer les performances de l'appareil pour la mesure des angles en azimut et de site.

1.3.13 erreur relative intrinsèque

erreur relative de l'indication concernant une grandeur fournie par un ensemble de mesure soumis à un rayonnement de référence donné dans des conditions de référence déterminées

NOTE Ce paramètre est utilisé pour spécifier les performances de l'appareil pour la mesure de $\dot{K}_a$, μ et $\tilde{E}$.

1.3.14 coefficient de variation

quotient V de l'écart type estimé, s , par la moyenne arithmétique, $\bar{X}$ d'un ensemble de n mesures X_i donné par les formules suivantes:

- pour les mesures du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation:

$$V = \frac{s}{\bar{X}} = \frac{1}{\bar{X}} \times \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

- pour les mesures des angles:

$$V = \frac{s}{360^\circ} = \frac{1}{360^\circ} \times \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

1.3.15 point de référence d'un ensemble de mesure

repère gravé sur l'appareil, qui permet de positionner l'appareil en un point où la valeur conventionnellement vraie de la grandeur à mesurer est connue

1.3.16 point d'essai

point que l'on fait correspondre au point de référence de l'ensemble de mesure et pour lequel on connaît la valeur conventionnellement vraie du débit de kerma dans l'air

1.3.17 orientation de référence de l'ensemble

L'appareil étant orienté dans la direction du faisceau incident, l'orientation de référence de l'ensemble est définie comme la direction pour laquelle l'angle en azimut est égal à 0 et l'angle de site est égal à -90° .

Il faut que le constructeur indique cette orientation de référence de l'ensemble de mesure. Généralement, cette orientation de référence et la direction d'étalonnage doivent se trouver sur le même axe

where q_I and q_T are, respectively, the indicated and conventionally true values of each of the following quantities: air kerma rate ($\dot{K}_a$), attenuation coefficient (μ) and effective energy ($\tilde{E}$)

1.3.12 intrinsic error

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

NOTE This intrinsic error is used to evaluate the performance of the equipment for measuring azimuth and elevation angles.

1.3.13 relative intrinsic error

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

NOTE This parameter is used to specify the performance of the equipment for measuring $\dot{K}_a$, μ and $\tilde{E}$.

1.3.14 coefficient of variation

ratio V of the estimate of the standard deviation, s , to the arithmetic mean $\bar{X}$ of a set of n measurements X_i given by the following formula:

- for air kerma rate and attenuation coefficient measurements:

$$V = \frac{s}{\bar{X}} = \frac{1}{\bar{X}} \times \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

- for measurements of angles:

$$V = \frac{s}{360^\circ} = \frac{1}{360^\circ} \times \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

1.3.15 reference point of an assembly

physical mark on the assembly used to position the assembly at a point where the conventionally true value of the quantity to be measured is known

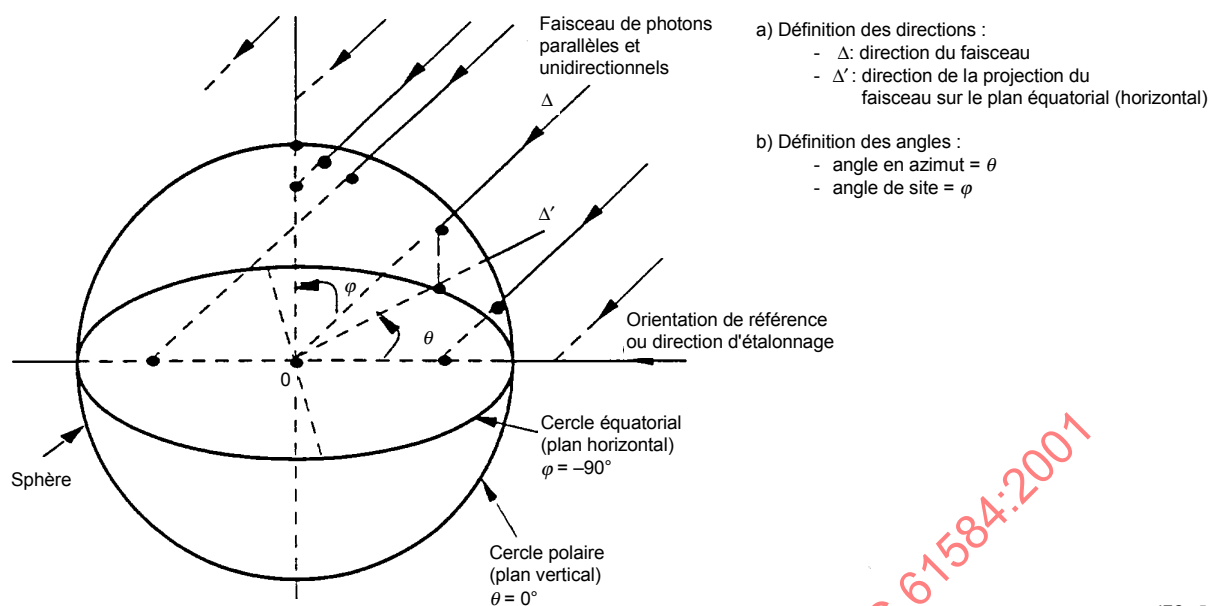
1.3.16 point of test

point at which the reference point of the assembly is placed and at which the conventionally true value of air kerma rate is known

1.3.17 reference orientation of the assembly

direction for which the azimuth angle is equal to 0 and the elevation angle is equal to -90° , the equipment indicating the direction of the incident beam.

The manufacturer must state this reference orientation of the assembly. Generally, this reference orientation and calibration direction shall be on the same axis



IEC 564/01

Figure 1 – Schéma de la direction du faisceau et définition des angles

1.3.18 essais de qualification

essais effectués dans le but de vérifier que les exigences d'une spécification sont respectées. Les essais de qualification sont subdivisés en essais de type et essais individuels de série, comme défini ci-dessous

1.3.18.1 essai de type

essai de conformité effectué sur une ou plusieurs entités représentatives de la production [VEI 151-16-16]

1.3.18.2 essai individuel de série

essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication [VEI 151-16-17]

1.3.18.3 essai de réception

essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que l'entité répond à certaines conditions de sa spécification [VEI 151-16-23]

1.3.18.4 essais supplémentaires

essais effectués afin de fournir un certain nombre d'informations supplémentaires sur certaines caractéristiques des ensembles de mesure

1.3.19 Unités

Les unités utilisées dans la présente norme sont celles du système international d'unités (SI)[1]²⁾. Les définitions des grandeurs de rayonnements et des termes de dosimétrie (voir [2] et [3]) sont données dans la CEI 60050(393) et la CEI 60050(394). Les anciennes unités correspondantes (non SI) sont indiquées entre parenthèses.

²⁾ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

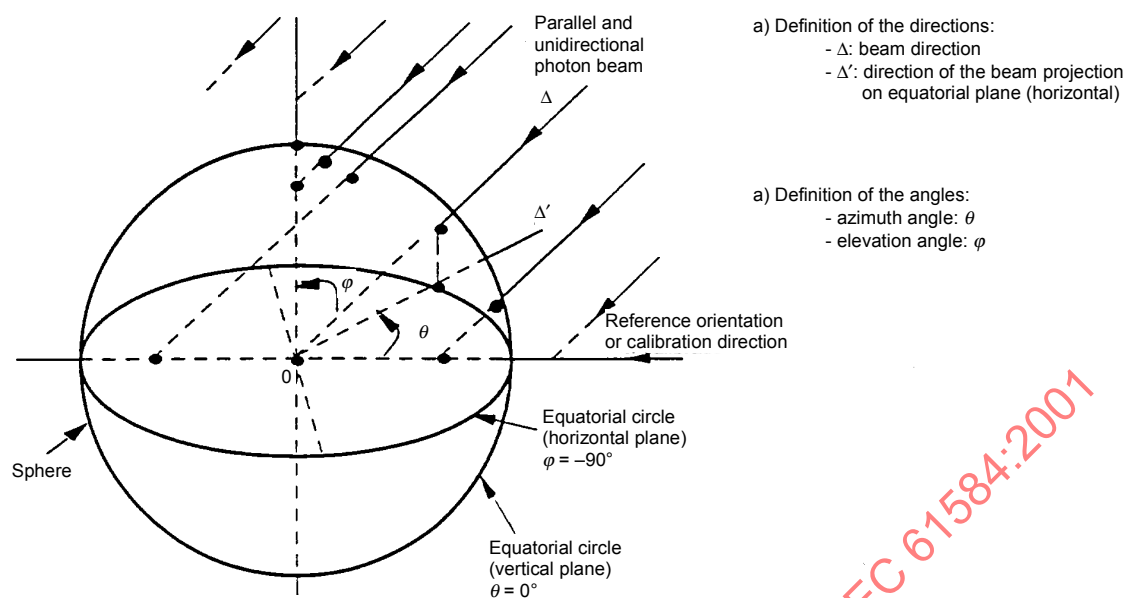


Figure 1 – Schematic of beam direction and definition of angles

1.3.18 qualification tests

tests performed in order to verify that the requirements of a specification are fulfilled. They are subdivided into type tests and routine tests, as defined below:

1.3.18.1 type test

conformity test made on one or more items representative of the production
[IEV 151-16-16]

1.3.18.2 routine test

conformity test made on each individual item during or after manufacture
[IEV 151-16-17]

1.3.18.3 acceptance test

contractual test to prove to the customer that the item meets certain conditions of its specification
[IEV 151-16-23]

1.3.18.4 supplementary tests

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

1.3.19 Units

This standard uses the units of the International System (SI)²⁾. Definitions of radiation quantities and dosimetric terms (see [2] and [3]) are given in IEC 60050(393) and IEC 60050(394). The corresponding old units (not SI) are indicated in parentheses.

²⁾ The figures in square brackets refer to the bibliography.

- pour l'énergie: électron-volt (symbole: eV).

$$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J};$$

- Les multiples et sous-multiples des unités SI doivent être utilisés si nécessaire, conformément au système SI.

concepteur de l'appareillage

utilisateur de l'appareillage

2 Exigences concernant la conception de l'ensemble de mesure

2.1 Caractéristiques générales

2.1.1 L'appareillage peut être conçu comme un ensemble de mesure unique, le sous-ensemble de détection étant adjacent à l'ensemble de mesure ou contenu dans ce dernier, ou situé à distance du reste de l'équipement. Dans ce dernier cas, le sous-ensemble de détection peut se trouver jusqu'à 10 m de tous les appareils électroniques (préamplificateurs) et le sous-ensemble de détection et tout préamplificateur peuvent se trouver jusqu'à 100 m ou plus de l'indicateur et du sous-ensemble d'alarme.

Il peut être souhaitable que toutes ces options fassent partie d'une conception de base unique de l'équipement.

2.1.2 L'appareil doit mesurer le débit de kerma dans l'air dû aux rayons X ou gamma dans un domaine d'énergie d'au moins 50 keV à 1,5 MeV. Si l'ensemble de mesure doit être utilisé dans la zone entourant un réacteur nucléaire produisant un rayonnement de 8 MeV, il sera nécessaire de déterminer la réponse à cette énergie. La réponse effective à des énergies supérieures peut être spécifiée. Le domaine de mesure de l'équipement doit correspondre au moins à trois décades pleines de débit de kerma dans l'air; cinq décades ou davantage peuvent être nécessaires dans de nombreuses applications. Une valeur minimale de $100 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ est souhaitable. Il convient qu'une commutation manuelle de gamme soit évitée.

L'appareil doit mesurer les angles en azimut de 0° à 360° et les angles de site de 0° à $\pm 180^{\circ}$ de faisceaux X et gamma de ce domaine d'énergie, incidents sur le sous-ensemble de détection.

Il doit aussi mesurer le coefficient d'atténuation dans un milieu donné de faisceaux X et gamma du même domaine d'énergie incidents sur le sous-ensemble de détection.

Il doit donner l'estimation de l'énergie X et gamma efficace incidente sur le sous-ensemble de détection.

Nevertheless, the following units may be used:

- energy: electron-volt (symbol: eV);
1 eV = $1,602 \times 10^{-19}$ J;
- time: years (symbol: y), days (symbol: d), hours (symbol: h), minutes (symbol: min);
- angle: degrees (symbol: °);
- attenuation coefficient: cm^{-1} , $\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$.

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

1.3.20 manufacturer

designer of the equipment

1.3.21 purchaser

user of the equipment

2 Design requirements

2.1 General characteristics

2.1.1 Equipment may be designed as a single assembly with the detection sub-assembly adjacent to or contained within the assembly, or with the detection sub-assembly remote from the remaining equipment. In the latter case, the detection sub-assembly may be up to 10 m away from any electronics (head amplifiers) and the detection sub-assembly and any head amplifiers up to 100 m or more away from the indicator and alarm sub-assembly.

It may be desirable for all these options to be provided by a single basic design of equipment.

2.1.2 The equipment shall measure the air kerma rate due to X or gamma rays over an energy range of at least 50 keV to 1,5 MeV. If the assembly is to be used in the area surrounding a nuclear reactor producing 8 MeV radiation it will be necessary to determine the response up to this energy. Effective response to higher energies may be specified. The range of the equipment shall be at least three full decades of air kerma rate; five or more decades may be required in many applications. A minimum value of $100 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ is desirable. Manual range switching should be avoided.

The equipment shall measure azimuth angles from 0° to 360° and elevation angles from 0° to $\pm 180^\circ$ of X and gamma beams of this energy range, incident on the detection sub-assembly.

It shall also measure the attenuation coefficient in a given medium of X and gamma beams of the same energy range incident on the detection sub-assembly.

It shall give the estimate of the effective X and gamma energy incident on the detection sub-assembly.

Certaines caractéristiques de l'ensemble telles que, par exemple, l'emplacement d'un système électronique de traitement des signaux à proximité du détecteur dans certaines directions peuvent faire écran au détecteur, provoquant ainsi un cône de réponse réduite. Dans ce cas, le cône de réponse réduite doit être identifié par le constructeur.

2.1.3 Les ensembles de mesure doivent être conçus de manière à limiter autant que possible toute réponse indésirable aux rayonnements électromagnétiques et ionisants autres que le rayonnement X ou gamma.

2.1.4 Lorsque des détecteurs sont destinés à être utilisés dans des champs de rayonnement neutronique intenses, le sous-ensemble détecteur doit être construit en matériaux qui réduisent au minimum les effets de l'activation par les neutrons.

2.1.5 L'information concernant le point de référence du sous-ensemble de détection dans un but d'étalonnage doit être indiquée sur la surface extérieure. L'orientation de l'instrument par rapport à la direction d'étalonnage de référence doit être donnée par rapport au boîtier de l'appareil.

Le constructeur doit expliquer également les hypothèses qu'il a faites en ce qui concerne l'utilisation de l'ensemble en relation avec l'emplacement par rapport aux sources de rayonnement et aux structures et comment celles-ci ont affecté son choix de la direction d'étalonnage et l'optimisation de la conception eu égard à la réponse angulaire.

2.1.6 Les commandes et les dispositifs de réglage qui affectent les réglages d'étalonnage et d'alarme doivent être conçus de telle manière que leur accès puisse être limité aux personnes autorisées.

2.1.7 Des dispositions doivent être prises pour permettre le contrôle des voyants ou autres indicateurs d'avertissement visuel.

2.1.8 Des dispositions doivent être prises pour permettre l'introduction d'une entrée de signal simulant toute sortie du détecteur et, autant que possible, cela ne doit pas nécessiter un accès à une unité de tête quelconque. Ces dispositions s'ajoutent aux dispositifs de contrôle d'alarme et peuvent simplement être constituées d'arrangements pour l'injection d'un signal d'essai approprié. Des informations très détaillées doivent être fournies sur tout équipement d'essai spécial nécessaire.

2.1.9 Le sous-ensemble de détection doit être construit de manière à en faciliter la décontamination.

2.1.10 Le temps moyen entre pannes (TMEP) de l'ensemble de mesure, pour les pannes «révélées» (pannes déclenchant une alarme ou indiquées d'une autre manière) et pour les pannes «non révélées» (pannes non indiquées), doit être spécifié par le constructeur. Il convient que le constructeur fasse la preuve de ces performances. Cette preuve sera normalement apportée sous la forme d'une évaluation théorique et, dans ce cas, la date de la source d'information et la méthode d'évaluation doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur. Il serait également souhaitable que l'évaluation théorique soit vérifiée par rapport à l'expérience opérationnelle subséquente.

2.1.11 Lorsque des appareils utilisent des détecteurs ou d'autres composants qui ont une durée de vie en service sous rayonnements limitée, le constructeur doit spécifier la durée de vie en service que l'on peut raisonnablement en attendre. Une distinction doit être faite entre la «durée de vie opérationnelle», lorsque l'équipement est en cours d'utilisation, et la «durée de vie totale», lorsqu'il est soumis à l'irradiation naturelle pendant qu'il n'est pas en service. Cette valeur peut être basée sur des données statistiques et de référence sur des composants semblables, plutôt que sur des essais spécifiques pratiqués sur l'équipement.

Certain characteristics of the assembly such as, for example, the location of signal processing electronics in proximity to the detector in certain directions, may shield the detector causing a cone of reduced response. In this case, the reduced response cone shall be identified by the manufacturer.

2.1.3 Assemblies shall be designed so as to limit as far as possible any undesirable response to electromagnetic and ionizing radiations other than X or gamma radiation.

2.1.4 Where detectors are to be used in high neutron radiation fields, the detector sub-assembly shall be constructed of materials which will minimize the effects of neutron activation.

2.1.5 Information regarding the reference point of the detection sub-assembly for calibration purposes shall be indicated on the outer surface. The orientation of the equipment relative to the reference calibration direction shall be given in relation to the equipment enclosure.

The manufacturer shall also explain the assumptions he has made with respect to the use of the assembly in relation to location relative to radiation sources and structures and how these have affected his choice of calibration direction and the optimization of the design in respect to angular response.

2.1.6 Controls and adjustments which affect calibration and alarm settings shall be so designed that access to them can be limited to authorized persons.

2.1.7 Provisions shall be made to permit testing of lamps or other visual warning indicators.

2.1.8 Provisions shall be made to allow introduction of a signal input simulating any detector output and, where possible, this shall not require access to any head unit. These are in addition to the alarm check facilities and may simply be arrangements for the injection of a suitable test signal. Full details of any special test equipment required shall be provided.

2.1.9 The detection sub-assembly shall be constructed in such a manner as to facilitate decontamination.

2.1.10 The mean time between failure (MTBF) of the assembly for "revealed" failures (failures raising an alarm or otherwise indicated) and for "unrevealed" failures (failures not indicated) shall be specified by the manufacturer. Evidence should be provided by the manufacturer to justify this performance. This will normally be in the form of theoretical assessment and, in this case, the source data and assessment method shall be agreed upon between manufacturer and purchaser. It would also be desirable for the theoretical assessment to be reviewed against subsequent operational experience.

2.1.11 Where equipments utilize detectors or other components which have a limited radiation service life, the manufacturer shall specify the service life which may reasonably be expected. Distinction shall be made between "operational life", when equipment is in use, and "overall life" when naturally irradiated in a non-operating condition. The basis of this value may be statistical and reference data on similar components, rather than specific tests on the equipment.

2.1.12 Lorsqu'il s'agira d'un ensemble de mesure portable, sa masse ne doit pas excéder 4 kg et il doit être équipé de poignées, sangles ou autres dispositifs permettant d'en faciliter la manipulation lorsqu'il est porté.

2.1.13 Par accord entre le constructeur et l'acheteur, les ensembles portables, à poste fixe ou mobiles, peuvent être pourvus de dispositifs appropriés destinés à indiquer les défauts, par exemple perte de tension du détecteur, panne des systèmes électroniques.

2.2 Dispositifs d'indication

2.2.1 Le moniteur doit être capable d'émettre localement des signaux d'indication et d'alarme ou être capable de transmettre ceux-ci à une station éloignée, à une distance de 100 m au moins. Cette station éloignée peut être un ordinateur portable ou une unité de traitement et d'affichage. Les performances de l'appareil ne doivent pas être affectées par n'importe quel mode de fonctionnement ou par un mauvais fonctionnement de la station éloignée; elles doivent en être complètement indépendantes.

2.2.2 Les lectures de l'appareil doivent être disponibles de préférence sur un affichage numérique ou sur un affichage analogique. L'appareil doit afficher les angles en azimut et de site avec une résolution de 1° ou moins. L'instrument doit afficher chaque décade de mesure de débit de kerma dans l'air avec une résolution d'une unité ou moins.

2.2.3 L'étendue utile de mesure de l'ensemble doit être comprise entre le début de la seconde décade la moins significative (c'est-à-dire deux chiffres affichés) et l'affichage pleine échelle disponible.

2.2.4 Il est recommandé que l'appareil permette d'enregistrer et d'afficher l'historique des données. Cela peut être obtenu, par exemple, en prévoyant des sorties pour des enregistreurs ou des ordinateurs, ou directement sur un afficheur.

3 Procédures d'essai

3.1 Conditions générales des essais

3.1.1 Nature des essais

Sauf indication contraire figurant dans un article particulier, tous les essais énumérés dans la présente norme doivent être considérés comme des essais de type.

3.1.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai

Les conditions de référence ainsi que les conditions normales d'essai sont indiquées dans le tableau 1. Les conditions de référence sont celles auxquelles se réfèrent les performances de l'appareil et les conditions normales d'essai indiquent les tolérances nécessaires dans les essais pratiques. Sauf indication contraire, les essais décrits dans la présente norme doivent être effectués dans les conditions normales d'essai décrites dans la troisième colonne du tableau 1.

3.1.3 Essais effectués dans les conditions normales d'essai

Les essais devant être effectués dans les conditions normales d'essai sont énumérés dans le tableau 2 qui indique, pour chacune des caractéristiques en essai, les exigences à respecter conformément au paragraphe décrivant la méthode d'essai correspondante. Pour ces essais, les valeurs de la température, de la pression et de l'humidité relative au moment des essais doivent être indiquées ainsi que les corrections nécessaires pour que la réponse soit donnée dans les conditions de référence.

2.1.12 In cases where the assembly is portable, its mass shall not exceed 4 kg and it shall be equipped with handles, straps or other means to facilitate operation while being carried.

2.1.13 By agreement between manufacturer and purchaser, portable installed or transportable assemblies may be provided with appropriate facilities for indicating faults, e.g. loss of detector voltage, failure of electronics.

2.2 Indication facilities

2.2.1 The monitor shall be capable of giving a local indication and alarm signal or should be capable to give these on a remote station at a distance of at least 100 m. This remote station may be a portable computer or processing and display unit. The equipment performance shall be unaffected by and completely independent of any operational mode or malfunction of the remote station.

2.2.2 The equipment readings shall be available on a digital display or on an analogical display. The equipment shall display azimuth and elevation with a resolution of 1° or less. The equipment shall display each decade of air kerma rate measurement with a resolution of one unit or less.

2.2.3 The effective range of measurement of the assembly shall be from the start of the second least significant decade (i.e. two digits indicated) to the full range of indication available.

2.2.4 The equipment should allow for the storage and display of time history data. This may be accomplished, for example, by providing outputs for recorders or computers, or directly on a display.

3 Test procedures

3.1 General test conditions

3.1.1 Nature of tests

Unless otherwise specified in the individual clauses, all tests enumerated in this standard shall be considered as "type tests".

3.1.2 Reference conditions and standard test conditions

Reference and standard test conditions are given in table 1. Reference conditions are those conditions to which the performance of the equipment is referred and standard test conditions indicate the necessary tolerances in practical testing. Except where otherwise specified, the tests in this standard shall be performed under the standard test conditions given in the third column of table 1.

3.1.3 Tests performed under standard test conditions

Tests which are performed under standard test conditions are listed in table 2 which indicates, for each of the characteristics under test, the requirements according to the subclause where the corresponding test method is described. For these tests, the value of temperature, pressure and relative humidity at the time of the test shall be stated and the appropriate corrections made to give the response under reference conditions.

3.1.4 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

Pour les essais destinés à la détermination des effets des variations des grandeurs d'influence indiquées dans le tableau 3, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues à l'intérieur des limites des conditions normales d'essai indiquées dans le tableau 1, à moins qu'il n'en soit spécifié autrement dans la procédure d'essai concernée.

3.1.5 Fluctuations statistiques

Si, dans un essai faisant intervenir des rayonnements, l'amplitude des fluctuations statistiques de la valeur indiquée dues à la nature aléatoire du seul rayonnement constitue une fraction non négligeable de la variation de la valeur indiquée autorisée pour cet essai, on doit alors faire un nombre suffisant de lectures pour s'assurer que la valeur moyenne de ces lectures peut être évaluée avec une précision suffisante pour démontrer la conformité avec l'essai en question. L'intervalle entre ces lectures doit être suffisant pour assurer une indépendance statistique des valeurs lues.

3.1.6 Rayonnement gamma de référence

Tous les essais faisant intervenir des rayonnements gamma autres que ceux indiqués en 3.5 à 3.8 doivent être effectués avec la source de rayonnement gamma de référence. Les sources de ^{137}Cs doivent être utilisées en tant que rayonnement gamma de référence. Si ces sources ne sont pas disponibles pour tous les essais nécessitant le rayonnement gamma de référence, des sources de ^{60}Co peuvent être utilisées. Dans ce cas, les résultats doivent être ramenés à la réponse du ^{137}Cs en tenant compte de la différence de réponse entre le ^{60}Co et le ^{137}Cs .

3.1.7 Bruit de fond

Avant l'exposition aux rayonnements, on doit laisser l'ensemble de mesure enregistrer les indications de bruit de fond.

3.2 Caractéristiques des rayonnements

3.2.1 Pour les essais faisant intervenir des rayonnements, le rayonnement diffusé au point d'essai et en l'absence de l'ensemble de mesure, doit avoir une contribution inférieure à 5 % du débit de kerma dans l'air total en ce point.

3.2.2 Le point d'essai auquel le débit de kerma dans l'air doit être déterminé doit être choisi de telle manière que la distance entre la source de rayonnement et le sous-ensemble de détection soit suffisante pour garantir qu'une erreur due à la non-uniformité de l'irradiation du sous-ensemble de détection ne sera pas supérieure à ± 5 %.

3.2.3 Comme la grandeur du débit de kerma dans l'air à mesurer nécessite que l'appareil ait, dans la mesure où c'est possible, une réponse isotrope, les champs d'étalonnage doivent être mono-directionnels (voir [3], [4] et [5]). Cette condition est également nécessaire pour les mesures de direction.

3.2.4 Il est admis dans cette norme que l'expression «débit de kerma dans l'air» signifie débit de kerma dans l'air libre en un point du champ de rayonnement du milieu environnant sous la condition de l'équilibre électronique.

3.3 Erreur relative intrinsèque pour les mesures de débit de kerma dans l'air

3.3.1 Exigences

Dans les conditions normales d'essai, l'erreur relative intrinsèque de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser ± 15 % sur l'ensemble de l'étendue utile de mesure. Cette exigence s'applique seulement pour les débits de kerma dans l'air dépassant $1 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($100 \mu\text{rad}\cdot\text{h}^{-1}$).

3.1.4 Tests performed with variation of influence quantities

For those tests intended to determine the effects of variations in the influence quantities given in table 3, all other influence quantities shall be maintained within the limits of the standard test conditions specified in table 1, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

3.1.5 Statistical fluctuations

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

3.1.6 Reference gamma radiation

All tests involving the use of gamma radiation, other than those given in 3.5 to 3.8, shall be carried out with the reference gamma radiation. ^{137}Cs sources shall be used as the reference gamma radiation. If these sources are not available for all tests requiring reference gamma radiation, ^{60}Co sources may be used. In this case, the results shall be corrected to the response to ^{137}Cs by allowing for the difference in response between ^{60}Co and ^{137}Cs .

3.1.7 Background radiation

Prior to radiation exposure, the assembly shall be allowed to store the background readings.

3.2 Radiation characteristics

3.2.1 For the radiation tests, the scattered radiation at the point of test, in the absence of the assembly, shall contribute less than 5 % of the total air kerma rate at that point.

3.2.2 The point of test at which the air kerma rate is to be determined shall be chosen such that the distance between the radiation source and the detection sub-assembly shall be sufficient to ensure that any error due to non-uniformity of irradiation of the detection sub-assembly be not more than $\pm 5\%$.

3.2.3 Since the quantity of air kerma rate to be measured requires that the equipment has, as far as practicable, an isotropic response, the calibration fields shall be mono-directional (see [3], [4] and [5]). This condition is also necessary for direction measurements.

3.2.4 It is assumed in this standard that the term "air kerma rate" means the kerma rate to free air at a point in the environmental radiation field under the condition of electron equilibrium.

3.3 Relative intrinsic error for air kerma rate measurements

3.3.1 Requirements

Under standard test conditions, the relative intrinsic error of the assembly shall not exceed $\pm 15\%$ over the whole effective range of measurements. This requirement shall only apply for air kerma rates exceeding $1\text{ }\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($100\text{ }\mu\text{rad}\cdot\text{h}^{-1}$).

3.3.2 Détermination de l'erreur relative intrinsèque pour la mesure du débit de kerma dans l'air

a) Source à utiliser

Pour les besoins de cet essai, la valeur conventionnellement vraie du débit de kerma dans l'air au point d'essai doit être connue avec une incertitude de 10 %. L'incertitude sur la valeur conventionnellement vraie du débit de kerma dans l'air ne doit pas être prise en compte dans le calcul de l'erreur relative intrinsèque.

L'essai doit être effectué avec des sources de ^{137}Cs irradiant l'ensemble de mesure dans la direction d'étalonnage. Il peut s'avérer nécessaire de recourir à plusieurs sources de ^{137}Cs pour couvrir toutes les valeurs de débit de kerma dans l'air indiquées par l'ensemble de mesure. Dans ce cas, les activités relatives des sources utilisées doivent être telles que la plage utile du débit de kerma dans l'air fourni par chaque source au point d'essai (en modifiant la distance séparant la source et le point de référence du sous-ensemble de détection) recoupe la plage utile du débit de kerma dans l'air fourni par au moins une des autres sources utilisées. De cette façon, les débits de kerma dans l'air fournis par toutes les sources peuvent être évalués à partir de la valeur fournie par une source particulière qui pourra être considérée comme la source de référence.

b) Essais à effectuer

Un essai de type doit être effectué sur au moins un ensemble de mesure de chaque série produite, et les essais de série doivent être effectués sur chacun des ensembles de mesure.

Essai de type

Si un affichage numérique est nécessaire pour les lectures, l'essai doit être effectué pour au moins trois valeurs dans chaque décade de débit de kerma dans l'air. Celles-ci doivent se trouver à approximativement 20 %, 40 % et 80 % de la lecture maximale de chaque décade.

Essai individuel de série

L'essai doit être effectué pour une valeur dans chaque décade de débit de kerma dans l'air mesuré.

c) Méthode de calcul de l'erreur intrinsèque

Il convient d'effectuer l'étalonnage gamma de l'appareil comme suit:

- laisser l'instrument en service pendant un temps suffisamment long pour qu'il enregistre l'information de bruit de fond ambiant;
- exposer l'appareil à la source gamma de référence à un débit de kerma dans l'air conventionnellement vrai $\dot{K}_T$ et noter la lecture $\dot{K}_I$;
- calculer l'erreur relative intrinsèque

$$I(\%) = \frac{\dot{K}_I - \dot{K}_T}{\dot{K}_T} \times 100$$

d) Interprétation des résultats

Les exigences de 3.3.1 peuvent être considérées comme respectées si aucune valeur individuelle de l'erreur relative intrinsèque ne dépasse 25 % sur l'étendue utile de mesure du débit de kerma dans l'air.

3.3.2 Determination of relative intrinsic error for air kerma rate measurements

a) Source to be used

For purposes of this test, the conventionally true value of the air kerma rate at the point of test shall be known to within an uncertainty of 10 %. The uncertainty of the conventionally true value of the air kerma rate shall be excluded in calculating the relative intrinsic error.

The test shall be performed with sources of ^{137}Cs irradiating the assembly in the calibration direction. More than one ^{137}Cs source may be required in order to cover the complete range of air kerma rates indicated by the assembly. In this case, the relative activities of the sources used shall be such that the useful range or air kerma rates obtainable from each source at the point of test (by alteration of the distance between the source and the reference point of the detection sub-assembly) overlaps the useful range of air kerma rate obtainable from at least one other of the sources used. In this way, the air kerma rates from all sources used may be calibrated in terms of one particular source, which may be considered as the reference source.

b) Tests to be performed

A type test shall be carried out on at least one assembly of the series and routine tests shall be performed on each assembly.

Type test

If a digital display is required for the readings, the test shall be performed for at least three values in each decade of air kerma rate. These shall be at approximately 20 %, 40 % and 80 % of each full decade reading.

Routine test

The test shall be performed for one value in each decade of air kerma rate measured.

c) Method of calculation of the relative intrinsic error

The gamma calibration of the assembly should be carried out as follows:

- leave the equipment in operation for a sufficient time so that it stores the ambient background information;
- expose the assembly to the reference gamma radiation source at a conventionally true air kerma $\dot{K}_T$ rate and note the reading $\dot{K}_I$;
- calculate the relative intrinsic error

$$I(\%) = \frac{\dot{K}_I - \dot{K}_T}{\dot{K}_T} \times 100$$

d) Interpretation of the results

The requirements of 3.3.1 can be considered to be met if no single value of the relative intrinsic error exceeds 25 % over the effective range of air kerma rate measurements.

3.4 Erreur intrinsèque pour les mesures de direction

3.4.1 Exigences

- a) Pour une irradiation de l'ensemble de mesure avec un faisceau mono-directionnel émis par la source de référence, incident selon un angle de site de référence donné ($\varphi_T = -90^\circ$), l'erreur intrinsèque pour les indications de l'angle en azimut ne doit pas dépasser $\pm 10^\circ$ de l'étendue utile de mesure de 0° à 360° (0° étant la valeur de référence pour l'angle en azimut).
- b) Pour une irradiation de l'ensemble de mesure avec un faisceau mono-directionnel émis par la source de référence, incident selon un angle en azimut de référence donné ($\theta_T = 0^\circ$), l'erreur intrinsèque pour les indications d'angle de site ne doit pas dépasser $\pm 20^\circ$ sur l'étendue utile de mesure de 0° à -180° et de 0° à $+180^\circ$ (-90° étant la valeur de référence pour l'angle de site).

La mesure de la réponse de l'appareil n'est pas nécessaire à l'intérieur du cône défini de réponse réduite tel que décrit en 2.1.2.

3.4.2 Détermination des erreurs intrinsèques pour les mesures de direction

a) Source à utiliser

Pour cet essai, les valeurs conventionnellement vraies

- du débit de kerma dans l'air au point d'essai doivent être connues avec une incertitude relative de 10 %, et
- des angles, doivent être connues avec une incertitude de 1° .

L'essai doit être effectué avec la source de ^{137}Cs de référence irradiant l'ensemble de mesure avec un faisceau mono-directionnel.

b) Essais à effectuer

Un essai de type et un essai individuel de série doivent être effectués pour les lectures d'angles en azimut de 0° à 360° par pas de 30° et, pour les lectures d'angles de site, de 0° à -180° et de 0° à $+180^\circ$ par pas de 20° . La mesure de la réponse de l'appareil n'est pas nécessaire à l'intérieur du cône défini de réponse réduite, tel que décrit en 2.1.2.

c) Méthode de calcul de l'erreur intrinsèque

L'étalonnage de l'ensemble de mesure pour les indications d'angles en azimut doit être effectué comme suit.

- laisser l'appareil en fonctionnement pendant un temps suffisant pour qu'il enregistre l'information de bruit de fond ambiant;
- exposer l'ensemble de mesure à la source de rayonnement de référence gamma à un débit de kerma dans l'air $\dot{K}_T$ qui se trouve dans sa plage utile de mesure de cette grandeur, l'ensemble de mesure étant orienté selon un angle de site de référence donné ($\varphi_T = -90^\circ$);
- faire varier l'angle en azimut θ_T de 0° à 360° par pas de 30° et noter la lecture θ_I ;
- calculer l'erreur intrinsèque

$$I(^{\circ}) = \theta_I - \theta_T$$

3.4 Intrinsic errors for direction measurements

3.4.1 Requirements

- a) When the assembly is irradiated with a mono-directional beam from the reference source, incident at a given reference elevation angle ($\varphi_T = -90^\circ$), the intrinsic error for the azimuth angle readings shall not exceed $\pm 10^\circ$ over the effective range of measurements from 0° to 360° (0° being the reference angle for the azimuth angle).
- b) When the assembly is irradiated with a mono-directional beam from the reference source, incident at a given reference azimuth angle ($\varphi_T = 0^\circ$), the intrinsic error for the elevation angle readings shall not exceed $\pm 20^\circ$ over the effective range of measurements from 0° to -180° and 0° to $+180^\circ$ (-90° being the reference angle for the elevation angle).

Measurement of equipment response is not necessary within the defined cone of reduced response as described in 2.1.2.

3.4.2 Determination of intrinsic errors for direction measurements

a) Source to be used

For the purpose of this test, the conventionally true values

- of the air kerma rate at the point of test shall be known within a relative uncertainty of 10 %, and
- of the angles shall be known to within an uncertainty of 1° .

The test shall be performed with the reference ^{137}Cs source irradiating the assembly with a mono-directional beam.

b) Tests to be performed

A type test and a routine test shall be carried out for the azimuth angle readings from 0° to 360° by steps of 30° and for the elevation angle readings from the 0° to -180° and 0° to $+180^\circ$ by steps of 20° . Measurement of equipment response is not necessary within the defined cone of reduced response as described in 2.1.2.

c) Method of calculation of the relative intrinsic error

The calibration of the assembly for the azimuth angle readings shall be accomplished as follows:

- leave the equipment in operation during a sufficient time so that it stores the ambient background information;
- expose the assembly to the gamma reference radiation source at an air kerma rate $\dot{K}_T$ which is in the assembly effective range of measurements of this quantity, with the assembly orientated at a given reference elevation angle ($\varphi_T = -90^\circ$);
- vary the azimuth angle θ_T from 0° to 360° by steps of 30° and note the reading θ_l ;
- calculate the intrinsic error

$$I(^{\circ}) = \theta_l - \theta_T$$

L'étalonnage de l'ensemble de mesure pour les indications d'angles de site doit être effectué comme suit:

- laisser l'appareil en fonctionnement pendant un temps suffisamment long pour qu'il enregistre l'information de bruit de fond ambiant;
- exposer l'ensemble de mesure à la source de rayonnement de référence gamma à un débit de kerma dans l'air $\dot{K}_T$ qui se trouve dans l'étendue utile de mesure de cette grandeur, l'ensemble de mesure étant orienté selon un angle en azimut de référence donné ($\theta_T = 0^\circ$);
- faire varier l'angle de site φ_T de 0° à -180° et de 0° à $+180^\circ$ par pas de 20° et noter la lecture φ_I ;
- calculer l'erreur intrinsèque

$$I(^{\circ}) = \varphi_I - \varphi_T$$

NOTE Si nécessaire, prendre en compte le bruit de fond selon chaque orientation.

d) Interprétation des résultats

Les exigences de 3.4.1 peuvent être considérées comme respectées si aucune valeur individuelle de l'erreur intrinsèque pour l'angle en azimut ne dépasse $\pm 11^\circ$ et si aucune valeur individuelle de l'erreur intrinsèque pour l'angle de site ne dépasse $\pm 21^\circ$ sur l'étendue utile de mesure des angles.

3.5 Variation des réponses avec l'énergie du rayonnement

3.5.1 Exigences

Les réponses au rayonnement incident d'énergie entre 50 keV et 1,5 MeV

- dans la direction d'étalonnage, en termes de débit de kerma dans l'air, ne doivent pas différer de plus de $\pm 30\%$ par rapport à la réponse à la source de rayonnement gamma de référence de ^{137}Cs ;
- en termes d'angles en azimut et de site, les angles ne doivent pas varier de plus de $\pm 5\%$ par rapport aux réponses à la source de rayonnement gamma de référence de ^{137}Cs ;
- dans la direction d'étalonnage, en termes de coefficient d'atténuation, ne doivent pas varier de plus de $\pm 20\%$ par rapport à la réponse à la source de rayonnement gamma de référence de ^{137}Cs .

Pour les appareils destinés à être utilisés pour les mesures au voisinage de réacteurs nucléaires et pour d'autres applications où des énergies de photons entre 1,5 MeV et 8 MeV doivent être mesurées, les réponses en termes de débit de kerma dans l'air, des angles en azimut et de site et de coefficient d'atténuation, à 8 MeV, ne doivent pas différer respectivement de plus de $\pm 35\%$, $\pm 10\%$ et $\pm 30\%$ par rapport aux réponses à la source de référence de ^{137}Cs .

La mesure de la réponse de l'appareil n'est pas nécessaire à l'intérieur du cône défini de réponse réduite tel que décrit en 2.1.2.

3.5.2 Méthode d'essai pour la détermination de la réponse en débit de kerma dans l'air

On doit utiliser au moins les énergies suivantes choisies dans la liste des rayonnements de référence spécifiés dans l'ISO 4037:

The calibration of the assembly for elevation angle readings shall be accomplished as follows:

- leave the equipment in operation during a sufficient time so that it stores the ambient background information;
- expose the assembly to the gamma reference radiation source at an air kerma rate $\dot{K}_T$ which is in the assembly effective range of measurements of this quantity, with the assembly orientated at a given reference azimuth angle ($\varphi_T = 0^\circ$);
- vary the elevation angle φ_T from 0° to -180° and 0° to $+180^\circ$ by steps of 20° and note the reading φ_l ;
- calculate the intrinsic error

$$I(^{\circ}) = \varphi_l - \varphi_T$$

NOTE If necessary, take into consideration the background for all orientations.

d) Interpretation of the results

The requirements of 3.4.1 can be considered to have been met if no single value of the intrinsic error for the azimuth angle exceeds $\pm 11^\circ$ and, no single value of the intrinsic error for the elevation angle exceeds $\pm 21^\circ$ over the effective range of angle measurements.

3.5 Variation of responses with radiation energy

3.5.1 Requirements

The responses to incident radiation of energy between 50 keV and 1,5 MeV

- in the calibration direction, in terms of air kerma rate, shall not differ by more than $\pm 30\%$ from the response to the ^{137}Cs reference gamma radiation source;
- in terms of azimuth and elevation, angles shall not vary by more than $\pm 5\%$ from the response to the ^{137}Cs reference gamma radiation source;
- in the calibration direction, in terms of attenuation coefficient shall not vary by more than $\pm 20\%$ from the response to ^{137}Cs reference gamma radiation source.

For equipment intended to be used for these measurements in the vicinity of nuclear reactors and for other applications where photon energies between 1,5 MeV and 8 MeV are to be measured, the responses in terms of air kerma rate, of azimuth and elevation angles and of attenuation coefficient, at 8 MeV, shall not differ by more than $\pm 35\%$, $\pm 10\%$, and $\pm 30\%$ respectively from the responses of the ^{137}Cs reference source.

Measurement of equipment response is not necessary within the defined cone of reduced response as described in 2.1.2.

3.5.2 Method of test for determining the air kerma rate response

At least the following energies selected from the list of reference radiations specified in ISO 4037 shall be used:

- rayons X filtrés de 48 keV, 87 keV, 148 keV et 211 keV (voir ISO 4037-1);
- rayonnement gamma de ^{241}Am (59,5 keV), ^{137}Cs (662 keV) et ^{60}Co (1,17 MeV et 1,33 MeV).

Comme prescrit en 3.5.1, des essais supplémentaires doivent être effectués avec un rayonnement gamma de 8 MeV (voir ISO 4037-2). Les résultats doivent être exprimés comme le quotient de la valeur indiquée à la valeur conventionnellement vraie du débit de kerma dans l'air pour chaque énergie de rayonnement. En principe, il est souhaitable que cet essai soit effectué au même débit de kerma dans l'air pour chaque énergie de rayonnement.

Dans la pratique, cela peut ne pas être possible, auquel cas le débit de kerma dans l'air indiqué pour chaque énergie de rayonnement doit être corrigé de l'erreur relative intrinsèque (interpolée si nécessaire) à ce débit de kerma dans l'air indiqué pour la source de rayonnement gamma de référence (voir 3.3.2).

3.5.3 Méthode d'essai pour la détermination des réponses par rapport aux angles en azimut et de site

On doit utiliser les énergies suivantes choisies dans la liste ci-dessus référencée:

Rayonnement gamma de ^{241}Am (59,5 keV), ^{137}Cs (662 keV) et ^{60}Co (1,17 MeV et 1,33 MeV).

Comme exigé en 3.5.1, des essais supplémentaires doivent être effectués avec un rayonnement gamma de 8 MeV (voir ISO 4037-2).

La même procédure que celle décrite en 3.4.2c) pour les angles en azimut et de site doit être appliquée pour chaque énergie de rayonnement.

Les résultats doivent être exprimés sous la forme de la réponse à l'angle en azimut ou à l'angle de site pour chaque énergie, comme défini en 1.3.10.

En principe, il est souhaitable que cet essai soit effectué au même débit de kerma dans l'air pour chaque énergie de rayonnement. Si ce n'est pas possible, le débit de kerma dans l'air pour chaque énergie de rayonnement doit se trouver dans l'étendue utile de mesure de débit de kerma dans l'air, de préférence dans la même décade que celle utilisée pour la source de rayonnement de référence.

3.5.4 Méthode d'essai pour la détermination de la réponse en coefficient d'atténuation

L'ensemble de mesure doit être exposé aux mêmes énergies de rayonnement que celles spécifiées en 3.5.2. Les résultats doivent être exprimés comme le quotient de la valeur de coefficient d'atténuation indiquée et de la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur pour chaque énergie de rayonnement.

En principe, il est souhaitable que cet essai soit effectué pour le même débit de kerma dans l'air pour chaque énergie de rayonnement. Si ce n'est pas possible, le débit de kerma dans l'air pour chaque énergie de rayonnement doit se trouver dans l'étendue utile de mesure, de préférence dans la même décade que celle utilisée pour la source de rayonnement de référence.

3.6 Variation de la réponse de débit de kerma dans l'air en fonction de l'angle d'incidence

La présente norme concerne des sous-ensembles de détection présentant un angle d'acceptation large et une symétrie essentiellement sphérique.

- filtered X-rays of 48 keV, 87 keV, 148 keV and 211 keV (see ISO 4037-1);
- gamma radiation from ^{241}Am (59,5 keV), ^{137}Cs (662 keV) and ^{60}Co (1,17 MeV and 1,33 MeV).

As required in 3.5.1, additional tests shall be performed with 8 MeV gamma radiation (see ISO 4037-2). The results shall be expressed as the ratio of the indicated value to the conventionally true value of the air kerma rate for each radiation energy. In principle, it is desirable that this test be performed at the same air kerma rate for each radiation energy.

In practice this may not be possible, in which case the indicated air kerma rate at each radiation energy shall be corrected for the relative intrinsic error (interpolated if necessary) at that indicated air kerma rate for the reference gamma radiation source (see 3.3.2).

3.5.3 Method of test for determining the azimuth and elevation angle responses

The following energies selected from the list referenced above shall be used:

Gamma radiation from ^{241}Am (59,5 keV), ^{137}Cs (662 keV) and ^{60}Co (1,17 MeV and 1,33 MeV).

As required in 3.5.1, additional tests shall be performed with 8 MeV gamma radiation (see ISO 4037-2).

The same procedure as that described in 3.4.2c) for the azimuth and elevation angles shall be applied for each radiation energy.

The results shall be expressed as the azimuth angle or elevation angle response at each energy as defined in 1.3.10.

In principle, it is desirable that this test be performed at the same air kerma rate for each radiation energy. If this is not practicable, the air kerma rate for each radiation energy shall be in the effective range of air kerma rate measurements, preferably in the same decade as that used for the reference radiation source.

3.5.4 Method of test for determining the attenuation coefficient response

The assembly shall be exposed to the same radiation energies as those specified in 3.5.2. The results shall be expressed as the ratio of the indicated attenuation coefficient value to the conventionally true value of this quantity for each radiation energy.

In principle, it is desirable that this test be performed at the same air kerma rate for each radiation energy. If this is not practicable, the air kerma rate for each radiation energy shall be in the effective range of measurements, preferably in the same decade as that used for the reference radiation source.

3.6 Variation of the air kerma rate response with angle of incidence

This standard relates to detection sub-assemblies with a wide angle of acceptance and having an essentially spherical symmetry.

3.6.1 Exigences

L'ensemble de mesure ou le sous-ensemble de détection doit être positionné dans la direction d'étalonnage ($\theta_T = 0^\circ$ et $\varphi_T = -90^\circ$).

Du fait de la symétrie sphérique, l'essai de variation des réponses en fonction de l'angle d'incidence doit être effectué dans deux plans: plan horizontal ($\varphi_T = -90^\circ$, θ_T variant de 0° à 360°) et plan vertical ($\theta_T = 0^\circ$ et φ_T variant de 0° à -180° et de 0° à $+180^\circ$).

- a) Dans le plan horizontal, la réponse de l'ensemble de mesure à un rayonnement incident selon des angles donnés par rapport à la direction d'étalonnage ne doit pas varier d'une valeur supérieure aux limites suivantes par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage:

pour 662 keV	0° à 360°	$\pm 30 \%$;
pour 59/60 keV	0° à 360°	$\pm 50 \%$.

- b) Dans le plan vertical, la variation de la réponse par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage doit se trouver dans les limites suivantes:

pour 662 keV	0° à $\pm 180^\circ$	$\pm 30 \%$;
pour 59/60 keV	0° à $\pm 180^\circ$	$\pm 50 \%$.

La mesure de la réponse de l'appareil n'est pas nécessaire à l'intérieur du cône défini de réponse réduite comme décrit au chapitre 2.1.2.

3.6.2 Méthode d'essai

Exposer l'ensemble de mesure dans la direction d'étalonnage aux rayonnements de référence suivants spécifiés par l'ISO 4037-1 et l'ISO 4037-2 et déterminer la réponse au rayonnement X de 60 keV ou au rayonnement gamma de 59,5 keV de ^{241}Am et au rayonnement de 662 keV de ^{137}Cs .

- a) La direction du rayonnement doit ensuite être changée par pas de 30° dans le plan horizontal, y compris la direction d'étalonnage spécifiée par le constructeur, et la réponse déterminée sur l'ensemble de l'étendue des angles spécifiée en 3.6.1a), pour les deux rayonnements spécifiés.
- b) La direction du rayonnement doit ensuite être changée par pas de 20° dans le plan vertical, y compris la direction d'étalonnage et la réponse déterminée sur l'ensemble de l'étendue des angles spécifiée en 3.6.1b) pour les deux rayonnements spécifiés.

3.7 Variation de la réponse à l'angle en azimut en fonction de l'incidence de l'angle de site

3.7.1 Exigences

La réponse à l'angle en azimut dans l'étendue de 0° à 360° pour différentes incidences de l'angle de site par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage ($\theta_T = 0^\circ$, $\varphi_T = -90^\circ$) ne doit pas varier d'une valeur supérieure aux limites suivantes:

pour 662 keV	$-180^\circ \leq \varphi_T \leq +180^\circ$	$\pm 5 \%$;
pour 59/60 keV	$-180^\circ \leq \varphi_T \leq +180^\circ$	$\pm 10 \%$.

La mesure de la réponse de l'appareil n'est pas nécessaire à l'intérieur du cône défini de réponse réduite tel que décrit en 2.1.2.

3.6.1 Requirements

The assembly or the detection sub-assembly shall be positioned in the calibration direction ($\theta_T = 0^\circ$ and $\varphi_T = -90^\circ$).

Because of the spherical symmetry, the test of variation of the responses with angle of incidence shall be performed using two planes: a horizontal plane ($\varphi_T = -90^\circ$, θ_T varying from 0° to 360°) and a vertical plane ($\theta_T = 0^\circ$ and φ_T varying from 0° to -180° and from 0° to $+180^\circ$).

- a) In the horizontal plane, the response of the assembly to radiation incident at angles to the calibration direction shall not vary by more than the following limits relative to the response in the calibration direction:

for 662 keV	0° to 360°	$\pm 30\%$;
for 59/60 keV	0° to 360°	$\pm 50\%$.

- b) In the vertical plane, the variation in response relative to the response in the calibration direction shall be within the following limits:

for 662 keV	0° to $\pm 180^\circ$	$\pm 30\%$;
for 59/60 keV	0° to $\pm 180^\circ$	$\pm 50\%$.

Measurement of equipment response is not necessary within the defined cone of reduced response as described in 2.1.2.

3.6.2 Method of test

Expose the assembly in the calibration direction to the following reference radiations specified by ISO 4037-1 and ISO 4037-2 and determine the response to 60 keV X-radiation or 59,5 keV gamma radiation from ^{241}Am and to 662 keV gamma radiation from ^{137}Cs .

- a) The direction of radiation shall then be changed in steps of 30° in the horizontal plane including the calibration direction specified by the manufacturer and the response determined throughout the range of angles specified in 3.6.1a) for the two radiations specified.
- b) The direction of radiation shall then be changed in steps of 20° in the vertical plane including the calibration direction and the response determined throughout the range of angles specified in 3.6.1b) for the two radiations specified.

3.7 Variation of the azimuth angle response with elevation angle incidence

3.7.1 Requirements

The azimuth angle response in the range 0° to 360° for various elevation incidences relative to the response in the calibration direction ($\theta_T = 0^\circ$, $\varphi_T = -90^\circ$) shall not vary by more than the following limits:

for 662 keV	$-180^\circ \leq \varphi_T \leq +180^\circ$	$\pm 5\%$;
for 59/60 keV	$-180^\circ \leq \varphi_T \leq +180^\circ$	$\pm 10\%$.

Measurement of equipment response is not necessary within the defined cone of reduced response as described in 2.1.2.

3.7.2 Méthode d'essai

Exposer l'ensemble de mesure, dans la direction d'étalonnage, aux rayonnements de référence suivants spécifiés par l'ISO 4037-1 et l'ISO 4037-2 et déterminer la réponse d'angle en azimut au rayonnement X de 60 keV ou au rayonnement gamma de 59,5 keV de ^{241}Am et au rayonnement gamma de 662 keV de ^{137}Cs .

Pour chaque angle de site donné à faire varier par pas de 45° de -180° à $+180^\circ$, l'angle en azimut doit varier de 0° à 360° par pas de 30° . Les résultats doivent être exprimés sous forme de réponse à l'angle en azimut comme défini en 1.3.10 sur l'ensemble de l'étendue des angles spécifiée en 3.7.1.

3.8 Variation de la réponse à l'angle de site en fonction de l'incidence de l'angle en azimut

3.8.1 Exigences

La réponse à l'angle de site dans l'étendue de -180° à $+180^\circ$, pour différentes incidences de l'angle en azimut par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage, ne doit pas varier d'une valeur supérieure aux limites suivantes:

pour 662 keV	$0^\circ \leq \theta_T \leq 360^\circ$	$\pm 5 \%$;
pour 59/60 keV	$0^\circ \leq \theta_T \leq 360^\circ$	$\pm 10 \%$.

La mesure de la réponse de l'appareil n'est pas nécessaire à l'intérieur du cône défini de réponse réduite comme décrit en 2.1.2.

3.8.2 Méthode d'essai

Exposer l'ensemble de mesure dans la direction d'étalonnage au rayonnement de référence mentionné en 3.7.2. Pour chaque incidence d'azimut donnée à faire varier par pas de 45° de 0° à 360° , l'angle de site doit varier de -180° à $+180^\circ$ par pas de 20° . Les résultats doivent être exprimés sous la forme de la réponse à l'angle de site, comme défini en 1.3.10 sur l'ensemble de l'étendue des angles spécifiée en 3.8.1.

3.9 Réponse à d'autres rayonnements ionisants

Les ensembles de mesure doivent être conçus de manière à limiter autant que possible l'influence des autres rayonnements ionisants. Pour les mesures de débit de kerma dans l'air, les normes CEI 61017-1 et CEI 60532 indiquent les exigences et la méthode d'essai concernant les rayonnements bêta et neutronique.

Pour les mesures de direction et de coefficient d'atténuation, les exigences et la méthode d'essai concernant les rayonnements bêta et neutronique doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

3.10 Caractéristiques de surcharge

a) Exigences

Pour des débits de kerma dans l'air supérieurs à ceux correspondant à 10 fois la valeur maximale de l'étendue de mesure, l'indication du débit de kerma dans l'air de l'ensemble de mesure doit se situer au-delà de l'extrémité supérieure de l'échelle et ne doit pas bouger de cette position pendant l'exposition. Pour les autres grandeurs, un avertissement doit être affiché déclarant qu'elles ne peuvent être déterminées. Le constructeur doit indiquer le temps nécessaire à l'ensemble de mesure pour revenir à une lecture correcte après l'irradiation à cette surexposition. Ce temps ne doit pas être supérieur à 30 min.

3.7.2 Method of test

Expose the assembly, in the calibration direction, to the following reference radiations specified by ISO 4037-1 and ISO 4037-2 and determine the azimuth angle response to 60 keV X-radiation or 59,5 keV gamma radiation from ^{241}Am and to 662 keV gamma radiation from ^{137}Cs .

For each given elevation incidence to be changed by steps of 45° from -180° to $+180^\circ$, the azimuth angle shall be varied from 0° to 360° by steps of 30° . The results shall be expressed as the azimuth angle response as defined in 1.3.10 throughout the range of angles specified in 3.7.1.

3.8 Variation of the elevation angle response with azimuth angle incidence

3.8.1 Requirements

The elevation angle response in the range -180° to $+180^\circ$ for various azimuth incidences relative to the response in the calibration direction shall not vary by more than the following limits:

for 662 keV	$0^\circ \leq \theta_T \leq 360^\circ$	$\pm 5 \%$;
for 59/60 keV	$0^\circ \leq \theta_T \leq 360^\circ$	$\pm 10 \%$.

Measurement of equipment response is not necessary within the defined cone of reduced response as described in 2.1.2.

3.8.2 Method of test

Expose the assembly in the calibration direction to the reference radiation mentioned in 3.7.2. For each given azimuth incidence to be changed by steps of 45° from 0° to 360° , the elevation angle shall be varied from -180° to $+180^\circ$ by steps of 20° . The results shall be expressed as the elevation angle response as defined in 1.3.10 throughout the range of angles specified in 3.8.1.

3.9 Response to other ionizing radiation

Assemblies shall be designed so as to limit as far as practicable the influence of other ionizing radiation. For air kerma rate measurements, IEC 61017-1 and IEC 60532 give the requirements and method of test for beta and neutron radiations.

For direction and attenuation coefficient measurements, the requirements and method of test for beta and neutron radiation shall be subject to agreement between the manufacturer and purchaser.

3.10 Overload characteristics

a) Requirements

For air kerma rates greater than 10 times the maximum value of the measurement range, the air kerma rate indication of the assembly shall be off-scale at the higher end of the scale and shall remain so during such exposure. For the other indicated quantities, a warning shall be displayed stating that they cannot be determined. The manufacturer shall state the time taken by the assembly to return to the appropriate on-scale readings following the irradiation to this over-exposure. This time shall not be greater than 30 min.

b) Méthode d'essai

Exposer l'ensemble de mesure à une source de rayonnements fournissant un débit de kerma dans l'air correspondant à une indication comprise entre 1/3 et 1/2 de la valeur maximale de la décade la plus sensible.

L'ensemble de mesure doit être aussi exposé à la valeur suivante de débit de kerma dans l'air dû à une source de rayonnement gamma de référence pendant une période de 5 min: 10 fois la valeur maximale du calibre le plus élevé. Les indications fournies par l'ensemble de mesure doivent rester au-delà de la partie supérieure de l'échelle pendant tout ce temps et un signal doit être affiché déclarant que les autres grandeurs indiquées ne peuvent être déterminées durant cette période.

Après retrait de la source de rayonnement gamma de référence

- les indications du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation de l'ensemble doivent revenir à une valeur inférieure ou égale à 20 % des lectures initiales en moins de 30 min;
- les indications des angles en azimut et de site doivent revenir respectivement à une valeur inférieure ou égale à 10° et 20° par rapport aux lectures initiales en moins de 30 min.

3.11 Caractéristiques électriques

3.11.1 Fluctuations statistiques

a) Exigences

Du fait de la nature aléatoire de l'émission de rayonnements X et gamma, les valeurs indiquées par un ensemble de mesures de direction et de débit de kerma dans l'air peuvent présenter des fluctuations autour d'une valeur moyenne. Le coefficient de variation de chaque indication dû à ces fluctuations aléatoires doit être inférieur aux valeurs suivantes pour tous les débits de kerma dans l'air dépassant 10 fois la valeur du plus petit chiffre significatif:

- 30 % pour les indications du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation;
- 10 % et 20 % respectivement pour les indications des angles en azimut et de site.

b) Méthode d'essai

Exposer l'ensemble de mesure à une source de rayonnements fournissant un débit de kerma dans l'air correspondant à une indication comprise entre 1/3 et 1/2 de la valeur maximale de la décade la plus sensible.

Effectuer une série d'au moins 20 lectures de chaque indication de l'ensemble de mesure à des intervalles de temps prédéterminés. Pour que les lectures soient substantiellement indépendantes les unes des autres, cet intervalle de temps ne doit pas être inférieur à celui qui correspond à trois fois le temps de réponse de l'ensemble de mesure. Calculer la valeur moyenne et le coefficient de variation de toutes les lectures effectuées. Le coefficient de variation de chaque indication ainsi déterminé doit se trouver entre les limites indiquées dans les exigences ci-dessus.

3.11.2 Temps de réponse

a) Exigences

Le temps de réponse nécessaire pour réaliser une lecture sur la décade la plus sensible de l'ensemble de mesure doit être tel que, s'il se produisait une brusque variation du débit de kerma dans l'air, les indications atteignent les valeurs ci-dessous en moins de 100 s:

$$\dot{K}_i + \frac{90}{100} (\dot{K}_f - \dot{K}_i)$$

b) Method of test

Expose the assembly to a source of radiation giving an air kerma rate corresponding to an indication between one-third and one-half of the maximum value of the most sensitive decade.

The assembly shall also be exposed to the following air kerma rate from a reference gamma radiation source for a period of 5 min: 10 times the maximum value of the highest scale. The air kerma rate indication of the assembly shall remain off-scale at the higher end of the scale and a warning shall be displayed stating that the other indicated quantities cannot be determined throughout this period.

After the reference gamma radiation source is removed

- the air kerma rate and attenuation coefficient indications of the assembly shall return to within 20 % of the initial readings within 30 min;
- the azimuth and elevation angle indications shall return respectively to within 10° and 20° of the initial readings within 30 min.

3.11 Electrical characteristics**3.11.1 Statistical fluctuations****a) Requirements**

Because of the random nature of X and gamma radiation emission, the indication of a direction and an air kerma rate measuring assembly may exhibit fluctuations in regard to its mean values. The coefficient of variation of each indication due to these random fluctuations shall be less than the following values for all air kerma rates exceeding 10 times the value of the least significant digit:

- 30 % for air kerma rate and attenuation coefficient indications;
- 10 % and 20 % for azimuth angle and elevation angle indications, respectively.

b) Method of test

Expose the assembly to a source of radiation giving an air kerma rate corresponding to an indication between one-third and one-half of the maximum value of the most sensitive decade.

Take a series of at least 20 readings of each indication of the assembly at predetermined time intervals. In order that the readings be substantially independent of one another, this time interval shall not be less than that corresponding to three times the response time of the measuring assembly. Calculate the mean values and the coefficient of variation of all the readings taken. The coefficient of variation of each indication so determined shall lie within the limits of the above requirements.

3.11.2 Response time**a) Requirements**

The response time for the most sensitive decade of the equipment shall be such that, if there is a sudden change in the air kerma rate, the indications reach the following values in less than 100 s:

$$\dot{K}_i + \frac{90}{100} (\dot{K}_f - \dot{K}_i)$$

et

$$q_i + \frac{90}{100} (q_f - q_i \pm \varepsilon)$$

où

$\dot{K}_i$ est l'indication initiale et $\dot{K}_f$ est l'indication finale du débit de kerma dans l'air;

q_i est la valeur indiquée initiale et q_f est la valeur indiquée finale des autres grandeurs;

ε est égal à 10° pour l'indication de l'angle en azimut, 20° pour l'indication de l'angle de site et 0,2 μ_i pour l'indication du coefficient d'atténuation.

Le temps de réponse doit être indiqué par le constructeur.

b) Méthode d'essai

L'essai doit être effectué en utilisant une source de rayonnement adaptée. La valeur initiale $\dot{K}_i$ et la valeur finale $\dot{K}_f$ du débit de kerma dans l'air doivent différer au moins d'un facteur 10 et les mesures doivent être effectuées en faisant respectivement croître et décroître le débit de kerma dans l'air. Les mesures doivent être faites dans chaque décade d'indication de débit de kerma dans l'air.

Pour les essais où l'on fait croître le débit de kerma dans l'air, l'ensemble de mesure doit au préalable être soumis au débit de kerma dans l'air maximal et l'indication correspondante $\dot{K}_f$ notée. L'ensemble de mesure doit ensuite être soumis au débit de kerma dans l'air le plus faible pendant une durée suffisante pour permettre à l'indication $\dot{K}_i$ d'atteindre une valeur stable que l'on notera. On doit ensuite faire varier le débit de kerma dans l'air aussi rapidement que possible pour l'amener à la valeur correspondante $\dot{K}_f$ et on déterminera le temps nécessaire pour lire les valeurs données par les formules figurant en 3.11.2a).

L'essai avec décroissance du débit de kerma dans l'air doit être effectué de façon identique; il suffit d'interchanger les valeurs de débit de kerma dans l'air correspondant à $\dot{K}_i$ et $\dot{K}_f$.

En l'absence d'affichage visuel, un point délivrant un signal de sortie de chaque indication doit être prévu par le constructeur pour permettre de vérifier que les exigences sont respectées.

3.11.3 Temps de préchauffage

a) Exigences

Le temps de préchauffage doit être indiqué par le constructeur et ne doit pas dépasser 15 min.

b) Méthode d'essai

L'ensemble de mesure étant arrêté, exposer le sous-ensemble de détection à une source de rayonnement gamma de référence fournissant normalement une indication se situant au moins à la moitié de la valeur maximale de la décade la moins sensible. Eteindre l'option d'enregistrement du bruit de fond, si c'est possible. Mettre l'ensemble de mesure en marche et noter les valeurs lues toutes les 30 s jusqu'à 15 min après la mise en marche. Faire un nombre suffisant de lectures (voir 3.11.1) 15 min après la mise en marche et prendre comme «valeur finale» de chaque indication la valeur moyenne de ces lectures. Sur le graphe de la variation de chaque indication en fonction du temps, tracer une courbe continue se rapprochant au mieux des indications relevées. A partir de la courbe, déterminer le temps qui correspond à chaque indication située dans les tolérances suivantes:

- 10 % par rapport à cette «valeur finale» pour les indications du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation;

and
$$q_i + \frac{90}{100}(q_f - q_i \pm \varepsilon)$$

where

$\dot{K}_i$ is the initial indication and $\dot{K}_f$ is the final indication of air kerma rate;

q_i is the initial indicated value and q_f is the final indicated value of the other quantities;

ε is equal to 10° for azimuth angle indication, 20° for elevation angle indication and 0,2 μ_i for attenuation coefficient indication.

The response time shall be stated by the manufacturer.

b) Method of test

The test shall be performed with a suitable source of radiation. The initial $\dot{K}_i$ and final $\dot{K}_f$ air kerma rates shall differ at least by a factor of 10 and measurements shall be carried out for both an increase and a decrease in the air kerma rate. Measurements shall be made over each decade of air kerma rate indication.

For the increasing air kerma rate test, the assembly shall be subjected first to the highest air kerma rate and the indication $\dot{K}_f$ noted. The assembly shall then be subjected to the lower air kerma rate for a time sufficient for the indication $\dot{K}_i$ to reach a steady value and this indication noted. The air kerma rate shall then be changed as quickly as possible to that corresponding to the indication $\dot{K}_f$. The time taken to reach the values given by the formula in 3.11.2 a) is then measured.

The decreasing air kerma rate test shall be performed in the same way with the values of air kerma rates corresponding to $\dot{K}_i$ and $\dot{K}_f$ interchanged.

Where there is no visual display, a signal output point of each indication shall be provided by the manufacturer in order to demonstrate compliance with the requirements.

3.11.3 Warm-up time

a) Requirements

The warm-up time shall be stated by the manufacturer and shall not be greater than 15 min.

b) Method of test

With the assembly switched off, expose the detection sub-assembly to a reference gamma radiation source that would provide an air kerma rate indication of a least half of the maximum value of the least sensitive decade. Switch off the background recording option, if available. Switch on the assembly and note the readings of each indication of the assembly every 30 s up to 15 min after switching on. Take sufficient readings of each indication (see 3.11.1) 15 min after switching on and use each mean value of these as the "final value" of each indication. On the graph of the variation of each indication as a function of time, draw a smooth curve that is the best fit to the observed indication. From the curve, read the time corresponding to each indication that is within of the following values:

- 10 % of this "final value" for air kerma rate and attenuation coefficient indications;

- 10° et 20° par rapport à cette «valeur finale» pour respectivement les indications des angles en azimut et de site.

Ce temps doit être inférieur ou égal au temps de préchauffage indiqué par le constructeur.

3.11.4 Alimentations électriques

3.11.4.1 Fonctionnement sur piles et accumulateurs

a) Généralités

L'ensemble doit être conçu de telle façon qu'il soit possible de vérifier l'état des piles et accumulateurs dans les conditions correspondant à la charge maximale. Le constructeur doit indiquer clairement sur l'ensemble de mesure les polarités à respecter.

b) Piles (non rechargeables)

Lorsque l'alimentation est assurée par des piles, il est recommandé que la capacité de celles-ci soit telle que, après 40 h de fonctionnement intermittent (voir note) dans les conditions normales d'essai, les indications de l'ensemble ne diffèrent pas de plus des valeurs suivantes de celles qui ont été obtenues après les premières 15 min de stabilisation du fonctionnement:

- 10 % pour les indications du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation;
- 10° et 20° respectivement pour les indications des angles en azimut et de site.

NOTE Quarante heures d'utilisation intermittente signifient 8 h d'utilisation continue suivies de 16 h durant lesquelles l'ensemble de mesure est arrêté, et ainsi de suite pendant cinq jours consécutifs.

Lorsque des piles sont utilisées, elles doivent être du type R20 comme défini dans la CEI 60086-2.

c) Accumulateurs (rechargeables)

Lorsque l'alimentation est fournie par des accumulateurs, la capacité de ceux-ci doit être telle qu'au bout de 8 h d'utilisation continue, l'indication fournie par l'ensemble de mesure ne s'écarte pas de plus des valeurs suivantes de celle lue après les premières 15 min de fonctionnement:

- 10 % pour les indications du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation;
- 10° et 20° respectivement pour les indications des angles en azimut et de site.

En cas d'utilisation d'accumulateurs, il convient que la recharge puisse intervenir à partir du courant du réseau en moins de 16 h. Il est recommandé de disposer d'un système permettant d'arrêter le chargeur lorsque la charge totale est atteinte.

d) Essai de fonctionnement avec piles ou accumulateurs

Pour cet essai, on doit utiliser des piles neuves ou des accumulateurs chargés au maximum, du type indiqué par le constructeur. Placer le détecteur dans un champ de rayonnement produit par la source de rayonnement gamma de référence dans une position telle que le débit de kerma dans l'air corresponde approximativement aux deux tiers de la valeur maximale sur la décade la plus élevée. Faire un nombre suffisant de lectures (voir 3.11.1). Laisser l'ensemble de mesure fonctionner de façon continue dans ce champ de rayonnement pendant la ou les périodes indiquées en 3.11.4.1 b) ou c), suivant le cas. Au bout de ce temps, faire à nouveau un nombre suffisant de lectures et vérifier que les valeurs moyennes obtenues ne diffèrent pas des valeurs moyennes d'origine de plus des valeurs suivantes:

- 10 % pour les indications du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation;
- 10° et 20° respectivement pour les indications des angles en azimut et de site.

- 10° and 20° of this "final value" for azimuth angle and elevation angle indications, respectively.

This time shall be equal to or less than the warm-up time stated by the manufacturer.

3.11.4 Power supplies

3.11.4.1 Battery operation

a) General

Means shall be provided for checking the battery under conditions corresponding to maximum load. The correct polarity shall be clearly indicated on the assembly by the manufacturer.

b) Primary batteries (non-rechargeable)

When power is supplied by primary batteries, the capacity of these should be such that, after operation under standard test conditions for 40 h of intermittent use (see note) the indications of the assembly do not differ by more than the following values from those obtained after the initial 15 min stabilization time of operation:

- 10 % for air kerma rate and attenuation coefficient indications;
- 10° and 20° for azimuth angle and elevation angle indications, respectively.

NOTE Forty hours of intermittent use means 8 h of continuous use, followed by 16 h with the assembly switched off, for five consecutive days.

When primary batteries are used, batteries of type R20 listed in IEC 60086-2 shall be used.

c) 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 indications of the assembly do not differ by more than the following values from those obtained after the initial 15 min of operation:

- 10 % for air kerma rate and attenuation coefficient indications;
- 10° and 20° for azimuth angle and elevation angle indications respectively.

If secondary batteries are used, it should 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.

d) Battery operation test

New primary batteries or fully charged secondary batteries of the type indicated by the manufacturer shall be used for this test. Place the detector in a field of gamma radiation provided by the reference gamma radiation source at a position where the air kerma rate corresponds to approximately two-thirds of the maximum value on the highest decade. Take sufficient readings (see 3.11.1). Leave the assembly continuously working in this radiation field for the period(s) given in 3.11.4.1 b) or c), as appropriate. At the end of this time, again take sufficient readings and verify that these mean values do not differ from the original mean values by more than the following values:

- 10 % for air kerma rate and attenuation coefficient indications;
- 10° and 20° for azimuth angle and elevation angle indications, respectively.

3.11.4.2 Fonctionnement sur le courant du réseau

a) Exigences

Les ensembles de mesure destinés à être alimentés par le réseau doivent être conçus de telle façon qu'ils puissent fonctionner avec une tension alternative monophasée dans l'une des catégories suivantes, conformément à la CEI 60038:

- série I: 220 V;
- série II: 120 V et/ou 240 V.

Les ensembles de mesure doivent pouvoir fonctionner sur le réseau en acceptant une tolérance de tension d'alimentation de +10 % et de –12 % et des variations de fréquence de 47 Hz à 51 Hz ou 57 Hz à 61 Hz pour les pays où la fréquence du réseau est de 60 Hz. Dans ce domaine de tension d'alimentation et de fréquence, les indications des grandeurs ne doivent pas varier de plus des valeurs suivantes:

- 10 % pour les indications du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation;
- 10° et 20° respectivement pour les indications des angles en azimut et de site.

b) Méthode d'essai

Placer le détecteur dans un champ de rayonnement émis par la source gamma de référence en un point tel que le débit de kerma dans l'air corresponde approximativement aux 2/3 de la valeur maximale sur la décade la plus basse. Lorsque la tension d'alimentation est à sa valeur nominale, prendre la valeur moyenne d'un nombre suffisant de lectures.

Faire ensuite un nombre suffisant de lectures (voir 3.11.1) lorsque la tension d'alimentation est de 10 % supérieure à sa valeur nominale et faire ensuite un nombre suffisant de lectures lorsque la tension d'alimentation est de 12 % inférieure à sa valeur nominale. Les valeurs moyennes ne doivent pas s'écarter de plus des valeurs suivantes de celles obtenues lorsque la tension est à sa valeur nominale:

- 10 % pour les indications du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation;
- 10° et 20° respectivement pour les indications des angles en azimut et de site.

Les essais ci-dessus doivent ensuite être répétés pour une valeur du débit de kerma dans l'air correspondant environ aux 2/3 de la valeur maximale sur la décade la plus élevée de l'ensemble de mesure.

Les essais ci-dessus doivent être répétés mais en changeant la fréquence au lieu de la tension:

- 1) de 47 Hz à 51 Hz, les indications obtenues à ces fréquences ne doivent pas varier de plus des valeurs indiquées ci-dessus par rapport aux indications obtenues à 50 Hz, ou
- 2) de 57 Hz à 61 Hz, les indications à ces fréquences ne doivent pas varier de plus des valeurs indiquées ci-dessus par rapport aux indications obtenues à 60 Hz.

3.12 Caractéristiques mécaniques

3.12.1 Chocs mécaniques

Il convient que les ensembles de mesure portables ou mobiles puissent supporter, sans que leurs performances en soient affectées, des chocs mécaniques provenant de toutes les directions, y compris une accélération de $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ pendant 18 ms, le choc ayant une forme semi-sinusoidale (voir CEI 60068-2-27). Pendant cet essai, l'ensemble de mesure doit être en fonctionnement.

3.11.4.2 Mains operation

a) Requirements

Mains operated assemblies shall be designed to operate from single phase a.c. supply voltage in one of the following categories, in accordance with IEC 60038:

- series I: 220 V;
- series II: 120 V and/or 240 V.

The assemblies shall be capable of operating from mains with a supply voltage tolerance of +10 % and –12 % and a supply frequency of 47 Hz to 51 Hz or 57 Hz to 61 Hz in those countries where the frequency is 60 Hz. The indications of the quantities shall not vary by more than the following values over this range of supply voltage and frequency:

- 10 % for air kerma rate and attenuation coefficient indications;
- 10° and 20° for azimuth angle and elevation angle indications, respectively.

b) Method of test

Place the detector in a field of gamma radiation provided by the reference gamma radiation source at a point where the air kerma rate corresponds to approximately two-thirds of the maximum value on the lowest decade. With the supply voltage at its nominal value, take the mean value of sufficient readings.

Take sufficient readings (see 3.11.1) with the supply voltage 10 % above the nominal value and sufficient readings with the supply voltage 12 % below the nominal value. The mean values shall not differ from those obtained with nominal supply voltage by more than the following values:

- 10 % for air kerma rate and attenuation coefficient indications;
- 10° and 20° for azimuth angle and elevation angle indications, respectively.

The above tests shall then be repeated at an air kerma rate corresponding to approximately two-thirds of the maximum value on the highest decade of the assembly.

The above tests shall be repeated, but instead of changing the voltage, the frequency shall be changed:

- 1) from 47 Hz to 51 Hz, the readings at these frequencies not varying by more than the values stated above compared to the readings at 50 Hz, or
- 2) from 57 Hz to 61 Hz, the readings at these frequencies not varying by more than the values stated above compared to the readings at 60 Hz.

3.12 Mechanical characteristics

3.12.1 Mechanical shocks

Portable or transportable assemblies should be able to withstand, without affecting their performance, mechanical shocks from all directions involving an acceleration of $300 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ for a time interval of 18 ms, the shape of the shock being semi-sinusoidal (see IEC 60068-2-27). During this test, the assembly shall be operating.

Le temps de récupération des performances initiales de l'appareil ne doit pas être supérieur à 200 s.

3.12.2 Essai de vibration

a) Exigences

Les réponses moyennes de l'appareil ne doivent pas varier de plus des valeurs suivantes (voir tableau 3) par rapport à une série de lectures correspondantes de référence à la suite de l'action de charges harmoniques de $2 g_H$ appliquées pendant 15 min dans la plage de fréquences de 10 Hz à 33 Hz:

- 10 % pour les indications du débit de kerma dans l'air et du coefficient d'atténuation;
- 10° et 20° respectivement pour les indications des angles en azimut et de site.

L'état physique de l'appareil ne doit pas être affecté par cette vibration (par exemple, les joints soudés doivent tenir, les écrous et les boulons ne doivent pas se perdre).

b) Méthode d'essai

L'appareil doit être exposé, selon une géométrie reproductible, à une source acceptable de rayonnement photonique d'une intensité suffisante pour réduire au minimum l'effet des fluctuations statistiques des indications de l'appareil. Les lectures moyennes correspondantes doivent être déterminées. L'appareil doit être ensuite soumis à des charges harmoniques de $2 g_H$ pendant 15 min dans chacune des trois directions orthogonales à une ou plusieurs fréquences dans chacune des plages suivantes: 10 Hz à 21 Hz et 22 Hz à 33 Hz. Après chaque intervalle de vibration de 15 min, les moyennes des indications correspondantes de l'appareil doivent être déterminées dans la même géométrie d'exposition que celle appliquée initialement et comparées à la série de lectures correspondantes avant vibration.

L'appareil doit être inspecté et son état physique noté.

3.13 Caractéristiques du milieu environnant

3.13.1 Température ambiante

a) Exigences

Les indications fournies par l'ensemble de mesure doivent rester dans les limites indiquées dans le tableau 3, pour toutes les plages de température de ce tableau.

b) Méthode d'essai

Cet essai doit être normalement effectué dans une enceinte climatique. Il n'est en général pas nécessaire de vérifier l'humidité de l'air dans l'enceinte, à moins que l'appareil ne soit particulièrement sensible aux changements d'humidité. Il convient que les niveaux d'humidité soient suffisamment bas pour empêcher la condensation. Il convient que la vitesse de changement de la température ne dépasse pas 10 °C par heure.

Pour réaliser cet essai, l'ensemble de mesure doit être mis en service et exposé à un rayonnement gamma de référence produisant des indications suffisantes dans les conditions normales d'essai pour l'essai à entreprendre (voir tableau 1). La température doit ensuite être successivement maintenue à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et les indications fournies par l'ensemble de mesure doivent être relevées toutes les 30 min pendant cette période. Les limites de variation des valeurs indiquées par l'ensemble de mesure doivent rester à l'intérieur des valeurs données dans le tableau 3.

Les parties du système dont l'installation est prévue dans un environnement contrôlé peuvent être exclues de cet essai.

The time for the equipment to recover its initial performance shall not exceed 200 s.

3.12.2 Vibration test

a) Requirements

The mean equipment responses shall not vary by more than the following values (see table 3) from a corresponding set of reference readings following harmonic loadings of $2 g_n$ applied for 15 min in the frequency range of 10 Hz to 33 Hz:

- 10 % for air kerma rate and attenuation coefficient indications;
- 10° and 20° for azimuth angle and elevation angle indications, respectively.

The physical condition of the equipment shall not be affected by this vibration (e.g., solder joints shall hold, nuts and bolts shall not come loose).

b) Method of test

The equipment shall be exposed in a reproducible geometry to an acceptable source of photon radiation having sufficient intensity to minimize the effect of statistical fluctuations of the equipment readings. The mean corresponding equipment readings shall be determined. The equipment shall then be subjected to harmonic loadings of $2 g_n$ for 15 min in each of three orthogonal directions at one or more frequencies in each of the following ranges: 10 Hz to 21 Hz and 22 Hz to 33 Hz. After each 15 min vibration interval, the mean correspondent equipment readings shall be determined in the same exposure geometry as used initially and compared to the pre-vibration correspondent set of readings.

The equipment shall be inspected and the physical condition documented.

3.13 Environmental characteristics

3.13.1 Ambient temperature

a) Requirements

Over the temperature ranges specified in table 3, the indications shall remain within the limits specified in that table.

b) Method of test

This test shall normally be carried out in a climatic box. In general, it is not necessary to control the humidity of the air in the box unless the equipment is particularly sensitive to changes of humidity. Humidity levels should be low enough to prevent condensation. The rate of change for temperature should not exceed 10°C per hour.

For this test, the assembly shall be switched on and exposed to a reference gamma radiation providing a sufficient indication under standard test conditions for the test to be carried out (see table 1). The temperature shall then be maintained at each of its extreme values for at least 4 h and the indication of the assembly measured every 30 min during this period. The limits of variation of indications shall be within the values given in table 3.

Portions of the system that are intended for installation in a controlled environment may be excluded from this test.

3.13.2 Humidité relative

a) Exigences

La variation des valeurs indiquées par l'ensemble de mesure dues à l'effet de l'humidité relative doit être comprise dans les limites indiquées dans le tableau 3.

b) Méthode d'essai

L'essai doit être effectué à l'aide d'une enceinte climatique à une température unique de 35 °C. L'ensemble de mesure doit être mis en service et exposé à un rayonnement gamma de référence produisant une indication suffisante dans des conditions normales d'essai pour l'essai à entreprendre. On doit maintenir le niveau d'humidité successivement à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et noter les indications fournies par l'ensemble de mesure toutes les 30 min pendant cette période. La variation permise des valeurs indiquées, comme spécifié au tableau 3, vient s'additionner aux variations permises du fait des seules variations de température.

Les parties du système dont l'installation est prévue dans un environnement contrôlé peuvent être exclues de cet essai.

3.13.3 Etanchéité

Le constructeur doit indiquer les précautions à prendre pour assurer l'étanchéité à l'humidité et, le cas échéant, il doit également fournir une description des essais et des résultats qui ont servi à démontrer l'efficacité de l'étanchéité.

3.13.4 Champs électromagnétiques externes

Sauf si des précautions spéciales sont prises au niveau de la conception de l'ensemble de mesure, celui-ci peut être rendu inutilisable ou peut fournir des indications incorrectes lorsqu'il est exposé à des champs électromagnétiques externes, notamment à des champs de radiofréquence (voir CEI 61000-4-3).

a) Exigences

Si l'indication d'un ensemble de mesure peut être influencée par la présence de champs électromagnétiques externes, le constructeur doit le signaler clairement et cela doit être aussi indiqué dans la notice technique. Dans le cas où le constructeur affirme que l'ensemble de mesure est insensible aux champs électromagnétiques externes, il doit préciser la gamme de fréquences et les types de rayonnements électromagnétiques pour lesquels l'appareil a été essayé, ainsi que l'intensité maximale utilisée (voir tableau 3).

b) Méthode d'essai

Par suite de la vaste gamme de fréquences et de types de rayonnements électromagnétiques que l'on peut rencontrer, les méthodes d'essai ne sont pas spécifiées dans la présente norme. Ces méthodes doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Un soin particulier doit être accordé à la détection de tout accroissement de la réponse pour une fréquence particulière.

3.13.5 Champs magnétiques externes

a) Exigences

Si les indications d'un ensemble de mesure peuvent être influencées par la présence de champs magnétiques externes, le constructeur doit le signaler clairement et cela doit être aussi indiqué dans la notice technique.

3.13.2 Relative humidity

a) Requirements

Variation in the indications of the assembly due to the effect of relative humidity shall be within the limits given in table 3.

b) Method of test

The test shall be carried out at a single temperature of 35 °C using a climatic box. For this test the assembly shall be switched on and exposed to a reference gamma radiation providing sufficient indication under standard test conditions for the test to be carried out. The humidity shall then be maintained at each of its extreme values for at least 4 h and the indications of the assembly noted every 30 min during this period. The permitted variation in the indications, as specified in table 3, is additional to the permitted variations due to temperature alone.

Portions of the system that are intended for installation in a controlled environment may be excluded from this test.

3.13.3 Sealing

The manufacturer shall state the precautions that have been taken to prevent the ingress of moisture and describe the tests and results used to demonstrate the effectiveness of the sealing, where appropriate.

3.13.4 External electromagnetic fields

Unless special precautions are taken in the design of an assembly, it may be rendered inoperable or give incorrect indications in the presence of external electromagnetic fields, particularly radio-frequency fields (see IEC 61000-4-3).

a) Requirements

If the indications of an assembly may be influenced by the presence of external electromagnetic fields, a warning to this effect shall be given by the manufacturer and this shall be stated in the instruction manual. If a manufacturer claims that an assembly is insensitive to electromagnetic fields, the range of frequencies and types of electromagnetic radiation for which the assembly has been tested shall be stated by the manufacturer, together with the maximum intensity used (see table 3).

b) Method of test

Owing to the great range of frequencies and types of electromagnetic radiation that may be encountered, the methods of test are not specified in this standard. They shall be subject to agreement between the manufacturer and the user. Particular care shall be taken to detect any enhanced responses at a particular frequency.

3.13.5 External magnetic fields

a) Requirements

If the indications of an assembly may be influenced by the presence of external magnetic fields a warning to this effect shall be given by the manufacturer and this shall be stated in the instruction manual.