

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1017-2**

Première édition  
First edition  
1994-01

---

---

**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**

**Radiation protection instrumentation –  
Portable, transportable or installed equipment  
to measure X or gamma radiation for  
environmental monitoring –**

**Part 2:  
Integrating assemblies**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1017-2: 1994

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications 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.

## Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI\*
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)\*
- **Bulletin de la CEI**  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI\* et comme périodique imprimé

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

## Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site\***
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)\*
- **IEC Bulletin**  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1017-2**

Première édition  
First edition  
1994-01

---

---

**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**

**Radiation protection instrumentation –**

**Portable, transportable or installed equipment  
to measure X or gamma radiation for  
environmental monitoring –**

**Part 2:  
Integrating assemblies**

© CEI 1994 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

U

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	6
<b>SECTION 1: GÉNÉRALITÉS</b>	
Articles	
1.1 Domaine d'application et objet .....	8
1.2 Références normatives .....	10
1.3 Définitions .....	12
1.4 Unités .....	14
<b>SECTION 2: CONCEPTION DE L'ENSEMBLE DE MESURE</b>	
2.1 Caractéristiques générales .....	16
2.1.1 Domaine effectif de mesure .....	16
2.1.2 Facilité de décontamination .....	16
2.1.3 Facilité de déplacement .....	16
2.1.4 Ensemble de mesure à poste fixe .....	16
<b>SECTION 3: PROCÉDURES D'ESSAIS</b>	
3.1 Conditions générales de réalisation des essais .....	18
3.1.1 Nature des essais .....	18
3.1.2 Conditions de référence et conditions normales d'essais .....	18
3.1.3 Essais effectués dans les conditions normales d'essais .....	18
3.1.4 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence .....	18
3.1.5 Rayonnement gamma de référence .....	18
3.2 Caractéristiques des rayonnements .....	18
3.2.1 Erreur intrinsèque relative .....	18
3.2.1.1 Prescriptions .....	18
3.2.1.2 Détermination de l'erreur intrinsèque relative .....	20
3.2.2 Variation de la réponse avec l'énergie du rayonnement .....	22
3.2.2.1 Prescriptions .....	22
3.2.2.2 Méthode d'essai .....	22
3.2.3 Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence .....	24
3.2.3.1 Prescriptions .....	24
3.2.3.2 Méthode d'essai .....	26
3.2.4 Conservation de la lecture .....	28
3.2.4.1 Prescriptions .....	28
3.2.4.2 Méthode d'essai .....	28
3.2.5 Réponse à d'autres rayonnements ionisants .....	28
3.2.5.1 Rayonnements bêta .....	28
3.2.5.2 Rayonnement neutronique ou autre rayonnement ionisant .....	30

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
<b>SECTION 1: GENERAL</b>	
Clause	
1.1 Scope and object .....	9
1.2 Normative references .....	11
1.3 Definitions .....	13
1.4 Units .....	15
<b>SECTION 2: ASSEMBLY DESIGN</b>	
2.1 General characteristics .....	17
2.1.1 Effective range of measurement .....	17
2.1.2 Ease of decontamination .....	17
2.1.3 Portability .....	17
2.1.4 Installed assemblies .....	17
<b>SECTION 3: TEST PROCEDURES</b>	
3.1 General test conditions .....	19
3.1.1 Nature of tests .....	19
3.1.2 Reference conditions and standard test conditions .....	19
3.1.3 Tests performed under standard test conditions .....	19
3.1.4 Tests performed with variation of influence quantities .....	19
3.1.5 Reference gamma radiation .....	19
3.2 Radiation characteristics .....	19
3.2.1 Relative intrinsic error .....	19
3.2.1.1 Requirements .....	19
3.2.1.2 Determination of relative intrinsic error .....	21
3.2.2 Variation of response with radiation energy .....	23
3.2.2.1 Requirements .....	23
3.2.2.2 Method of test .....	23
3.2.3 Variation of response with angle of incidence .....	25
3.2.3.1 Requirements .....	25
3.2.3.2 Method of test .....	27
3.2.4 Retention of reading .....	29
3.2.4.1 Requirements .....	29
3.2.4.2 Method of test .....	29
3.2.5 Response to other ionizing radiations .....	29
3.2.5.1 Beta radiations .....	29
3.2.5.2 Neutron radiation or other ionizing radiation .....	31

Articles	Clauses
3.2.6 Dépendance en fonction du débit de kerma dans l'air .....	30
3.2.6.1 Prescriptions .....	30
3.2.6.2 Méthode d'essai (essai de type uniquement) .....	30
3.2.7 Caractéristiques de surcharge .....	32
3.3 Caractéristiques électriques .....	32
3.3.1 Dérive du zéro .....	32
3.3.2 Temps de préchauffage .....	34
3.3.3 Alimentation .....	34
3.3.3.1 Fonctionnement sur piles et accumulateurs .....	34
3.3.3.2 Fonctionnement sur le courant du réseau .....	36
3.4 Caractéristiques mécaniques .....	38
3.4.1 Chocs mécaniques .....	38
3.4.2 Orientation de l'ensemble de mesure (géotropisme) .....	38
3.5 Caractéristiques du milieu environnant .....	40
3.5.1 Température ambiante .....	40
3.5.2 Humidité relative .....	40
3.5.3 Pression atmosphérique .....	40
3.5.4 Étanchéité .....	42
3.5.5 Champs électromagnétiques externes .....	42
3.5.6 Champs magnétiques externes .....	42
3.5.7 Stockage .....	42

#### SECTION 4: DOCUMENTATION

4.1 Documentation .....	44
4.1.1 Compte rendu des essais de type .....	44
4.1.2 Certificat .....	44
4.2 Instructions pour le fonctionnement et l'entretien .....	44

#### Tableaux

1 Conditions de référence et conditions normales d'essais .....	46
2 Essais effectués dans les conditions normales d'essais .....	48
3 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence .....	48

Annexe A – Etalonnage d'ensembles intégrateurs pour la mesure du kerma dans l'air .....	52
---	----

Clause	Page
3.2.6 Air kerma rate dependence .....	31
3.2.6.1 Requirements .....	31
3.2.6.2 Method of test (type test only) .....	31
3.2.7 Overload characteristics .....	33
3.3 Electrical characteristics .....	33
3.3.1 Zero drift .....	33
3.3.2 Warm-up time .....	35
3.3.3 Power supplies .....	35
3.3.3.1 Battery operation .....	35
3.3.3.2 Mains operation .....	37
3.4 Mechanical characteristics .....	39
3.4.1 Mechanical shocks .....	39
3.4.2 Orientation of assembly (geotropism) .....	39
3.5 Environmental characteristics .....	41
3.5.1 Ambient temperature .....	41
3.5.2 Relative humidity .....	41
3.5.3 Atmospheric pressure .....	41
3.5.4 Sealing .....	43
3.5.5 External electromagnetic fields .....	43
3.5.6 External magnetic fields .....	43
3.5.7 Storage .....	43

#### SECTION 4: DOCUMENTATION

4.1 Documentation .....	45
4.1.1 Type test report .....	45
4.1.2 Certificate .....	45
4.2 Operation and maintenance manual .....	45

#### Tables

1 Reference conditions and standard test conditions .....	47
2 Tests performed under standard test conditions .....	49
3 Tests performed with variations of influence quantities .....	49

Annex A – Calibration of air kerma integrating assemblies .....	53
---	----

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**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**

**AVANT-PROPOS**

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 1017-2 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:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
45B(BC)81	45B(BC)97	45B(BC)103	45B(BC)105, 105A

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La CEI 1017 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: 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 1: 1991, Débitmètres
- Partie 2: 1994, Ensembles intégrateurs

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –  
PORTABLE, TRANSPORTABLE OR INSTALLED EQUIPMENT  
TO MEASURE X OR GAMMA RADIATION FOR  
ENVIRONMENTAL MONITORING –**

**Part 2: Integrating assemblies**

**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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

International Standard IEC 1017-2 has been prepared by sub-committee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

Six Months' Rule	Report on voting	Two Months' Procedure	Report on voting
45B(CO)81	45B(CO)97	45B(CO)103	45B(CO)105, 105A

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

IEC 1017 consists of the following parts, under the general title: Radiation protection instrumentation – Portable, transportable or installed equipment to measure X or gamma radiation for environmental monitoring.

- Part 1: 1991, Ratemeters
- Part 2: 1994, Integrating assemblies

Annex A is for information only.

**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**

**Section 1: Généralités**

**1.1 Domaine d'application et objet**

L'irradiation des membres du public par des rayonnements externes émis par des installations nucléaires et autres est soumise à une surveillance dont une des composantes essentielles est la mesure des niveaux de rayonnement dans l'environnement au voisinage de ces installations<sup>1)</sup>.

L'évaluation du kerma dans l'air dû aux rayonnements X et gamma dans l'environnement est difficile. En effet, la composition du kerma dans l'air du rayonnement ambiant est complexe car il comprend les contributions de sources naturelles telles que le rayonnement cosmique et la radioactivité terrestre, ainsi que la radioactivité créée par l'homme au cours du fonctionnement des installations nucléaires et au cours des expérimentations des armements nucléaires. En outre, le débit de kerma dans l'air ambiant varie dans le temps et dans l'espace.

La présente partie de la CEI 1017 définit, pour les ensembles intégrateurs de mesure à poste fixe et portable, les paramètres de fonctionnement requis pour la mesure dans l'environnement du kerma dans l'air. Si par des réglementations nationales d'autres grandeurs de dose ou l'exposition sont utilisées aux fins ci-dessus (par exemple équivalent de dose ambiant), cette norme peut s'appliquer aux caractéristiques de fonctionnement de l'équipement destiné à mesurer ces grandeurs. Par exemple, les mêmes valeurs numériques pour les prescriptions pour les caractéristiques de rayonnement seront toujours applicables, mais les valeurs conventionnellement vraies seront exprimées dans les autres grandeurs (par exemple équivalent de dose ambiant) et non en kerma dans l'air.

Il est supposé, dans la présente norme, que le terme «kerma dans l'air» désigne le kerma dans l'air en un point dans le champ de rayonnement qui peut inclure du rayonnement diffusé et que le détecteur de rayonnement a des parois dont l'épaisseur est suffisante pour assurer l'équilibre électronique.

La présente norme s'applique aux ensembles intégrateurs à poste fixe ou portables destinés à la mesure du kerma dans l'air dans l'environnement dû aux rayonnements X ou gamma dont l'énergie est comprise entre 50 keV et 1,5 MeV<sup>2)</sup> de 10 nGy jusqu'à 10 mGy (1 µrad jusqu'à 1 rad) par intégration du signal du détecteur, c'est-à-dire intégration des taux de comptage, du courant d'ionisation, etc. La présente norme ne traite pas des systèmes passifs tels que films dosimètres ou TLD. Si l'ensemble de mesure est destiné à la mesure du kerma dans l'air dans l'environnement immédiat des centrales nucléaires où des rayonnements de 6 MeV sont présents, il sera alors nécessaire de déterminer la réponse de l'ensemble de mesure à cette énergie.

<sup>1)</sup> Les prescriptions décrites dans la présente norme s'appliquent au fonctionnement normal de l'installation. Si l'ensemble intégrateur est utilisé dans des situations accidentelles, il convient d'appliquer les prescriptions de la CEI 1018, notamment en ce qui concerne les caractéristiques de surcharge.

<sup>2)</sup> Les valeurs de 50 keV à 1,5 MeV ont été choisies de façon à couvrir les énergies les plus courantes des radionucléides naturels et artificiels contribuant au kerma dans l'air dans l'environnement.

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –  
PORTABLE, TRANSPORTABLE OR INSTALLED EQUIPMENT  
TO MEASURE X OR GAMMA RADIATION FOR  
ENVIRONMENTAL MONITORING –**

**Part 2: Integrating assemblies**

**Section 1: General**

**1.1 Scope and object**

Irradiation of members of the public from external radiation produced by nuclear and other establishments is subject to control, and an essential part of control is measurement of the environmental radiation levels in the neighbourhood of these establishments<sup>1)</sup>.

The evaluation of the environmental air kerma from X and gamma radiation is difficult. The composition of the background air kerma is complex, with contributions from natural sources such as cosmic radiation and terrestrial radioactivity as well as from man-made radioactivity arising from the operation of nuclear facilities and fall-out from nuclear weapons tests. Furthermore, the natural background air kerma rate varies in time and space.

This part of IEC 1017 defines performance parameters for portable or installed integrating assemblies to measure the environmental air kerma. If regulations require other dose or exposure quantities to be used for the above purposes (for example, ambient dose equivalent), this standard may be applied to the performance characteristics of equipment to measure these other quantities. For example, the same numerical values for the requirements for the radiation characteristics would still apply, but the conventionally true values would be expressed in the other quantities (for example, ambient dose equivalent) and not in air kerma.

It is assumed in this standard that the term "air kerma" means the kerma to air at a point in the environmental radiation field which may include scattered radiation and that the radiation detector has a wall thick enough to give electron equilibrium.

This standard applies to portable or installed integrating assemblies intended to measure environmental air kerma due to X or gamma radiation of energy between 50 keV and 1,5 MeV<sup>2)</sup> from 10 nGy up to 10 mGy (1  $\mu$ rad up to 1 rad) by integration of the detector's signal, i.e. integration of pulse count rate, ionization current, etc. Passive devices such as film dosimeters or TLD are not covered by this standard. If the assembly is to be used to measure air kerma in the area surrounding a nuclear power station when 6 MeV radiation is present, it will be necessary to determine the response at this energy.

---

<sup>1)</sup> The requirements specified in this standard relate to normal operations of the establishment. Should the assembly be used under emergency conditions then the requirements of IEC 1018 should also be applied to the assembly, particularly with regard to overload characteristics.

<sup>2)</sup> 50 keV to 1,5 MeV has been chosen to cover the energies of the chief environmental and man-made radio-nuclides that contribute to the environmental air kerma.

Ces ensembles de mesure destinés à la radioprotection comprennent au moins:

- un sous-ensemble de détection (par exemple chambre d'ionisation, tube compteur GM, détecteur à scintillation, etc.);
- un sous-ensemble de mesure comprenant un dispositif d'affichage des résultats pouvant être relié au sous-ensemble de détection soit de façon à former une unité rigide, soit par un câble souple, ou bien pouvant être intégré dans un seul ensemble. L'ensemble à poste fixe peut également comporter un enregistreur en continu (par exemple enregistrement graphique ou magnétique sur cassette, ou équipement de télémétrie).

La présente norme prescrit, pour les ensembles de mesure décrits ci-dessus, les caractéristiques générales, les procédures générales d'essai, les caractéristiques de rayonnements, les caractéristiques électriques et mécaniques, les caractéristiques relatives à la sécurité et au milieu environnant ainsi que les certificats d'identification.

La présente norme ne traite pas de la mesure des rayonnements bêta.

## 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 partie de la CEI 1017. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 1017 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(391): 1975, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants*

CEI 50(392): 1976, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 392: Instrumentation nucléaire – Complément au chapitre 391*

CEI 68-2-27: 1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 86: *Piles électriques*

CEI 278: 1968, *Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques*

CEI 278A: 1974, *Premier complément*

CEI 293: 1968, *Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors*

CEI 293A: 1970, *Premier complément: Alimentations stabilisées à courant continu – Tolérances sur les tensions*

CEI 359: 1987, *Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques*  
Amendement n° 1 (1991)

CEI 1018: 1991, *Instruments portatifs de mesure de dose et de débit de dose élevés des rayonnements bêta et gamma, utilisés en situation d'urgence en radioprotection*

For the purpose of radiation protection, these assemblies comprise at least:

- a detection sub-assembly (for example, ionization chamber, GM counter tube, scintillation detector, etc.);
- a measuring sub-assembly including a display device, which may be connected to the detector sub-assembly either rigidly or by means of a flexible cable, or incorporated into a single assembly. The installed assembly may also comprise a continuous recorder (for example, chart or magnetic cassette recorder or telemetry equipment).

This standard specifies, for the assemblies described above, general characteristics, general test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics and also the identification certificate.

This standard does not provide for the measurement of beta radiation.

## 1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 1017. At the time of publication the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 1017 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(391): 1975, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means*

IEC 50(392): 1976, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 392: Nuclear instrumentation – Supplement to chapter 391*

IEC 68-2-27: 1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 86: *Primary batteries*

IEC 278: 1968, *Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus*

IEC 278A: 1974, *First supplement*

IEC 293: 1968, *Supply voltages for transistorized nuclear instruments*

IEC 293A: 1970, *First supplement: Stabilized d.c. power supplies – Tolerances of voltages*

IEC 359: 1987, *Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment*

Amendment No. 1 (1991)

IEC 1018: 1991, *High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes*

ISO 4037: 1979, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons*

Additif 1: 1983, *Rayonnements X filtrés à fort débit*

Additif 2: 1989, *Rayonnements de photons de référence à des énergies comprises entre 4 MeV et 9 MeV*

Amendement 1: 1983, *Rayonnements X filtrés à faible débit*

ISO 6980: 1984, *Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta*

### 1.3 Définitions

A l'exception des termes définis ci-dessous, tous les autres termes techniques sont définis dans la CEI 50, en particulier dans la CEI 50(391) et la CEI 50(392) qui seront remplacées respectivement par la CEI 50(393) et la CEI 50(394) ainsi que dans la CEI 359.

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 1017, les définitions suivantes s'appliquent:

**1.3.1 appareil de mesure portable du kerma dans l'air:** Ensemble de mesure conçu pour être transporté facilement (voir 2.1.3) et destiné à la mesure du kerma dans l'air dû à des rayonnements X ou gamma en divers endroits, et comprenant un ou plusieurs détecteurs de rayonnement et des sous-ensembles associés ou des unités de fonction de base.

**1.3.2 appareil de mesure du kerma dans l'air à poste fixe:** Appareil de mesure du kerma dans l'air installé normalement dans une position déterminée. L'appareillage peut comporter des dispositifs d'enregistrement du kerma dans l'air et également des dispositifs de report de lecture du type télémétrique.

**1.3.3 valeur conventionnellement vraie d'une grandeur:** Meilleure estimation de la valeur de cette grandeur, 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.

**1.3.4 erreur sur la valeur indiquée:** Différence entre la valeur indiquée d'une grandeur  $K_I$  et la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur au point de mesure  $K_T$ .

**1.3.5 réponse (R):** Rapport de la valeur de l'indication de l'appareil à la valeur conventionnellement vraie:

$$R = \frac{K_I}{K_T}$$

**1.3.6 erreur relative sur la valeur indiquée:** Quotient, exprimé en pourcentage, de l'erreur de la valeur indiquée par la valeur conventionnellement vraie de la grandeur mesurée. Elle peut être exprimée par:

$$l (\%) = \frac{K_I - K_T}{K_T} \times 100$$

**1.3.7 erreur intrinsèque relative:** 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.

ISO 4037: 1979, *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and dose ratemeters and for determining their response as a function of photon energy*

Addendum 1: 1983, *High rate series of filtered X-radiations*

Addendum 2: 1989, *Photon reference radiations at energies between 4 MeV and 9 MeV*

Amendment 1: 1983, *Low rate series of filtered X-radiations*

ISO 6980: 1984, *Reference beta radiations for calibrating dosimeters and dose rate-meters and for determining their response as a function of beta radiation energy*

### 1.3 Definitions

Except as specified below, all technical terms are as defined in IEC 50, particularly IEC 50(391) and IEC 50(392) which will be replaced by IEC 50(393) and IEC 50(394), respectively, and IEC 359.

For the purposes of this part of IEC 1017, the following definitions apply:

**1.3.1 portable air kerma meter:** Assembly designed to be easily carried (see 2.1.3) and intended to measure the air kerma due to X or gamma radiation at various places, including one or several radiation detectors and associated sub-assemblies or basic function units.

**1.3.2 installed air kerma meter:** Installed air kerma meter normally fixed in position. It may be equipped with means of recording the air kerma, and with remote read-out capabilities such as telemetry.

**1.3.3 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 instrument that has been calibrated against a primary or secondary standard.

**1.3.4 error of indication:** Difference between the indicated value of a quantity  $K_I$  and the conventionally true value of that quantity at the point of measurement  $K_T$ .

**1.3.5 response:** Response,  $R$ , of an assembly is the ratio of the assembly's indicated value to the conventionally true value:

$$R = \frac{K_I}{K_T}$$

**1.3.6 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:

$$I(\%) = \frac{K_I - K_T}{K_T} \times 100$$

**1.3.7 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.

**1.3.8 coefficient de variation:** Rapport  $V$  de la valeur estimée de l'écart-type  $s$  à la moyenne arithmétique  $\bar{x}$  d'un ensemble de  $n$  mesures  $x_i$ . Il est donné par la formule suivante:

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

**1.3.9 point de référence d'un ensemble de mesure:** Repère physique gravé sur l'appareil qui doit permettre de positionner l'appareil en un point où la valeur conventionnellement vraie de la grandeur à mesurer est connue.

**1.3.10 point d'essai:** Point où le point de référence de l'ensemble de mesure est placé et pour lequel la valeur conventionnellement vraie du kerma dans l'air est connue. Pour tous les essais nécessitant l'utilisation de rayonnements, le point de référence de l'ensemble de mesure doit être placé au point d'essai et, à l'exception des tests de variation de la réponse avec l'angle d'incidence, dans l'orientation indiquée par le constructeur, c'est-à-dire avec le champ de rayonnement incident dans la direction d'étalonnage indiquée par le constructeur.

**1.3.11 essai de conformité:** Essai effectué dans le but de vérifier que les prescriptions d'une spécification sont satisfaites.

Les essais de conformité sont subdivisés en essais de type et essais de série définis ci-après.

**1.3.11a essai de type:** Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications. [VEI 151-04-15]

**1.3.11b essai individuel de série:** Essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis. [VEI 151-04-16]

**1.3.12 essai de réception:** Essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification. [VEI 151-04-20]

**1.3.13 essai complémentaire:** Essai effectué pour fournir des informations complémentaires sur certaines caractéristiques des ensembles de mesure.

## 1.4 Unités

La présente norme utilise les unités du Système International (SI)<sup>1)</sup>. Les définitions des grandeurs de rayonnements et des termes utilisés en dosimétrie<sup>2)</sup> sont indiquées dans la CEI 50(391) et la CEI 50(392) qui seront remplacées respectivement par la CEI 50(393) et la CEI 50(394). Les anciennes unités correspondantes (non SI) sont indiquées entre parenthèses. Cependant, les unités suivantes peuvent être utilisées:

- unité d'énergie: électron-volt (symbole: eV)  
1 eV = 1,602 10<sup>-19</sup> J;
- pour le temps: année (symbole: a), jour (symbole: j), heure (symbole: h), minute (symbole: min).

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

<sup>1)</sup> Bureau international des poids et mesures (BIPM): *Le Système International d'Unités (SI)*, 5e édition (1985).

<sup>2)</sup> Rapport 33 de la Commission internationale des unités et des mesures de radiation (CIUR) (paru en avril 1980) et Publication 26 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR).

**1.3.8 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:

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

**1.3.9 reference point of an assembly:** Reference point of an assembly is a physical mark on the assembly to be used in order to position the assembly at a point where the conventionally true value of the quantity to be measured is known.

**1.3.10 point of test:** Point at which the reference point of the assembly is placed and at which the conventionally true value of air kerma is known. For all tests involving the use of radiation, the reference point of the assembly shall be placed at the point of test and, apart from the test for variation in response with angle of incidence, in the orientation indicated by the manufacturer, i.e. with the radiation field incident from the manufacturer's stated calibration direction.

**1.3.11 qualification tests:** Qualification tests are performed in order to verify that the requirements of a specification are fulfilled.

Qualification tests are sub-divided into type tests and routine tests, as defined below.

**1.3.11a type tests:** Test one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications. [IEV 151-04-15]

**1.3.11b routine tests:** Test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria. [IEV 151-04-16]

**1.3.12 acceptance test:** Contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification. [IEV 151-04-20]

**1.3.13 supplementary tests:** Tests intended to provide supplementary information on certain characteristics of the assemblies.

## 1.4 Units

In the present standard the units of the International System (SI)<sup>1)</sup> are used. The definitions of radiation quantities and dosimetric terms<sup>2)</sup> are given in IEC 50(391) and IEC 50(392) which will be replaced by IEC 50(393) and IEC 50(394) respectively. The corresponding old units (not SI) are indicated in parenthesis. Nevertheless, the following units may be used:

- for energy: electron-volt (symbol: eV)  
1 eV = 1,602 10<sup>-19</sup> J;
- for time: year, (symbol: y), day (symbol: d), hour (symbol: h), minutes (symbol: min).

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

<sup>1)</sup> International Bureau of Weights and Measures: *Le Système International d'Unités (SI)*, 5th edition (1985).

<sup>2)</sup> Report 33 of the International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) (published April 1980) and Publication 26 of the International Commission on Radiation Protection (ICRP).

## Section 2: Conception de l'ensemble de mesure

### 2.1 Caractéristiques générales

#### 2.1.1 *Domaine effectif de mesure*

Le domaine effectif de mesure ne doit pas être inférieur aux valeurs suivantes:

2.1.1.1 Pour les appareils dont l'affichage est de type analogique (par exemple linéaire ou logarithmique), de 10 % à 100 % de la déviation angulaire maximale pour chaque calibre.

2.1.1.2 Pour les appareils dont l'affichage est de type numérique, de la première indication non nulle de l'avant-dernier chiffre de plus faible poids jusqu'à l'indication maximale de chaque calibre. (A titre d'exemple, pour un affichage dont l'indication maximale est de 199,9, le domaine effectif de mesure doit s'étendre de 1,0 jusqu'à 199,9.)

Les indications de l'appareil de mesure doivent être exprimées en unités de kerma dans l'air, par exemple Gy (rad). Pour la plupart des applications, la gamme effective de mesure doit s'étendre de 10 nGy (1  $\mu$ rad) à 10 mGy (1 rad). Les spécifications de la présente norme sont aussi applicables lorsque l'ensemble de mesure a une limite supérieure plus faible ou plus grande que 10 mGy (1 rad). Lorsque l'appareil comprend plus d'un détecteur utilisé sur la gamme complète de mesure, le changement de gamme doit être automatique, ainsi que le changement de détecteur; les changements de détecteur, d'échelle de mesure et de lecture doivent être simultanés.

Dans le cas des ensembles de mesure à échelle linéaire, le rapport entre les échelles de mesure consécutives ne doit pas dépasser 10.

Pour les ensembles de mesure à échelle logarithmique dont les différentes gammes sont obtenues par commutation, le recouvrement doit être d'une décade entre deux gammes successives.

Si l'opérateur dispose d'un moyen de contrôle pour le réglage du zéro ou pour une autre indication, ce moyen doit être également utilisable en présence de rayonnements.

#### 2.1.2 *Facilité de décontamination*

L'ensemble de mesure doit être conçu et construit de façon à réduire au minimum le risque de contamination de l'appareil en fonctionnement et à faciliter les opérations de décontamination.

#### 2.1.3 *Facilité de déplacement*

Il est recommandé que la masse d'un ensemble de mesure portable ne dépasse pas 4 kg. L'appareil doit être muni de poignées, courroies ou tout autre dispositif facilitant les opérations pendant le déplacement.

#### 2.1.4 *Ensemble de mesure à poste fixe*

Après accord entre le constructeur et le client, les ensembles de mesure à poste fixe peuvent être pourvus de dispositifs appropriés pour indiquer de mauvais fonctionnements, par exemple perte de la tension du détecteur, panne des circuits électroniques.

## Section 2: Assembly design

### 2.1 General characteristics

#### 2.1.1 *Effective range of measurement*

The effective range of measurement shall be not less than the following:

2.1.1.1 For assemblies with an analogue type of display (for example, linear or logarithmic), from 10 % to 100 % of the scale maximum angular deflection on each scale range.

2.1.1.2 For assemblies with a digital display, from the first non-zero indication in the second least significant digit up to the maximum indication on each range. (As an example, for a display with a maximum indication 199,9 the effective range must extend from 1,0 to 199,9.)

The indication shall be expressed in units of air kerma, for example Gy (rad). For most applications, the effective range of measurement shall be from 10 nGy (1  $\mu$ rad) to 10 mGy (1 rad). The requirements of this standard are also applicable where an assembly has an upper limit lower or higher than 10 mGy (1 rad). Where more than one detector is used for measurement over the complete range, automatic switching shall be provided between the detectors and also for range changing, the changing of detector, measuring and read-out scale shall be simultaneous.

In the case of an assembly with linear scales, the scaling factor between adjacent ranges shall not exceed 10.

If an assembly with a logarithmic scale is provided with switched measurement ranges, there shall be an overlap of one decade between adjacent ranges.

If there is a control for setting to zero, or to another indication, it shall be effective in the presence of radiation.

#### 2.1.2 *Ease of decontamination*

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

#### 2.1.3 *Portability*

The mass of a portable assembly should not exceed 4 kg. It shall be equipped with handles, straps or other means to facilitate operation whilst being carried.

#### 2.1.4 *Installed assemblies*

By agreement between manufacturer and user, these assemblies may be provided with appropriate facilities for indicating faults, for example, loss of detector voltage, failure of electronics.

## Section 3: Procédures d'essais

### 3.1 Conditions générales de réalisation des essais

#### 3.1.1 *Nature des essais*

Sauf indication contraire apparaissant dans un article particulier, tous les essais énumérés dans la présente norme seront considérés comme essais de type.

#### 3.1.2 *Conditions de référence et conditions normales d'essais*

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

#### 3.1.3 *Essais effectués dans les conditions normales d'essais*

Les essais qui sont effectués dans les conditions normales d'essai sont énumérés dans le tableau 2 qui indique, pour chaque caractéristique testée, les prescriptions découlant du paragraphe où la méthode d'essai correspondante est décrite. Pour ces essais, les valeurs de température, de pression et d'humidité relative au moment des essais doivent être indiqués et les corrections appropriées doivent être faites de façon que la réponse soit donnée dans les conditions de référence.

#### 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 entre les limites des conditions normales d'essais indiquées dans le tableau 1, sauf indication contraire dans la procédure des essais en question.

#### 3.1.5 *Rayonnement gamma de référence*

Tous les essais faisant intervenir des rayonnements gamma autres que ceux indiqués en 3.2.2 et 3.2.3 doivent être effectués avec une source de rayonnement gamma de référence. Des sources de  $^{137}\text{Cs}$  doivent être utilisées comme source de rayonnement gamma de référence. Si des sources de  $^{137}\text{Cs}$  ne sont pas disponibles pour tous les essais, des sources de  $^{60}\text{Co}$  peuvent être utilisées mais, dans ce cas, les résultats doivent être ramenés à la réponse du  $^{137}\text{Cs}$ , en tenant compte de la différence de réponse entre le  $^{60}\text{Co}$  et le  $^{137}\text{Cs}$ .

### 3.2 Caractéristiques des rayonnements

Dans les essais faisant intervenir les rayonnements, le rayonnement diffusé au point d'essai, en l'absence de l'appareil, doit avoir une contribution inférieure à 5 % du kerma dans l'air total en ce point.

#### 3.2.1 *Erreur intrinsèque relative*

##### 3.2.1.1 *Prescriptions*

Dans les conditions normales d'essai, les vérifications d'étalonnage étant effectuées conformément aux instructions du constructeur, l'erreur intrinsèque relative fournie par l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser  $\pm 15\%$  sur l'ensemble de la plage effective de mesure.

## Section 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 are to 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 instrument 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 characteristic under test, the requirements according to the subclause where the corresponding test method is described. For these tests the values of temperature, pressure and relative humidity at the time of test shall be stated and the appropriate corrections made to give the response under reference conditions.

#### 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 for the standard test conditions given in table 1, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

#### 3.1.5 Reference gamma radiation

All tests involving the use of gamma radiation, other than those given in 3.2.2. and 3.2.3, shall be carried out with the reference gamma radiation.  $^{137}\text{Cs}$  sources shall be used as the reference gamma radiation. If  $^{137}\text{Cs}$  sources are not available for all tests requiring reference gamma radiation,  $^{60}\text{Co}$  sources may be used but, in this case, the results shall be corrected to the response to  $^{137}\text{Cs}$  by allowing for the difference in response between  $^{60}\text{Co}$  and  $^{137}\text{Cs}$ .

### 3.2 Radiation characteristics

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 at that point.

#### 3.2.1 Relative intrinsic error

##### 3.2.1.1 Requirements

Under standard test conditions, with the calibration controls adjusted according to the manufacturer's instructions, the relative intrinsic error of the assembly shall not exceed  $\pm 15\%$  over the whole effective range of measurement.

### 3.2.1.2 Détermination de l'erreur intrinsèque relative

#### a) Source à utiliser

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

#### b) Essais à effectuer

Un essai de type doit être effectué sur au moins un ensemble de la série de fabrication et des essais de série doivent être effectués sur chacun des ensembles de mesure.

##### *Essais de type*

Pour les ensembles possédant des échelles linéaires, l'essai doit être effectué pour chacune des échelles et pour au moins trois points de chacune d'entre elles à environ 30 %, 60 % et 90 % de la valeur maximale de chaque échelle. Pour les ensembles de mesure n'ayant qu'une seule échelle, ou des graduations de type logarithmique, ou à affichage numérique, l'essai doit être répété pour au moins trois valeurs de chacune des décades du kerma dans l'air. Ces valeurs se situeront à environ 20 %, 40 % et 80 % du maximum de chacune des gammes de mesure.

##### *Essai de série*

Pour les ensembles de mesure ayant des échelles linéaires, l'essai doit être effectué au moins en un point de chacune des échelles. Un point de l'essai sur chacune des échelles doit se situer entre 50 % et 75 % de la valeur maximale de cette échelle.

Pour les ensembles n'ayant qu'une seule échelle, des graduations de type logarithmique ou un affichage numérique, l'essai doit être effectué pour une valeur du kerma dans l'air appartenant à chacune des décades.

#### c) Méthode d'étalonnage

Il convient que l'étalonnage pour un rayonnement gamma soit réalisé comme suit:

- lire la valeur  $K_{IB}$  fournie par l'ensemble de mesure et correspondant au rayonnement de fond;
- exposer l'ensemble de mesure à une valeur conventionnellement vraie du kerma dans l'air de la dose  $K_T$  délivrée par la source de rayonnement gamma de référence et relever la lecture  $K_{IS}$ ;
- calculer la valeur indiquée  $K_I = K_{IS} - K_{IB}$ ;
- calculer l'erreur intrinsèque relative  $I(\%) = \frac{K_I - K_T}{K_T} \times 100$ .

### 3.2.1.2 Determination of relative intrinsic error

#### a) Source to be used

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

For assemblies with linear scales, the test shall be carried out on all the scales, and on at least three points on each of them, at approximately 30 %, 60 % and 90 % of the maximum value of each scale. For assemblies with a single scale, substantially logarithmic graduation, or with digital presentation, the test shall be performed for at least three values in each decade of air kerma. These shall be at approximately 20 %, 40 % and 80 % of each full decade reading.

##### Routine test

For assemblies with linear scales, the test shall be performed at a minimum of one point on each scale. One test point on each scale shall be between 50 % and 75 % of the maximum value for that scale.

For assemblies with a single scale, substantially logarithmic graduation, or digital presentation, the test shall be performed for one value in each decade of the air kerma measured.

#### c) Method of calibration

The gamma calibration of the assembly should be accomplished as follows:

- take the background reading  $K_{IB}$  of the assembly;
- expose the assembly to the reference gamma radiation source at a conventionally true air kerma of  $K_T$  and note the reading  $K_{IS}$ ;
- calculate the indicated value  $K_I = K_{IS} - K_{IB}$ ;
- calculate the relative intrinsic error  $I (\%) = \frac{K_I - K_T}{K_T} \times 100$ .

Il convient de noter que cette méthode d'étalonnage ne peut s'appliquer que si le rayonnement diffusé est inférieur à 5 % (voir article 3.2). Lorsque le rayonnement diffusé est supérieur à 5 %, il faut remplacer ces deux mesures, d'une part, par une mesure que l'on effectue en présence de la source et, d'autre part, par une seconde mesure que l'on effectue en interposant un écran de plomb de 5 cm d'épaisseur dont la forme est juste suffisante pour masquer le détecteur du rayonnement direct issu de la source d'étalonnage. L'erreur intrinsèque relative doit être calculée comme ci-dessus en utilisant les lectures des deux mesures.

L'annexe A donne des informations plus détaillées sur l'étalonnage.

#### d) *Interprétation des résultats*

Pour les besoins de cet essai, la valeur conventionnellement vraie du kerma dans l'air au point d'essai doit être connue avec une incertitude de  $\pm 10\%$ .

Les prescriptions de 3.2.1.1 peuvent être considérées comme respectées si aucune valeur de l'erreur intrinsèque relative ne dépasse  $\pm 25\%$ .

### 3.2.2 *Variation de la réponse avec l'énergie du rayonnement*

#### 3.2.2.1 *Prescriptions*

La réponse, observée dans la direction d'étalonnage, à un rayonnement incident ayant une énergie comprise entre 50 keV et 1,5 MeV ne doit pas différer de plus de  $\pm 30\%$  de la réponse à la source de  $^{137}\text{Cs}$  de rayonnement gamma de référence.

Pour des ensembles de mesure destinés à la mesure du kerma dans l'air au voisinage des réacteurs nucléaires où un rayonnement gamma de 6 MeV dû à  $^{16}\text{N}$  est présent, la réponse à cette énergie ne doit pas différer de plus de  $\pm 50\%$  de la réponse à la source de référence de  $^{137}\text{Cs}$ .

La variation de la réponse avec l'énergie du rayonnement doit être mesurée et indiquée pour chaque appareil.

#### 3.2.2.2 *Méthode d'essai*

Les valeurs suivantes de l'énergie, extraites de la liste des rayonnements de référence énumérés dans l'ISO 4037 doivent être utilisées:

- rayonnements X filtrés de 48 keV, 87 keV, 148 keV et 211 keV (voir ISO 4037, amendement 1);
- rayonnements gamma produits par  $^{241}\text{Am}$  (59,5 keV),  $^{137}\text{Cs}$  (662 keV) et  $^{60}\text{Co}$  (1,17 MeV et 1,33 MeV).

Ainsi qu'il est prescrit en 3.2.2.1, des essais complémentaires doivent être réalisés avec un rayonnement gamma de 6 MeV (voir ISO 4037, additif 2). Les résultats doivent être exprimés sous la forme d'un rapport de la valeur indiquée à la valeur conventionnellement vraie du kerma dans l'air pour chacune des valeurs de l'énergie du rayonnement. Il est en principe souhaitable que cet essai soit effectué à la même valeur du kerma dans l'air pour chacune des énergies du rayonnement. Il peut arriver qu'en pratique cette mesure ne soit pas réalisable et, dans ce cas, la valeur indiquée du kerma dans l'air pour chacune des valeurs de l'énergie du rayonnement doit être corrigée afin de tenir compte de l'erreur intrinsèque relative (par interpolation, si nécessaire), pour la valeur indiquée du kerma dans l'air due à la source de rayonnement gamma de référence (voir 3.2.1.2).

It should be noted that this method of calibration is only applicable if the scattered radiation is less than 5 % (see clause 3.2). Where the scattered radiation is greater than 5 %, then these two measurements shall be replaced by one with the source present and the second with a 5 cm lead shadow shield whose shape is just sufficient to screen the detector from the direct radiation from the calibration source. The relative intrinsic error should then be calculated as above, using the readings of these two measurements.

Annex A gives more detailed information on calibration.

#### d) *Interpretation of the results*

For the purposes of this test, the conventionally true value of the air kerma at the point of test shall be known to within an uncertainty of  $\pm 10$  %.

The requirements of 3.2.1.1 can be considered to be met if no single value of the relative intrinsic error exceeds  $\pm 25$  %.

### 3.2.2 *Variation of response with radiation energy*

#### 3.2.2.1 *Requirements*

The response, in the calibration direction, to incident radiation of energy between 50 keV and 1,5 MeV shall not differ by more than  $\pm 30$  % from the response to the  $^{137}\text{Cs}$  reference gamma radiation source.

For assemblies intended to be used for measuring air kerma in the vicinity of power reactors when 6 MeV gamma radiation from  $^{16}\text{N}$  is present, the response to 6 MeV shall not differ by more than  $\pm 50$  % from the response to the  $^{137}\text{Cs}$  reference source.

The variation of response with radiation energy shall be issued with each assembly.

#### 3.2.2.2 *Method of test*

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

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

Where as required in 3.2.2.1, additional tests shall also be performed with 6 MeV gamma radiation (see ISO 4037, addendum 2), the results shall be expressed as the ratio of the indicated value to the conventionally true value of the air kerma for each radiation energy. In principle, it is desirable that this test be performed at the same air kerma for each radiation energy. In practice, this may not be possible, in which case the indicated air kerma at each radiation energy shall be corrected for the relative intrinsic error (interpolated if necessary) at that indicated air kerma for the reference gamma radiation source (see 3.2.1.2).

### 3.2.3 Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence

La présente norme concerne des ensembles de détection présentant une réponse acceptable dans un large domaine angulaire avec une symétrie principalement circulaire, dans un plan donné, normalement horizontal, dans les conditions d'utilisation. Cette norme admet les difficultés pratiques d'obtenir une sensibilité uniforme dans  $4\pi$ . Les prescriptions suivantes sont formulées pour deux configurations envisageables du détecteur:

- configuration (a) pour laquelle l'orientation d'étalonnage peut être considérée comme se rapprochant d'un axe de symétrie;
- configuration (b) pour laquelle l'orientation d'étalonnage est normale à une direction qui peut être considérée comme se rapprochant d'un axe de symétrie.

Le constructeur doit spécifier la configuration utilisée.

#### 3.2.3.1 Prescriptions

##### Configuration (a)

L'ensemble de détection doit être placé dans une position telle que sa direction d'orientation, spécifiée par le constructeur, soit confondue avec l'axe d'étalonnage.

1) La variation de la réponse de l'ensemble au rayonnement incident pour les angles donnés ci-après avec la direction d'étalonnage par rapport à la réponse suivant cette direction, ne doit pas dépasser les limites suivantes, quand l'ensemble de détection pivote autour de son point de référence dans un plan, spécifié par le constructeur, contenant la direction d'étalonnage:

pour 662 keV	0° à $\pm 120^\circ \pm 20\%$
pour 59/60 keV	0° à $\pm 90^\circ \pm 30\%$ $\pm 90^\circ$ à $\pm 120^\circ \pm 50\%$

Le constructeur doit indiquer la variation relative de la réponse au-delà de  $\pm 120^\circ$ .

2) L'ensemble de détection doit aussi pivoter dans le plan perpendiculaire au plan défini en 1) ci-dessus et contenant toujours la direction d'étalonnage. La variation de la réponse par rapport à la réponse suivant la direction d'étalonnage doit être la même qu'en 1) ci-dessus.

3) L'ensemble de détection doit aussi pivoter dans le plan normal à la direction d'étalonnage, la direction du rayonnement étant dans ce plan de rotation. La variation de la réponse ne doit pas dépasser  $\pm 20\%$  dans toutes les directions, à la fois pour 662 keV et pour 59/60 keV.

##### Configuration (b)

L'ensemble de détection doit être placé dans une position telle que sa direction d'orientation, spécifiée par le constructeur, soit confondue avec l'axe d'étalonnage.

1) La variation de la réponse de l'ensemble de détection au rayonnement incident par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage, pour tous les angles avec la direction d'étalonnage et à la fois pour 662 keV et pour 59/60 keV, ne doit pas dépasser  $\pm 20\%$ , quand l'ensemble de détection pivote autour de son point de référence dans un plan spécifié par le constructeur et contenant la direction d'étalonnage.

2) La variation de la réponse de l'ensemble au rayonnement incident par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage pour les angles donnés ci-après avec la direction d'étalonnage, ne doit pas dépasser les limites suivantes quand l'ensemble de

### 3.2.3 Variation of response with angle of incidence

This standard relates to detector assemblies with a wide angle of acceptance and having essentially circular symmetry in one plane, normally horizontal, in use. The standard recognizes the practical limitations of achieving a uniform sensitivity over  $4\pi$ . The following requirements are formulated for two possible detector configurations:

- configuration (a) where the orientation for calibration can be regarded as approximate to an axis of symmetry;
- configuration (b) where the orientation for calibration is normal to a direction that can be regarded as approximative to an axis of symmetry.

The manufacturers shall state the configuration used.

#### 3.2.3.1 Requirements

##### *Configuration (a)*

The detector assembly shall be positioned with its direction of orientation, as specified by the manufacturers, along the axis of calibration.

- 1) 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 when the detector assembly is rotated about its reference point in a plane specified by the manufacturer but including the calibration direction:

for 662 keV	0° to $\pm 120^\circ \pm 20\%$
for 59/60 keV	0° to $\pm 90^\circ \pm 30\%$ $\pm 90^\circ$ to $\pm 120^\circ \pm 50\%$

The manufacturer shall state the relative variation of the response beyond  $\pm 120^\circ$ .

- 2) The assembly shall also be rotated in the plane perpendicular to the plane used in 1) above but still including the calibration direction. The variation in response relative to the response in the calibration direction shall be the same as 1) above.

- 3) The detector assembly shall also be rotated in the plane normal to the calibration direction, with the direction of radiation being in the plane of rotation, where the variation in response shall be not more than  $\pm 20\%$  for all angles for both 662 keV and 59/60 keV.

##### *Configuration (b)*

The detector assembly shall be positioned with its direction of orientation, as specified by the manufacturer, along the axis of calibration.

- 1) The response of the assembly relative to the response in the calibration direction to radiation incident at all angles to the calibration direction shall not vary more than  $\pm 20\%$  for both 662 keV and 59/60 keV when the detector assembly is rotated about its reference point in a plan specified by the manufacturer but including the calibration direction.
- 2) 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 when the detector assembly is rotated about its reference point in

détection pivote autour de son point de référence dans un plan perpendiculaire au plan défini en 1) ci-dessus et contenant toujours la direction d'étalonnage:

pour 662 keV	0° à ±60° ±20 %
pour 59/60 keV	0° à ±45° ±30 %
	±45° à ±60° ±50 %

Le constructeur doit indiquer la variation relative de la réponse au-delà de ±60°.

3) L'ensemble de détection doit aussi pivoter dans le plan de rotation utilisé en 2) ci-dessus, mais après avoir fait tourner le détecteur de 90° dans le plan de rotation utilisé en 1) ci-dessus. La variation de la réponse dans ce plan doit rester dans les limites données en 2) ci-dessus.

### 3.2.3.2 Méthode d'essai

Monter l'ensemble de façon que les mesures puissent être effectuées le plus commodément possible pour les angles prescrits.

#### Configuration (a)

Exposer l'ensemble de mesure dans la direction d'étalonnage au rayonnement de référence précisé par l'ISO 4037 et déterminer la réponse, d'une part au rayonnement X filtré de 60 keV ou au rayonnement gamma de 59,5 keV de <sup>241</sup>Am, d'autre part au rayonnement gamma de 662 keV du <sup>137</sup>Cs.

- 1) La direction du rayonnement incident doit être changée par pas de 15° dans un plan spécifié par le constructeur et contenant la direction d'étalonnage. La réponse doit être déterminée dans le domaine angulaire spécifié en 3.2.3.1 (a) 1) pour les deux rayonnements spécifiés.
- 2) La procédure 1) ci-dessus doit être répétée pour le plan perpendiculaire à celui défini en 1) et contenant toujours la direction d'étalonnage.
- 3) La direction du rayonnement doit aussi être changée par pas de 45° dans un plan normal à la direction d'étalonnage, la direction 0° étant aussi dans le plan de la direction d'étalonnage. La réponse doit être déterminée pour les deux rayonnements spécifiés.

#### Configuration (b)

Exposer l'ensemble de mesure dans la direction d'étalonnage au rayonnement de référence précisé par l'ISO 4037 et déterminer la réponse d'une part au rayonnement X filtré de 60 keV ou au rayonnement gamma de 59,5 keV de <sup>241</sup>Am, d'autre part au rayonnement gamma de 662 keV du <sup>137</sup>Cs.

- 1) La direction du rayonnement doit alors être changée par pas de 45° dans un plan contenant la direction d'étalonnage spécifiée par le constructeur; la réponse doit être déterminée pour les deux rayonnements spécifiés.
- 2) La direction du rayonnement doit ensuite être changée par pas de 15° dans un plan perpendiculaire au plan défini en 1) ci-dessus et contenant la direction d'étalonnage. La réponse déterminée dans le domaine angulaire spécifié en 3.2.3.1 (b) 2) pour les deux rayonnements spécifiés.
- 3) La procédure 2) ci-dessus doit être répétée pour le plan normal à la direction d'étalonnage, la direction 0° étant dans le plan de la direction d'étalonnage.

a plane perpendicular to the plane used in 1) above, but still including the calibration direction:

for 662 keV	0° to ±60° ±20 %
for 59/60 keV	0° to ±45° ±30 %
	±45° to ±60° ±50 %

The manufacturer shall state the relative variation of the response beyond ±60°.

3) The detector assembly shall also be rotated in the plane of rotation used in 2) above, but with the detector initially rotated through 90° in the plane of rotation used in 1) above. The variation in response in this plane shall be within limits given for 2) above.

### 3.2.3.2 Method of test

Mount the assembly so as to enable measurements to be made most conveniently at the required angles.

#### Configuration (a)

Expose the assembly in the calibration direction to the following reference radiations specified by ISO 4037 and determine the response to 60 keV X-radiation or 59,5 keV gamma radiation from <sup>241</sup>Am, and to 662 keV gamma radiation from <sup>137</sup>Cs.

- 1) The direction of radiation shall then be changed in steps of 15° in a plane including the calibration direction specified by the manufacturer and the response determined throughout the range of angles specified in 3.2.3.1 (a) 1) for the two radiations specified.
- 2) The procedure 1) above shall be repeated for the plane perpendicular to that used in 1) but still including the calibration direction.
- 3) The direction of the radiation shall also be changed every 45° in a plane normal to the calibration direction, 0° being in the plane of calibration direction, and the response determined for the two radiations specified.

#### Configuration (b)

Expose the assembly in the calibration direction to the following reference radiations specified by ISO 4037 and determine the response to 60 keV X-radiation or 59,5 keV gamma radiation from <sup>241</sup>Am and to 662 keV gamma radiation from <sup>137</sup>Cs.

- 1) The direction of radiation shall then be changed in steps of 45° in a plane including the calibration direction specified by the manufacturer and the response determined for the two radiations specified.
- 2) The direction of radiation shall then be changed in steps of 15° in a plane perpendicular to plane used in 1) above, but including the calibration direction and the response determined throughout the range of angles specified in 3.2.3.1 (b) 2) for the two radiations specified.
- 3) The procedure 2) above shall be repeated for the plane normal to the calibration direction, 0° being in the plane of the calibration direction.

### 3.2.4 Conservation de la lecture

Les ensembles destinés à la mesure du kerma dans l'air fonctionnent généralement selon un des moyens suivants:

- a) Le signal du détecteur est intégré sur une longue période pour donner le kerma dans l'air total pendant cette période de mesure, typiquement un jour, une semaine, un mois ou plus. La mesure est déterminée soit automatiquement par une horloge interne, soit manuellement par l'opérateur. Le kerma dans l'air peut être lu visuellement ou électroniquement en reliant l'ensemble de mesure à un système de mesure.
- b) Le signal du détecteur est intégré sur des périodes plus courtes qui peuvent être typiquement de 1 min à 1 h. A la fin de cette période d'intégration, la valeur intégrée est transférée dans une mémoire tampon et ensuite dans un dispositif de stockage.

L'appareil revient alors lui-même à zéro et répète le cycle de façon continue. Les données recueillies sont alors analysées par un ordinateur central de façon à indiquer des résultats plus élaborés tels que le kerma dans l'air, le débit moyen de kerma dans l'air pour chaque heure ainsi que le débit de kerma moyen sur une période de 1 semaine ou plus.

Il est important, pour ces deux modes de fonctionnement, que le signal intégré soit enregistré de façon précise. Lorsque l'affichage est à lecture visuelle, il ne devrait pas y avoir de dérive ou de changement significatif entre la fin de la période d'intégration et le moment où l'on fait la lecture. Pour cela, les prescriptions sont les suivantes.

#### 3.2.4.1 Prescriptions

La lecture, à la fin automatique ou manuelle de la période d'intégration, ne doit pas changer de plus de  $\pm 2\%$  pendant l'heure suivante.

#### 3.2.4.2 Méthode d'essai

Exposer l'appareil de mesure à une source de rayonnement donnant un kerma dans l'air correspondant à une indication comprise entre le tiers et la moitié de la valeur maximale de **chaque** échelle. Lorsque la période d'intégration est atteinte, noter la lecture affichée.

Toutes les 5 min jusqu'à 1 h à partir de la fin de la période d'intégration, lire l'affichage. Aucune des 12 lectures ne doit différer de plus de  $\pm 2\%$  de la lecture initiale.

### 3.2.5 Réponse à d'autres rayonnements ionisants

Les ensembles de mesure doivent être conçus de façon à limiter autant que possible l'influence des autres rayonnements ionisants.

#### 3.2.5.1 Rayonnements bêta

##### a) Prescriptions

La conception de l'appareil doit être telle que sa réponse aux rayonnements bêta soit inférieure à 2 % jusqu'à une énergie de 2,27 MeV. Lorsque l'appareil est utilisé pour mesurer le kerma dans l'air dû à des rayonnements X ou gamma en présence de rayonnements bêta, les particules bêta les plus énergiques peuvent pénétrer dans le volume sensible du détecteur. L'énergie minimale des particules bêta qui peuvent pénétrer dans le volume sensible du détecteur doit être indiquée par le fabricant, ainsi que la réponse au  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ .

### 3.2.4 Retention of reading

Assemblies designed to measure air kerma usually operate in one of the following ways:

- a) The detector signal is integrated over a long period to provide the total air kerma over this measurement period, typically over one day, one week or one month or more. The measurement is either terminated automatically by an internal clock or it is terminated manually by the operator. The air kerma can be read visually or electronically by interfacing the assembly to a read-out system.
- b) The detector signal is integrated over shorter periods which may be typically from 1 min up to 1 h. At the end of this shorter integration period, the integrated data is transferred to a buffer store and then to a storage device.

The assembly then re-sets itself to zero and continually repeats the cycle. The recorded data is then usually analysed by a centralized computer to provide more comprehensive data, such as the air kerma/average air kerma rate for each hour and the air kerma and average air kerma rate over a week or more.

For both operating methods it is important that the integrated signal should be accurately and precisely recorded. Where the display is to be visually read this should not drift or change significantly between the end of the integration period and the time at which it is read. The requirements for this are as follows.

#### 3.2.4.1 Requirements

The reading at the automatic or manual termination of the integration period shall not change by more than  $\pm 2\%$  over the next hour.

#### 3.2.4.2 Method of test

Expose the assembly to a source of radiation giving an air kerma corresponding to an indication between one-third and half the maximum value of **each** scale. When the integration period is complete, note the displayed reading.

Every 5 min up to 1 h from the end of the integration period, read the display. None of these 12 readings should differ by more than  $\pm 2\%$  compared to the initial reading.

### 3.2.5 Response to other ionizing radiations

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

#### 3.2.5.1 Beta radiations

##### a) Requirements

The design of the equipment shall be such that the response to beta radiation shall be less than 2 % up to an energy of 2,27 MeV. When the assembly is used for measuring the air kerma due to X and gamma radiation in the presence of beta radiation, the more energetic beta particles may penetrate into the sensitive volume of the detector. The minimum energy of beta particles that will penetrate into the sensitive volume of the detector shall be stated by the manufacturer as well as the response to  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ .

b) *Méthode d'essai*

La réponse aux rayonnements bêta émis par une source  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  ( $E_{\text{max}} = 2,27 \text{ MeV}$ ) doit être mesurée conformément aux recommandations de l'ISO 6980.

La réponse aux rayonnements bêta doit être exprimée par le quotient du kerma dans l'air indiqué par l'appareil, par la dose bêta absorbée conventionnellement vraie dans l'air ou par la dose absorbée dans les tissus au point d'essai.

3.2.5.2 *Rayonnement neutronique ou autre rayonnement ionisant*

Si l'ensemble de mesure est destiné à être utilisé en présence de rayonnement neutronique ou d'autres rayonnements ionisants, la réponse à ces rayonnements doit également être indiquée par le constructeur si le client le demande.

Un essai pour la réponse aux neutrons ou aux autres rayonnements ionisants n'est pas obligatoire et ne doit être effectué que sur demande.

La méthode d'essai devra alors faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

3.2.6 *Dépendance en fonction du débit de kerma dans l'air*

3.2.6.1 *Prescriptions*

La réponse de l'appareil doit être telle que son erreur intrinsèque relative reste à l'intérieur des prescriptions de 3.2.1 pour les deux conditions suivantes:

- a) tous les débits de kerma dans l'air de  $10 \text{ nGy h}^{-1}$  à  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $1 \text{ } \mu\text{rad h}^{-1}$  à  $1 \text{ rad h}^{-1}$ );
- b) une variation brutale dans le débit de kerma dans l'air d'approximativement  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $1 \text{ rad h}^{-1}$ ).

3.2.6.2 *Méthode d'essai (essai de type uniquement)*

- a) L'erreur intrinsèque relative d'un appareil ne doit pas excéder  $\pm 15 \%$  à  $60 \%$  de la valeur maximale de chaque échelle de dose (dans le cas d'échelle linéaire) ou  $80 \%$  de chaque décade (pour des graduations logarithmiques ou pour une présentation numérique), lorsque l'appareil est exposé à une source de référence délivrant approximativement des débits de kerma dans l'air de:  $1 \text{ } \mu\text{Gy h}^{-1}$ ,  $100 \text{ } \mu\text{Gy h}^{-1}$  et  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $100 \text{ } \mu\text{rad h}^{-1}$ ,  $10 \text{ mrad h}^{-1}$  et  $1 \text{ rad h}^{-1}$ ).
- b) Placer l'appareil dans un débit de kerma dans l'air ambiant de moins de  $0,25 \text{ } \mu\text{Gy h}^{-1}$  ( $25 \text{ } \mu\text{rad h}^{-1}$ ).

*Débit de kerma dans l'air croissant*

Pour chacun des temps d'intégration de l'appareil, à exactement la moitié de chaque temps d'intégration, exposer l'appareil à un débit de kerma dans l'air d'approximativement  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $1 \text{ rad h}^{-1}$ ). Observer la lecture à la fin de l'intégration; il convient que cette lecture se situe à  $\pm 15 \%$  de la dose suivante: débit de kerma dans l'air multiplié par la moitié du temps d'intégration, sélectionné, en heures.

b) *Method of test*

The response shall be measured to the beta radiation emitted by a  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  source ( $E_{\text{max}} = 2,27 \text{ MeV}$ ) in accordance with the recommendations of ISO 6980.

The response to beta radiation shall be quoted in terms of the air kerma indicated by the assembly per conventionally true absorbed beta dose in air or per absorbed dose in tissue, at the point of test.

3.2.5.2 *Neutron radiation or other ionizing radiation*

If the assembly is intended to be used in the presence of neutron radiation or other ionizing radiations, then the response to these radiations shall also be stated by the manufacturer if required by the purchaser.

A test for neutron response or to other ionizing radiations is not mandatory and need only be performed if this requirement is specified.

The method of test shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

3.2.6 *Air kerma rate dependence*

3.2.6.1 *Requirements*

The response of the assembly should be such that its relative intrinsic error remains within the requirements of 3.2.1 for both:

- a) all air kerma rates from  $10 \text{ nGy h}^{-1}$  to  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $1 \mu\text{rad h}^{-1}$  to  $1 \text{ rad h}^{-1}$ ), and
- b) a sudden change in the air kerma rate of approximately  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $1 \text{ rad h}^{-1}$ ).

3.2.6.2 *Method of test (type test only)*

- a) The relative intrinsic error of an assembly shall not exceed  $\pm 15 \%$  at 60 % of each dose scale maximum (linear scale) or 80 % of each decade (for logarithmic graduation or for digital presentation) when the assembly is exposed to a reference source at approximately the following air kerma rates:  $1 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ,  $100 \mu\text{Gy h}^{-1}$  and  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $100 \mu\text{rad h}^{-1}$ ,  $10 \text{ mrad h}^{-1}$  and  $1 \text{ rad h}^{-1}$ ).

- b) Place the assembly in a background air kerma rate of less than  $0,25 \mu\text{Gy h}^{-1}$  ( $25 \mu\text{rad h}^{-1}$ ).

*Increasing the air kerma rate*

For each of the assembly's integration times, at exactly half way through each integration time, expose the assembly at an air kerma rate of approximately  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $1 \text{ rad h}^{-1}$ ). Observe the reading at the end of the integration; this reading should be within  $\pm 15 \%$  of the following air kerma: selected air kerma rate multiplied by half the selected integration time in hours.

### *Débit de kerma dans l'air décroissant*

Exposer l'appareil à un débit de kerma dans l'air d'approximativement  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $1 \text{ rad h}^{-1}$ ).

Pour chacune des périodes d'intégration de l'appareil, démarrer l'intégration. A exactement la moitié de chaque période d'intégration prévue, retirer la source et observer la lecture à la fin de chaque période d'intégration. Il convient que cette lecture soit à  $\pm 15 \%$  près le kerma dans l'air suivant: débit de kerma dans l'air multiplié par la moitié du temps d'intégration, sélectionné, en heures.

NOTE - Pour les deux essais indiqués en b), il peut être nécessaire de réduire le temps d'exposition de façon à rester inférieur à la valeur maximale du kerma dans l'air de la gamme de mesure effective de l'appareil.

Il convient que, dans ce cas, la lecture soit à  $\pm 15 \%$  près, le débit de kerma dans l'air défini, multiplié par le temps d'exposition réduit en heures.

### **3.2.7 Caractéristiques de surcharge**

#### *a) Prescriptions*

Pour des valeurs de kerma dans l'air supérieures à celle correspondant à la valeur maximale de l'échelle ou de la décade supérieure, l'indication fournie par l'ensemble de mesure doit se situer au-delà et à la partie supérieure de l'échelle la plus grande, et ne doit pas bouger de cette position. Pour les ensembles possédant plus d'une échelle, cette prescription doit s'appliquer à chacune des échelles.

#### *b) Méthode d'essai*

L'ensemble doit être soumis à un kerma dans l'air délivré par une source gamma de référence, de 10 fois la valeur maximale de l'échelle pour chaque échelle.

L'indication de l'appareil doit demeurer hors échelle à la plus grande valeur de l'échelle.

### **3.3 Caractéristiques électriques**

#### **3.3.1 Dérive du zéro**

Cet essai s'applique aux ensembles de mesure possédant un dispositif de réglage du zéro accessible à l'opérateur.

#### *a) Prescriptions*

Après une durée de fonctionnement de 30 min (dans les conditions normales d'essai) la lecture de l'appareil de mesure, qui a été mis préalablement au zéro, ne doit pas différer de zéro, pendant les 4 h qui suivent, de plus de 2 % de la valeur maximale de chaque échelle (affichage analogique).

Pour des ensembles à affichage numérique la dérive du zéro doit être indiquée par le constructeur.

#### *b) Méthode d'essai*

Mettre en marche l'ensemble de mesure et le laisser ainsi pendant une période de 30 min. Le zéro doit alors être réglé de façon à amener l'indication en face de la graduation zéro. Pour certains appareils dotés d'une échelle non linéaire, un tel contrôle est utilisé pour amener l'indication à un point de référence différent de la graduation zéro.

### *Decreasing the air kerma rate*

Expose the assembly to an air kerma rate of approximately  $10 \text{ mGy h}^{-1}$  ( $1 \text{ rad h}^{-1}$ ).

For each of the assembly's integration times, start the integration. At exactly half way through each selected integration time, remove the source and observe the reading at the end of each integration period. This reading should be within  $\pm 15\%$  of the following air kermas: selected air kerma rate multiplied by half the selected integration time in hours.

NOTE – For both tests in b), it may be necessary to reduce the exposure time to remain less than the maximum air kerma of the effective range of the assembly.

The reading, in this case, should be within  $\pm 15\%$  of the selected air kerma rate multiplied by the reduced exposure time in hours.

### 3.2.7 *Overload characteristics*

#### a) *Requirements*

For air kermas greater than that corresponding to the maximum value of the upper scale or decade, the indication of the assembly shall be off-scale at the higher end of the scale and shall remain so. For assemblies with more than one scale, this requirement shall apply to each scale.

#### b) *Method of test*

The assembly shall be submitted to an air kerma from a reference gamma radiation source of 10 times the maximum value of the scale for each scale.

The indication of the assembly shall remain off-scale at the higher end of the scale.

## 3.3 **Electrical characteristics**

### 3.3.1 *Zero drift*

This test is applicable to the assemblies fitted with a set zero adjustment available to the operator.

#### a) *Requirements*

After 30 min operation (under standard test conditions) the reading of the indicating meter that has been set to zero shall not differ, during the next 4 h, from zero by more than 2 % of the maximum value of each scale (analogue display).

For assemblies with a digital display the zero drift shall be stated by the manufacturer.

#### b) *Method of test*

Switch on the assembly and leave for a period of 30 min. The set zero adjustment shall then be adjusted to bring the indication to zero. For some assemblies with a non-linear scale, such a control is used to bring the indication to a reference point rather than to zero.

Si tel est le cas, le réglage doit consister à amener l'indication en face du point convenable de référence. L'ensemble de mesure doit alors être laissé dans cet état et on fera une lecture toutes les 30 min pendant les 4 h suivantes. Les prescriptions de 3.3.1 a) doivent être respectées.

### 3.3.2 Temps de préchauffage

#### a) Prescriptions

Le temps de préchauffage doit être indiqué par le constructeur.

#### b) Méthode d'essai

L'ensemble de mesure étant arrêté, exposer le sous-ensemble de détection à une source de rayonnement gamma de référence délivrant normalement une indication se situant au moins à la moitié de la valeur maximale de l'échelle la moins sensible. Mettre l'ensemble en marche et noter les valeurs lues sur l'ensemble toutes les 30 s jusqu'à 15 min après la mise en marche.

Faire un nombre suffisant de lectures 15 min après la mise en marche et utiliser la valeur moyenne de ces lectures comme «valeur finale» de l'indication. Sur le graphe donnant la variation de l'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 une indication située dans l'intervalle de 10 % de cette «valeur finale». Ce temps doit être inférieur ou égal au temps de préchauffage indiqué par le constructeur.

### 3.3.3 Alimentation

#### 3.3.3.1 Fonctionnement sur piles et accumulateurs

##### a) Généralités

L'ensemble doit être conçu de façon qu'il soit possible de vérifier l'état des piles et accumulateurs dans des conditions correspondant à la charge maximale.

Le branchement des piles ou accumulateurs peut être fait de n'importe quelle manière à condition que chaque élément puisse être remplacé séparément. 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, la capacité de celles-ci doit être telle que, après un fonctionnement dans les conditions normales d'essai pour une période de 40 h d'utilisation intermittente<sup>1)</sup>, l'indication de l'ensemble de mesure ne diffère pas de plus de 10 % de celle obtenue après les 15 premières min de fonctionnement stable.

Lorsque l'on utilise des piles, les modèles R20 définis dans la CEI 86 doivent être utilisés.

<sup>1)</sup> 40 h d'utilisation intermittente signifie 8 h d'utilisation continue suivie de 16 h pendant lesquelles l'ensemble est mis à l'arrêt, sur une période de cinq jours consécutifs.

If this is the case, the control shall be set to bring the indication to the appropriate reference point. The assembly shall be left in this condition and the reading noted every 30 min for a further 4 h. The requirements of 3.3.1 a) shall be met.

### 3.3.2 *Warm-up time*

#### a) *Requirements*

The warm-up time shall be stated by the manufacturer.

#### b) *Method of test*

With the assembly switched off, expose the detection sub-assembly to a reference gamma radiation source that would provide an indication of at least half of the maximum value of the least sensitive scale. Switch on the assembly and note the readings of the assembly every 30 s up to 15 min after switching on.

Take sufficient readings 15 min after switching on and use the mean value of these as the "final value" of the indication. On the graph of the variation of indication as a function of time, draw a smooth curve that is the best fit to the observed indications. From the curve read the time corresponding to the indication that is within 10 % of this "final value". This time should be equal to or less than the warm-up time stated by the manufacturer.

### 3.3.3 *Power supplies*

#### 3.3.3.1 *Battery operation*

##### a) *General*

Means shall be provided for checking the battery under conditions corresponding to maximum load.

Batteries may be arranged in any desired manner but preferably shall be individually replaceable. 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<sup>1)</sup> the indication of the assembly shall not differ by more than 10 % from that obtained after the initial 15 min stabilization time of operation.

When primary batteries are used, batteries R20 listed in IEC 86 shall be used.

---

<sup>1)</sup> 40 h intermittent use means 8 h of continuous use followed by 16 h with the assembly switched off, for five consecutive days.

c) *Accumulateurs (rechargeables)*

Lorsque l'alimentation est assurée par des accumulateurs, la capacité de ceux-ci doit être telle que après un fonctionnement continu de 12 h, l'indication de l'ensemble ne diffère pas de plus de 10 % de celle obtenue après les 15 premières min de fonctionnement.

Si l'on utilise des accumulateurs, il convient que leur recharge puisse se faire à partir du courant du réseau en 16 h tout au plus. Il est recommandé de disposer d'un système permettant d'arrêter le chargeur lorsque le niveau de charge total est atteint.

d) *Essai de fonctionnement avec piles ou accumulateurs*

Pour cet essai, on doit utiliser des piles neuves ou des accumulateurs chargés au maximum et du modèle indiqué par le fabricant. Placer le détecteur dans un champ de rayonnement produit par la source de rayonnement gamma de référence, dans une position telle que le kerma dans l'air corresponde approximativement aux deux tiers de la valeur maximale de l'échelle la moins sensible. Faire un nombre de lectures suffisant (voir 3.1.5). Laisser l'ensemble fonctionner continuellement dans le champ de rayonnement durant la ou les périodes données en 3.3.3.1 b) ou en 3.3.3.1 c) selon le cas. A la fin de ce temps, faire à nouveau un nombre de lectures suffisant et vérifier que la valeur moyenne ne diffère pas de la valeur moyenne d'origine de plus de 10 %.

### 3.3.3.2 *Fonctionnement sur le courant du réseau*

a) *Prescriptions*

Les ensembles de mesure destinés à être alimentés par le courant du réseau doivent être conçus de façon qu'ils puissent fonctionner avec une tension alternative monophasée dans l'une des catégories suivantes, conformément à la CEI 293<sup>1)</sup>.

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

L'ensemble de mesure doit pouvoir fonctionner sur le réseau en acceptant une tolérance de tension de +10 % et -12 %, et des variations de fréquence de 57 Hz à 61 Hz ou 47 Hz à 51 Hz selon la fréquence nominale. Les indications de la dose ne doivent pas varier de plus de  $\pm 10$  % sur ces gammes d'alimentation et de fréquence.

b) *Méthode d'essai*

Placer le détecteur dans un champ de rayonnement émis par la source gamma de référence en un point où le kerma dans l'air mesuré sur une période de 5 min correspond approximativement aux deux tiers de la valeur maximale de l'échelle la plus sensible. Lorsque la tension d'alimentation est à sa valeur nominale, prendre la moyenne d'un nombre suffisant de lectures. Faire un nombre suffisant de lectures lorsque la tension d'alimentation est de 10 % supérieure à sa valeur nominale et faire 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 de  $\pm 10$  % de la valeur obtenue lorsque la tension est à sa valeur nominale. Les essais ci-dessus doivent ensuite être répétés pour une valeur de kerma dans l'air correspondant environ aux deux tiers de la valeur maximale de l'échelle la moins sensible de l'ensemble de mesure.

<sup>1)</sup> La CEI 293 se réfère à la troisième édition de la CEI 38. Le tableau 1 de cette édition a été cependant remplacé par l'amendement 1 dans lequel 220 V n'est plus recommandé pour les nouveaux systèmes; on recommande à la place 230 V. La CEI 293 peut éventuellement être amendée dans ce sens.

c) *Secondary batteries (rechargeable)*

When power is supplied by secondary batteries, the capacity of these shall be such that after 12 h of continuous use, the indication of the assembly does not differ by more than 10 % from that obtained after the initial 15 min of operation.

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 corresponds to approximately two-thirds of the maximum value on the least sensitive scale. Take sufficient readings (see 3.1.5). Leave the assembly continuously working in this radiation field for the period or periods given in 3.3.3.1 b) or 3.3.3.1 c), as appropriate. At the end of this time, again take sufficient readings and verify that this mean value does not differ from the original mean value by more than 10 %.

### 3.3.3.2 *Mains operation*

a) *Requirements*

Mains-operated assemblies shall be designed to operate from single-phase AC supply voltage in one of the following categories in accordance with IEC 293<sup>1)</sup>.

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

The assembly shall be capable of operating from mains with a supply voltage tolerance of +10 % and -12 %, and a supply frequency of 57 Hz to 61 Hz or 47 Hz to 51 Hz, according to the nominal frequency. The indication of dose shall not vary by more than ±10 % over those ranges of supply voltage and supply frequency.

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 measured over 5 min corresponds to approximately two-thirds of the maximum value on the most sensitive scale. With the supply voltage at its nominal value, take the mean of sufficient readings. Take sufficient readings 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 that obtained with nominal voltage by more than ±10 %. The above test shall then be repeated at an air kerma corresponding to approximately two-thirds of maximum value of the least sensitive scale of the assembly.

---

<sup>1)</sup> IEC 293 makes reference to the third edition of IEC 38. Table 1 in that edition was, however, superseded by amendment 1 in which 220 V is no longer recommended for new systems; 230 V is recommended instead. IEC 293 may eventually be amended accordingly.

Pour les ensembles de mesure possédant une échelle logarithmique, cet essai doit être exécuté dans les mêmes conditions que ci-dessus pour deux valeurs de kerma dans l'air correspondant à des indications respectivement dans la plus petite et dans la plus grande des décades de kerma dans l'air.

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

- a) à 57 Hz et 61 Hz, et les lectures à ces fréquences ne doivent pas varier de plus de  $\pm 10\%$  de la lecture à 60 Hz.
- b) à 47 Hz et 51 Hz, et les lectures à ces fréquences ne doivent pas varier de plus de  $\pm 10\%$  de la lecture à 50 Hz.

### 3.4 Caractéristiques mécaniques

#### 3.4.1 Chocs mécaniques

Il est recommandé que les ensembles de mesure portables soient capables de supporter, sans que la qualité de leurs performances en soit affectée, des chocs mécaniques dans toutes les directions entraînant une accélération de  $300 \text{ m s}^{-2}$  pendant un intervalle de temps de 18 ms, le choc ayant une forme semi-sinusoïdale (voir CEI 68-2-27). Si l'appareil doit être utilisé dans des régions où des tremblements de terre sont à craindre, il est recommandé que des essais appropriés soient définis entre le fournisseur et son client.

#### 3.4.2 Orientation de l'ensemble de mesure (géotropisme)

##### a) Prescriptions

L'ensemble de mesure étant exposé à une source de rayonnement gamma de référence dans la direction d'étalonnage, l'indication qu'il fournit ne doit pas s'écarter de plus de  $\pm 10\%$  de la valeur indiquée pour l'orientation de référence lorsque l'on choisit une autre orientation quelconque.

L'orientation de référence doit être indiquée par le constructeur.

##### b) Méthode d'essai

Bien qu'en principe, il soit souhaitable d'effectuer cet essai pour des positions quelconques de l'ensemble de mesure, en général, seuls les dispositifs de lecture sont influencés par les variations d'orientation. On choisira donc pour l'ensemble, soit une orientation correspondant à la situation réelle où l'appareil est tenu à la main et pour laquelle l'échelle de lecture est visible par l'opérateur, soit des orientations successives où l'on fera tourner l'appareil autour de son axe de détection et pour lesquels on fera une lecture tous les  $90^\circ$ . Cet essai doit être effectué pour une valeur de kerma dans l'air correspondant approximativement à la moitié de la valeur maximale de l'échelle ou de la décade la plus sensible. Pendant toute la durée de l'essai, l'angle d'incidence du rayonnement par rapport à l'ensemble de mesure doit demeurer constant.

For assemblies with a logarithmic scale, this test shall be performed under the same conditions as above for two values of air kerma, corresponding to indications in the lowest and highest decade of air kerma respectively.

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

- a) to 57 Hz and 61 Hz, and the readings at these frequencies shall not vary by more than  $\pm 10\%$  compared to the reading at 60 Hz.
- b) to 47 Hz and 51 Hz, and the readings at these frequencies shall not vary by more than  $\pm 10\%$  compared to the reading at 50 Hz.

### 3.4 Mechanical characteristics

#### 3.4.1 *Mechanical shocks*

Portable assemblies should be able to withstand, without affecting their performance, mechanical shocks from all directions involving an acceleration of  $300 \text{ m s}^{-2}$  for a time interval of 18 ms, the shape of the shock being semi-sinusoidal (see IEC 68-2-27). If the assembly is to be used in areas where earthquakes can occur then appropriate tests should be agreed between the purchaser and the manufacturer.

#### 3.4.2 *Orientation of assembly (geotropism)*

##### a) *Requirements*

When exposed to the reference gamma radiation source in the calibration direction the indication of the assembly shall not vary by more than  $\pm 10\%$  from that indicated in the reference orientation of use for any orientation of the assembly.

The reference orientation shall be stated by the manufacturer.

##### b) *Method of test*

Although in principle it is desirable that this test be performed with the assembly in any orientation, in general only indicating meters are influenced by differences in orientation. The orientations tested may therefore either be confined to those that may be assumed by the meter with the assembly held in the hand and in which the reading scale would be visible to the operator or, alternatively, where the instrument is rotated about its detection axis and the reading recorded every  $90^\circ$ . This test shall be performed at an air kerma corresponding to approximately half the maximum value of the most sensitive scale or decade. During this test, the angle of incidence of radiation with respect to the assembly shall remain constant.

### 3.5 Caractéristiques du milieu environnant

#### 3.5.1 *Température ambiante*

##### a) *Prescriptions*

L'indication fournie par l'ensemble de mesure doit rester dans les limites indiquées dans le tableau 3 pour tout l'intervalle de température de ce même tableau.

##### b) *Méthode d'essai*

Cet essai doit normalement être effectué dans une enceinte climatique. En général, il n'est pas nécessaire de vérifier l'humidité de l'air dans l'enceinte, à moins que l'appareil ne soit particulièrement sensible aux variations d'humidité.

Pour réaliser cet essai, l'ensemble de mesure doit être exposé à un rayonnement gamma de référence produisant une indication suffisante dans les conditions normales d'essai pour que l'essai puisse être effectué (voir tableau 1).

La température doit ensuite être maintenue successivement à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et l'indication fournie par l'ensemble de mesure doit être relevée pendant les 30 dernières min de cette période. Les limites de variation des valeurs indiquées par l'ensemble de mesure doivent être comprises dans l'intervalle indiqué dans le tableau 3.

#### 3.5.2 *Humidité relative*

##### a) *Prescriptions*

Les variations des valeurs indiquées par l'ensemble de mesure sous l'effet de l'humidité relative doivent être comprises 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 la température de 35 °C. Pour cet essai, l'ensemble de mesure doit être exposé à un rayonnement gamma de référence produisant une indication suffisante dans les conditions normales d'essai pour que l'essai puisse être effectué.

Le niveau d'humidité doit ensuite être maintenu successivement à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et l'indication fournie par l'ensemble de mesure doit être notée pendant les 30 dernières min de cette période. La variation permise de  $\pm 10$  % pour la valeur indiquée, ainsi qu'il est précisé au tableau 3, vient s'ajouter aux variations permises dues aux seules variations de température.

#### 3.5.3 *Pression atmosphérique*

L'influence de la pression atmosphérique n'est, en général, significative que pour les détecteurs non scellés utilisant l'air comme milieu de détection. Dans ce cas, la valeur de la pression atmosphérique à laquelle les essais sont effectués doit être indiquée et le constructeur doit préciser les effets des variations de la pression atmosphérique.

Sur demande, des essais représentatifs à d'autres valeurs de la pression atmosphérique doivent être effectués.

### 3.5 Environmental characteristics

#### 3.5.1 *Ambient temperature*

##### a) *Requirements*

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

##### b) *Method of test*

This test shall normally be carried out in a climatic box. It is not, in general, necessary to control the humidity of the air in the box unless the instrument is particularly sensitive to changes of humidity.

For this test, the assembly shall be 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 be then maintained at each of its extreme values for at least 4 h, and the indication of the assembly measured during the last 30 min of this period. The limits of variation of indication shall be within the value given in table 3.

#### 3.5.2 *Relative humidity*

##### a) *Requirements*

The variation in the indication due to the effect of relative humidity shall be within the limits 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 exposed to a reference gamma radiation providing a 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 indication of the assembly noted during the last 30 min of this period. The permitted variation of  $\pm 10\%$  in the indication, as specified in table 3, is additional to the permitted variations due to temperature alone.

#### 3.5.3 *Atmospheric pressure*

The influence of atmospheric pressure is, in general, only significant for an unsealed detector using air as the detecting medium. In this case, the atmospheric pressure at which all tests are performed shall be stated, and the effects of variations in atmospheric pressure shall be stated by the manufacturer.

Representative tests at other atmospheric pressures shall be performed, if required.

### 3.5.4 *Étanchéité*

Le constructeur doit indiquer les précautions prises pour empêcher la pénétration de l'humidité, et décrire les essais et les résultats qui ont permis de démontrer l'efficacité de l'étanchéité.

### 3.5.5 *Champs électromagnétiques externes*

A moins de précautions spéciales au niveau de la conception de l'ensemble, celui-ci peut devenir inutilisable ou fournir des indications incorrectes de kerma dans l'air en présence de champs électromagnétiques externes, notamment des champs de radiofréquence.

#### a) *Prescriptions*

Si l'indication d'un appareil peut être influencée par la présence de champs électromagnétiques externes, le constructeur doit le signaler clairement par une mise en garde. Si un constructeur affirme que l'ensemble de mesure est insensible aux champs électromagnétiques, il doit préciser le domaine de fréquences et les types de rayonnements électromagnétiques dans 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'essais 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 mis pour détecter tout accroissement de la réponse à une fréquence particulière.

### 3.5.6 *Champs magnétiques externes*

#### a) *Prescriptions*

Si l'indication d'un appareil peut être influencée par la présence de champs magnétiques externes, le constructeur doit le signaler clairement par une mise en garde et cela doit aussi être indiqué dans la notice technique.

#### b) *Méthode d'essai*

La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

### 3.5.7 *Stockage*

Tous les ensembles de mesure destinés à être utilisés dans des régions tempérées doivent être conçus de façon à pouvoir fonctionner dans les limites d'utilisation spécifiées dans la présente norme, notamment en ce qui concerne le stockage (ou le transport) sans pile ou accumulateur, pendant une période minimale de trois mois à une température comprise entre  $-25\text{ °C}$  et  $+50\text{ °C}$ , l'ensemble de mesure restant dans l'emballage d'origine du constructeur. Des spécifications plus restrictives peuvent être exigées dans certaines circonstances telles que l'aptitude à supporter le transport aérien à basse pression.

### 3.5.4 *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.

### 3.5.5 *External electromagnetic fields*

Unless special precautions are taken in the design of an assembly, it may be rendered inoperative or give incorrect indications of air kerma in the presence of external electromagnetic fields, particularly radio frequency fields.

#### a) *Requirements*

If the indication of an assembly is likely to be influenced by the presence of external electromagnetic fields, a warning to this effect shall be given by the manufacturer. If a manufacturer claims that an assembly is insensitive to electromagnetic fields, the range of frequencies and types of electromagnetic radiation in 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 must be taken to detect any enhanced response at a particular frequency.

### 3.5.6 *External magnetic fields*

#### a) *Requirements*

If the indication of an assembly is likely to be influenced by the presence of external magnetic fields, a warning to this effect shall be given by the manufacturer and this shall also be stated in the instruction manual.

#### b) *Method of test*

This shall be subject to agreement between the manufacturer and the user.

### 3.5.7 *Storage*

All assemblies designed for use in temperate regions shall be designed to operate within the specification of this document following storage (or transport) without batteries, for a period of at least three months in the manufacturer's packaging at any temperature between  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . In certain circumstances, more severe specifications may be required such as capability for withstanding air transport at low ambient pressure.

## Section 4: Documentation

### 4.1 Documentation

#### 4.1.1 *Compte rendu des essais de type*

Le constructeur doit tenir à la disposition de l'acquéreur le compte rendu des essais de type effectués conformément aux prescriptions de la présente norme.

#### 4.1.2 *Certificat*

Un certificat doit être délivré avec chaque ensemble de mesure, mentionnant au moins les informations suivantes, conformément aux prescriptions de la CEI 278:

- nom du constructeur ou marque déposée;
- type de l'ensemble de mesure et numéro de série;
- type de rayonnements que l'ensemble est destiné à mesurer;
- type de détecteur;
- limites de chacune des gammes de mesure;
- point de référence de l'ensemble de mesure, direction d'étalonnage ainsi que l'orientation de référence par rapport aux sources de rayonnement;
- domaine effectif de mesure et erreur intrinsèque;
- réponse en fonction de l'énergie du rayonnement;
- réponse en fonction de l'angle d'incidence;
- masse et dimensions de l'instrument;
- emplacement et dimensions du volume sensible;
- matériaux constituant les parois entourant le volume sensible et masse surfacique de chacun d'eux (en  $\text{mg cm}^{-2}$ );
- énergie minimale des particules bêta pouvant pénétrer dans le volume sensible, la réponse au  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ;
- prescriptions pour l'alimentation électrique;
- dérive du zéro;
- résultats de l'essai de température (résultats de l'essai de type).

### 4.2 Instructions pour le fonctionnement et l'entretien

Un manuel d'instructions pour le fonctionnement et l'entretien doit être fourni, contenant au moins les informations suivantes, conformément à la CEI 278:

- schémas électriques incluant une liste des pièces détachées;
- description des opérations de fonctionnement, d'entretien et d'étalonnage.

## Section 4: Documentation

### 4.1 Documentation

#### 4.1.1 *Type test report*

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

#### 4.1.2 *Certificate*

A certificate shall be provided with each assembly with at least the following information in accordance with IEC 278:

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type of the assembly and serial number;
- types of radiation the assembly is intended to measure;
- detector type;
- range limits for each measuring scale;
- reference point of the assembly, calibration direction and reference orientation relative to radiation sources;
- effective range of measurement and intrinsic error results;
- response as a function of radiation energy;
- response with angle of incidence;
- mass and dimensions of instrument;
- location and dimensions of the sensitive volume;
- materials of the wall surrounding the sensitive volume and surface mass of each of them (in  $\text{mg cm}^{-2}$ );
- minimum energy of beta particles that will penetrate into the sensitive volume, the response to  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ;
- power supply requirements;
- zero drift;
- results of temperature test (type test results).

### 4.2 Operation and maintenance manual

An operation and maintenance manual containing at least the following information in accordance with IEC 278:

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

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

Grandeurs d'influence	Conditions de référence (sauf indications contraires du constructeur)	Conditions normales d'essais (sauf indications contraires du constructeur)
Source de rayonnement gamma de référence	$^{137}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
Temps de préchauffage	15 min	≥15 min
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C (voir note 1)
Humidité relative	65 %	50 % à 75 % (voir note 1)
Pression atmosphérique	101,3 kPa	86 kPa à 106 kPa (voir note 1)
Tension du courant d'alimentation électrique (voir note 2)	Tension nominale d'alimentation	Tension nominale d'alimentation ± 1 %
Fréquence du courant d'alimentation électrique (voir note 2)	Fréquence nominale	Fréquence nominale ± 1 %
Forme de l'amplitude du courant d'alimentation électrique (voir note 2)	Sinusoïdale	Sinusoïdale avec une distorsion harmonique totale inférieure à 5 %
Rayonnement gamma ambiant	Débit de kerma dans l'air de $0,1 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ( $10 \mu\text{rad h}^{-1}$ ) ou moins si possible	Inférieur au débit de kerma dans l'air de $0,25 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ( $25 \mu\text{rad h}^{-1}$ )
Angle d'incidence du rayonnement	Direction d'étalonnage donnée par le constructeur	Direction donnée ± 5 °
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la plus petite valeur provoquant une interférence
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure à 2 fois la valeur de l'induction due aux champs magnétiques terrestres
Rayonnement bêta ambiant	Négligeable	Négligeable
Orientation de l'ensemble de mesure (géotropisme)	Doit être indiquée par le constructeur	Orientation indiquée ± 5 °
Commandes de l'ensemble	Réglées pour le fonctionnement normal	Réglées pour le fonctionnement normal
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable
<p>NOTES</p> <p>1 Les valeurs du tableau sont fixées pour des essais pratiqués sous des climats tempérés; sous d'autres climats, les valeurs réelles des grandeurs au moment de l'essai doivent être indiquées. De même, une limite de pression plus faible de 70 kPa peut être autorisée à des altitudes plus élevées.</p> <p>2 Uniquement pour les ensembles de mesure à poste fixe pouvant aussi fonctionner sur le réseau.</p>		

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions

Influence quantities	Reference conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Reference gamma radiation source	$^{137}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
Warm-up time	15 min	≥15 min
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C (see note 1)
Relative humidity	65 %	50 % to 75 % (see note 1)
Atmospheric pressure	101,3 kPa	86 kPa to 106 kPa (see note 1)
Power supply voltage (see note 2)	Nominal power supply voltage	Nominal power supply voltage ±1 %
Power supply frequency (see note 2)	Nominal frequency	Nominal frequency ±1 %
Power supply waveforms (see note 2)	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion power less than 5 %
Gamma radiation back-ground	Air kerma rate of $0,1 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ( $10 \mu\text{rad h}^{-1}$ ) or less, if practical	Less than air kerma rate of $0,25 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ( $25 \mu\text{rad h}^{-1}$ )
Angle of incidence of radiation	Calibration direction given by manufacturer	Direction given ±5°
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the value of the induction due to the earth's magnetic field
Beta radiation background	Negligible	Negligible
Orientation of assembly (geotropism)	To be stated by the manufacturer	Stated orientation ±5 °
Assembly controls	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible
<p>NOTES</p> <p>1 The values in the table are intended for test performed in temperate climates. In other climates the actual values of the quantities at the time of test shall be stated. Similarly, a lower limit of pressure of 70 kPa may be permitted at higher altitudes.</p> <p>2 Only for installed assemblies which can also be operated from the mains.</p>		

Tableau 2 – Essais effectués dans les conditions normales d'essais

Caractéristiques testées	Prescriptions (paragraphe)	Méthode d'essai (paragraphe)
Conservation de la lecture	3.2.4.1	3.2.4.2
Dérive du zéro	3.3.1 a)	3.3.1 b)

Tableau 3 – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

Caractéristiques testées ou grandeurs d'influence	Gamme de valeurs des grandeurs d'influence	Limites de variation de l'indication	Méthode d'essais (paragraphe)
Erreur intrinsèque relative	Gamme effective de mesure	$\pm 15 \%^{1) 3)}$	3.2.1.2 b) et c)
Energie du rayonnement	50 keV à 1,5 MeV 6 MeV <sup>2)</sup>	$\pm 30 \%^{3)}$ $\pm 50 \%^{3)}$	3.2.2.2 3.2.2.2
Angle d'incidence (3.2.3.1)			
a1 { et { a2 { pour 662 keV pour 59/60 keV pour 59/60 keV pour 662 keV et 59/60 keV	0° à $\pm 120^\circ$ 0° à $\pm 90^\circ$ $\pm 90^\circ$ à $\pm 120^\circ$ > $\pm 120^\circ$	$\pm 20 \%$ $\pm 30 \%$ $\pm 50 \%$ Spécifié par le constructeur	3.2.3.2
a3 pour 662 keV et 59/60 keV	0° à $\pm 180^\circ$	$\pm 20 \%$	3.2.3.2
b1 pour 662 keV et 59/60 keV	0° à $\pm 180^\circ$	$\pm 20 \%$	
b2 { et { b3 { pour 662 keV pour 59/60 keV pour 59/60 keV pour 662 keV et 59/60 keV	0° à $\pm 60^\circ$ 0° à $\pm 45^\circ$ $\pm 45^\circ$ à $\pm 60^\circ$ > $\pm 60^\circ$	$\pm 20 \%$ $\pm 30 \%$ $\pm 50 \%$ Spécifié par le constructeur	
Conservation de la lecture	1 h	$\pm 2 \%$	3.2.4.2
Dépendance en fonction du débit de kerma dans l'air	10 nGy h <sup>-1</sup> à 10 mGy h <sup>-1</sup>	$\leq \pm 15 \%$	3.2.6.2
Surcharge	10 fois la gamme supérieure de mesure	Supérieures à la valeur maximale de l'échelle de lecture	3.2.7 b)
Autres rayonnements ionisants: - bêta - neutrons	$E_{\max} = 2,27 \text{ MeV}$ A préciser par le constructeur <sup>6)</sup>	< 2 % A préciser par le constructeur <sup>6)</sup>	3.2.5.1 3.2.5.2
Temps de préchauffage	A préciser par le constructeur	Inférieures ou égales au temps fixé par le constructeur	3.3.2 b)

Table 2 – Tests performed under standard test conditions

Characteristics under test	Requirements (subclause)	Method for test (subclause)
Retention of reading	3.2.4.1	3.2.4.2
Zero drift	3.3.1 a)	3.3.1 b)

Table 3 – Tests performed with variations of influence quantities

Characteristics under test or influence quantity	Range of value of influence quantity	Limits of variation of indication	Method of tests (subclause)
Relative intrinsic error	Effective range of measurement	$\pm 15 \%^{1) 3)}$	3.2.1.2 b) and c)
Radiation energy	50 keV to 1,5 MeV 6 MeV <sup>2)</sup>	$\pm 30 \%^{3)}$ $\pm 50 \%^{3)}$	3.2.2.2 3.2.2.2
Angle of incidence (3.2.3.1)			
a1 { for 662 keV and { for 59/60 keV	0° to $\pm 120^\circ$ 0° to $\pm 90^\circ$	$\pm 20 \%$ $\pm 30 \%$	3.2.3.2
a2 { for 59/60 keV for 662 keV and 59/60 keV	$\pm 90^\circ$ to $\pm 120^\circ$ > $\pm 120^\circ$	$\pm 50 \%$ Stated by manufacturer	
a3 for 662 keV and 59/60 keV	0° to $\pm 180^\circ$	$\pm 20 \%$	3.2.3.2
b1 for 662 keV and 59/60 keV	0° to $\pm 180^\circ$	$\pm 20 \%$	
b2 { for 662 keV and { for 59/60 keV	0° to $\pm 60^\circ$ 0° to $\pm 45^\circ$	$\pm 20 \%$ $\pm 30 \%$	
b3 { for 59/60 keV for 662 keV and 59/60 keV	$\pm 45^\circ$ to $\pm 60^\circ$ > $\pm 60^\circ$	$\pm 50 \%$ Stated by manufacturer	
Retention of reading	1 h	$\pm 2 \%$	3.2.4.2
Air kerma rate dependence	10 nGy h <sup>-1</sup> to 10 mGy h <sup>-1</sup>	$\leq \pm 15 \%$	3.2.6.2
Overload	Ten times maximum of range	More than full scale	3.2.7 b)
Other ionizing radiation: – beta – neutrons	$E_{\max} = 2,27 \text{ MeV}$ To be stated by the manufacturer <sup>6)</sup>	< 2 % Response to be stated by manufacturer <sup>6)</sup>	3.2.5.1 3.2.5.2
Warm-up time	To be stated by manufacturer	Less than or equal to manufacturer's time	3.3.2 b)

Tableau 3 – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence  
(fin)

Caractéristiques testées ou grandeurs d'influence	Gamme de valeurs des grandeurs d'influence	Limites de variation de l'indication	Méthode d'essais (paragraphe)
Alimentation électrique			
- Piles	Après 40 h d'usage intermittent	±10 % <sup>4)</sup>	3.3.3.1 b)
- Accumulateurs	Après 12 h d'usage continu	±10 % <sup>4)</sup>	3.3.3.1 c)
- Réseau alternatif (le cas échéant)	De 88 % à 110 % de la tension nominale d'alimentation de 57 Hz à 61 Hz ou de 47 Hz à 51 Hz	±10 % <sup>3)</sup>	3.3.3.2 b)
		±10 % <sup>3)</sup>	3.3.3.2 b)
Chocs mécaniques	300 m s <sup>-2</sup>	Respect des spécifications	3.4.1
Orientation de l'ensemble de mesure	Quelconque	±10 % <sup>3)</sup>	3.4.2 b)
Température ambiante <sup>5)</sup>	-10 °C à +40 °C -25 °C à +55 °C	±20 % <sup>3)</sup> ±50 % <sup>3)</sup>	3.5.1 b)
Humidité relative	40 % à 90 % à +35 °C	±10 % <sup>3)</sup>	3.5.2 b)
Pression atmosphérique	6)	6)	3.5.3
Champs électromagnétiques d'origine externe	Indiquée par le constructeur <sup>6)</sup>	Indiquée par le constructeur <sup>6)</sup>	3.5.5 b)
Induction magnétique d'origine externe	Indiquée par le constructeur <sup>6)</sup>	Indiquée par le constructeur <sup>6)</sup>	3.5.6 b)
<p>NOTES</p> <p>1) Cette erreur est à ajouter à l'incertitude associée à la détermination de la valeur conventionnellement vraie du kerma dans l'air (voir 3.2.1.2 d)).</p> <p>2) Cette prescription supplémentaire est applicable seulement aux ensembles utilisés pour la mesure de kerma dans l'air au voisinage de réacteurs de puissance où un rayonnement gamma de 6 MeV dû à <sup>16</sup>N est présent.</p> <p>3) De l'indication dans les conditions normales d'essai.</p> <p>4) De l'indication initiale.</p> <p>5) Ensembles destinés aux régions à climat tempéré. Pour des climats plus chauds ou plus froids, d'autres limites peuvent être spécifiées. Pour les ensembles destinés à fonctionner à de très basses températures, des moyens de chauffage des piles et accumulateurs peuvent être prévus.</p> <p>6) Pas de spécification générale. La gamme de valeurs des grandeurs d'influence ainsi que les limites de variation de l'indication sont à spécifier sur demande.</p>			

Table 3 – Tests performed with variations of influence quantities  
(concluded)

Characteristics under test or influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication	Method of tests (subclauses)
Power supply voltage			
– primary batteries	After 40 h of intermittent use	$\pm 10\%$ <sup>4)</sup>	3.3.3.1 b)
– secondary batteries	After 12 h of continuous use	$\pm 10\%$ <sup>4)</sup>	3.3.3.1 c)
– A.C. mains (if applicable)	From 88 % to 110 % of nominal power supply voltage	$\pm 10\%$ <sup>3)</sup>	3.3.3.2 b)
	From 57 Hz to 61 Hz or 47 Hz to 51 Hz	$\pm 10\%$ <sup>3)</sup>	3.3.3.2 b)
Mechanical shocks	$300 \text{ m s}^{-2}$	Operates within specifications	3.4.1
Orientation of assembly	Any	$\pm 10\%$ <sup>3)</sup>	3.4.2 b)
Ambient temperature <sup>5)</sup>	–10 °C to +40 °C –25 °C to +55 °C	$\pm 20\%$ <sup>3)</sup> $\pm 50\%$ <sup>3)</sup>	3.5.1 b)
Relative humidity	40 % to 90 % at +35 °C	$\pm 10\%$ <sup>3)</sup>	3.5.2 b)
Atmospheric pressure	<sup>6)</sup>	<sup>6)</sup>	3.5.3
Electromagnetic field of external origin	Stated by manufacturer <sup>6)</sup>	Stated by manufacturer <sup>6)</sup>	3.5.5 b)
Magnetic induction of external origin	Stated by manufacturer <sup>6)</sup>	Stated by manufacturer <sup>6)</sup>	3.5.6 b)
NOTES			
1) This error is additional to the uncertainty associated with the determination of the conventionally true air kerma (see 3.2.1.2 d)).			
2) This additional requirement is applicable only to assemblies used for measuring air kerma in the vicinity of power reactors when 6 MeV gamma radiation from <sup>16</sup> N is present.			
3) Of the indication under standard test conditions.			
4) Of the initial indication.			
5) Assemblies intended for temperate climates. In hotter or colder climates other limits may be specified. For assemblies intended for operation at very low temperatures, means of heating the batteries may be provided.			
6) No general specification. Range of values of influence quantities and limits of variation of indication to be specified, if required.			

## Annexe A (informative)

### Etalonnage d'ensembles intégrateurs pour la mesure du kerma dans l'air

L'étalonnage d'un ensemble de mesure pour des niveaux de kerma dans l'air rencontrés dans l'environnement requiert une connaissance détaillée de la réponse du détecteur aux différents composants du rayonnement ambiant. Il convient que la réponse aux rayonnements cosmiques et le bruit de fond propre de tout appareil soient connus<sup>1)</sup>.

L'indication  $K_I$  d'un ensemble de mesure soumis à l'irradiation d'une source d'étalonnage peut être représentée par:

$$K_I = R_c K_c + R_e K_e + R_s K_s + R_i$$

où  $K_I$  est l'indication de l'instrument de mesure en unités appropriées de courant, de tension, de taux d'impulsions, ou en  $\text{Gy h}^{-1}$ .  $K_c$  et  $K_e$  représentent le kerma dans l'air dans la salle d'étalonnage dû respectivement aux rayonnements cosmiques et aux rayonnements gamma dans l'environnement.  $K_s$  représente la valeur conventionnellement vraie du kerma dans l'air dû à la source d'étalonnage.  $R_c$ ,  $R_e$  et  $R_s$  représentent respectivement les réponses de l'ensemble de mesure aux rayonnements cosmiques, aux rayonnements gamma dans l'environnement et aux rayonnements dus à la source d'étalonnage.  $R_i$  représente la contribution à l'indication provenant de toute contamination radioactive interne ou du bruit des circuits électroniques de l'appareil.

Pour beaucoup de détecteurs,  $R_c$ ,  $R_e$  et  $R_s$  ne sont généralement pas identiques et le facteur  $R_e$  dépend de l'énergie photonique, de sorte que la valeur  $R_s$ , déduite à partir d'un étalonnage en laboratoire à l'aide de sources ponctuelles ou de faisceaux, ne sera pas égale à  $R_e$  et ne pourra pas être directement utilisée pour les mesures à l'extérieur. Pour déterminer  $R_c$ ,  $R_e$ ,  $R_s$  et  $R_i$ , il est nécessaire de mesurer séparément chaque réponse par élimination des trois autres grandeurs d'influence:

- a) En déterminant comment  $R_s$  varie en fonction de l'énergie (voir 3.2.2) et en calculant une valeur de  $R_e$  applicable dans le domaine d'utilisation de l'ensemble de mesure et en pondérant les valeurs  $R_s$  appropriées à l'aide du spectre d'énergie dans l'environnement.
- b) La réponse  $R_i$  due au bruit de fond interne de tout appareil peut être estimée, par exemple, en observant les lectures fournies par l'appareil lorsque celui-ci est amené à de grandes profondeurs dans le sol. Pour une profondeur de 600 m le rayonnement cosmique est effectivement éliminé et en plaçant un écran de plomb de 10 cm autour du détecteur, la réponse de celui-ci aux rayonnements dus aux roches avoisinantes peut être supposée éliminée.

Pour les chambres d'ionisation, la valeur  $R_i$  peut être normalement considérée comme due à la radioactivité alpha intrinsèque dans la chambre. Cette valeur peut être estimée en plaçant la chambre dans une cellule à bas bruit de fond et en surveillant l'indication en sortie de l'électromètre avec un enregistreur à faible constante de temps.

<sup>1)</sup> BCRU, *A guide to the measurement of environmental gamma radiation*, J.A.B. Gibson, I.M.G. Thompson and F.W. Spiers, 1993.

## Annex A (informative)

### Calibration of air kerma integrating assemblies

The calibration of an assembly at environmental air kerma levels requires a detailed knowledge of the detector's response to the different components of the background. The cosmic radiation response and the internal background of each assembly should be determined<sup>1)</sup>.

The indication  $K_I$ , of an assembly that is irradiated by a calibration source may be represented by:

$$K_I = R_c K_c + R_e K_e + R_s K_s + R_i$$

where  $K_I$  is the instrument indication in appropriate units of charge, voltage, counts or meter indication in  $\text{Gy h}^{-1}$ .  $K_c$  and  $K_e$  are the air kerma from the cosmic and environmental gamma radiations in the calibration room, respectively.  $K_s$  is the conventionally true air kerma from the calibration source.  $R_c$ ,  $R_e$  and  $R_s$  are the responses of the assembly to cosmic radiation, to the environmental gamma radiation and the gamma radiation from the calibration source, respectively.  $R_i$  is the contribution to the reading arising from any internal radioactive contamination or from the electronic noise of the instrument.

For many detectors,  $R_c$ ,  $R_e$  and  $R_s$  are usually not equal and the factor,  $R_e$  depends on the photon energy, so that the value  $R_s$ , derived from a laboratory calibration with point sources or beams, will not be equal to  $R_e$  and cannot be directly used for field measurements. To determine  $R_c$ ,  $R_e$ ,  $R_s$  and  $R_i$  it is necessary to measure each response separately by elimination of the other three influence quantities:

- a) By determining how  $R_s$  varies with energy (see 3.2.2) and weighting the appropriate  $R_s$  values by the environmental energy spectrum, a value of  $R_e$  applicable to the field use of the assembly can be calculated.
- b) The response  $R_i$  due to the internal background of any instrument can be estimated, for example, by observing the instrument reading when it is taken to great depths below ground. At a depth of 600 m, cosmic radiation is effectively eliminated and by placing the detector within a 10 cm thick lead shield its response to the radiation from the local rocks can also be virtually eliminated.

For ionisation chambers,  $R_i$  can normally be considered as due to intrinsic alpha radioactivity in the chamber. It can be estimated by placing the chamber in a shielded low background facility and monitoring the electrometer output with a short time constant recorder.

<sup>1)</sup> BCRU, *A guide to the measurement of environmental gamma radiation*, J.A.B. Gibson, I.M.G. Thompson and F.W. Spiers, 1993.

Les impulsions dues aux alpha peuvent être identifiées par les grands pics de l'enregistrement. Il convient aussi d'effectuer des vérifications périodiques des fuites de courant et des tensions dans l'isolant. Les courants de même sens créés par les charges à l'intérieur de l'isolant peuvent être déterminés en effectuant des mesures avec des polarisations de tension positive et négative.

Le bruit de fond propre de tout instrument ne devrait pas changer de façon significative pendant sa durée de vie car les radioéléments en présence ont de longues périodes. Néanmoins, des vérifications occasionnelles sont à effectuer puisque l'appareil peut lui-même être contaminé par des sources externes.

c) La détermination de la réponse  $R_c$  aux rayonnements cosmiques peut être obtenue soit expérimentalement, soit par des calculs théoriques d'interaction des rayonnements cosmiques avec le détecteur. La détermination expérimentale de la réponse aux rayonnements cosmiques peut être faite dans un bateau construit avec des matériaux de faible radioactivité, sur un lac ou un réservoir, ou sur la mer à environ un quart de mile à un demi-mile du rivage.

d) L'étalonnage de l'instrument avec des rayonnements X ou gamma,  $R_s$ , peut être accompli comme suit:

i) noter d'abord la lecture du bruit de fond,  $K_{IB}$ , de l'instrument avant l'exposition à la source d'étalonnage;

ii) l'ensemble de mesure est ensuite exposé à la source et la lecture  $K_{IS}$  est notée;

iii) 
$$R_s = \frac{K_{IS} - K_{IB}}{\text{valeur conventionnellement vraie du kerma dans l'air de la source, } K_T}$$

Cette méthode éliminera la réponse due aux rayonnements cosmiques, celle due au rayonnement ambiant du laboratoire d'étalonnage ainsi que celle due à la contribution  $R_1$ . Il faut remarquer, cependant, que cela n'est valable que si le rayonnement diffusé ayant comme origine la source est négligeable. Lorsqu'on est en présence de rayonnement diffusé de valeur significative, ces deux mesures seront remplacées par une première mesure en présence de la source et par une seconde mesure effectuée en interposant entre la source et le détecteur un écran de plomb de 5 cm dont la forme est juste suffisante pour masquer le détecteur du rayonnement direct de la source d'étalonnage. La soustraction de la lecture obtenue avec le blindage en plomb permet alors d'obtenir la réponse au rayonnement de la source primaire seule.

Alpha pulses can be identified by large spikes produced in the recorder output. Periodic checks for leakage current and for insulator stresses should also be made. The unidirectional currents arising from stress within the insulator can be determined by making measurements with both positive and negative polarizing voltages.

The internal background of any instrument should not change significantly during its life because the radionuclide present have long half-lives. Nevertheless, occasional checks are advisable since the instrument may itself become contaminated from external sources.

c) The determination of the cosmic response,  $R_c$  can be made either experimentally or from a theoretical calculation of the interaction of the cosmic rays in the detector. The experimental measurement of the cosmic ray response can be made in a boat constructed from material of low radioactivity, on a freshwater lake or reservoir or at sea at about a quarter to half a mile from the land.

d) The X or gamma ray calibration of the instrument,  $R_s$ , may be accomplished as follows:

i) the background reading,  $K_{IB}$ , of the instrument is first taken before exposure to the calibration source;

ii) the assembly is then exposed to the source and the  $K_{IS}$  reading noted;

iii)  $R_s = \frac{K_{IS} - K_{IB}}{\text{conventionally true air kerma from source, } K_T}$

This method will eliminate the response due to cosmic radiation, that due to the calibration laboratory background air kerma and that from the  $R_1$  contribution. It should be noted, however, that it is only applicable if the scattered radiation from the source is negligible. Where significant scattered radiation is present then these two measurements shall be replaced by one with the source present and a second with a 5 cm deep lead shadow shield whose shape is just sufficient to screen the detector from the direct radiation from the calibration source and which is placed between the detector and the source. Subtraction of the lead shield reading allows the response to the source primary radiation only to be determined.

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

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

---

**ICS 13.280**

---