

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1283**

Première édition
First edition
1995-02

**Instrumentation pour la radioprotection –
Moniteurs individuels à lecture directe
d'équivalent de dose et/ou de débit
d'équivalent de dose – Rayonnements X,
gamma et bêta d'énergie élevée**

**Radiation protection instrumentation –
Direct reading personal dose equivalent (rate)
monitors – X, gamma and high energy beta
radiation**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1283: 1995

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
1283**

Première édition
First edition
1995-02

**Instrumentation pour la radioprotection –
Moniteurs individuels à lecture directe
d'équivalent de dose et/ou de débit
d'équivalent de dose – Rayonnements X,
gamma et bêta d'énergie élevée**

**Radiation protection instrumentation –
Direct reading personal dose equivalent (rate)
monitors – X, gamma and high energy beta
radiation**

© CEI 1995 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

V

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet	6
2 Références normatives	8
3 Terminologie	10
4 Nomenclature des essais	14
5 Caractéristiques mécaniques du moniteur	16
6 Caractéristiques générales	16
7 Procédures générales d'essai	20
8 Prescriptions et essais des performances aux rayonnements	22
9 Prescriptions et essais de bon fonctionnement électrique	36
10 Prescriptions de bon fonctionnement mécanique et essais	38
11 Caractéristiques d'environnement, prescription de bon fonctionnement et essais ..	40
12 Documentation	46
13 Mode d'emploi et manuel de maintenance	46
Annexes	
A Etalonnage et essai de type des dosimètres individuels	54
B Fluctuations statistiques	62

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative references	9
3 Terminology	11
4 Test nomenclature	15
5 Mechanical characteristics of the monitor	17
6 General characteristics	17
7 General test procedures	21
8 Radiation performance requirements and tests	23
9 Electrical performance requirements and tests	37
10 Mechanical performance requirements and tests	39
11 Environmental characteristics, performance requirements and tests	41
12 Documentation	47
13 Operation and maintenance manual	47
Annexes	
A Calibration and type testing of personal dosimeters	55
B Statistical fluctuations	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MONITEURS INDIVIDUELS À LECTURE DIRECTE D'ÉQUIVALENT DE DOSE ET/OU DE DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE – RAYONNEMENTS X, GAMMA ET BÊTA D'ÉNERGIE ÉLEVÉE

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 1283 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:

DIS	Rapport de vote
45B(BC)135	45B/144/RVD

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

Les annexes A et B font partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
DIRECT READING PERSONAL DOSE EQUIVALENT
(RATE) MONITORS –
X, GAMMA AND HIGH ENERGY BETA RADIATION**

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 1283 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:

DIS	Report on voting
45B(CO)135	45B/144/RVD

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

Annexes A and B form an integral part of this standard.

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MONITEURS INDIVIDUELS À LECTURE DIRECTE D'ÉQUIVALENT DE DOSE ET/OU DE DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE – RAYONNEMENTS X, GAMMA ET BÊTA D'ÉNERGIE ÉLEVÉE

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux moniteurs qui se portent sur le torse et qui sont utilisés pour la mesure de l'équivalent de dose individuel ou du débit d'équivalent de dose individuel des rayonnements X, gamma et bêta de forte énergie auxquels est soumis celui qui le porte.

Elle s'applique aux moniteurs utilisés pour mesurer l'équivalent de dose individuel (débit) pour les rayonnements X et gamma d'énergie comprise entre 50 keV et 1,5 MeV et le rayonnement bêta d'énergie maximale plus grande que 2,0 MeV. Si le moniteur est utilisé pour mesurer l'équivalent de dose individuel (ou le débit d'équivalent de dose individuel) pour les photons d'énergie jusqu'à 10 MeV, c'est-à-dire dans une installation comprenant un réacteur nucléaire où un rayonnement de photons de 6 MeV est présent, il sera nécessaire de déterminer la réponse à l'énergie appropriée.

La norme spécifie les exigences pour le moniteur et, s'il est fourni, pour le système de lecture associé.

Les seules exigences spécifiées pour les systèmes de lecture associés sont celles qui touchent à la précision de lecture de l'équivalent de dose et au réglage de l'alarme.

Le transfert des données dans les deux directions, c'est-à-dire du moniteur vers le système de lecture et du système de lecture vers le dosimètre, doit être précis à un chiffre près de la décade la moins significative.

Il convient que le moniteur qui est porté par un individu fournisse une lecture directe et permette aussi une lecture indirecte par le système de lecture associé d'équivalent de dose et/ou de débit d'équivalent de dose. Il convient que les alarmes visibles et/ou audibles soient pré réglables en débit d'équivalent de dose et/ou en équivalent de dose.

Le système de lecture associé, s'il est fourni, peut être utilisé pour ajuster les niveaux d'alarme du moniteur et/ou pour afficher ou enregistrer les lectures.

Il convient que le moniteur soit étalonné pour être utilisé sur une personne et donc il n'est pas approprié pour être utilisé comme un dispositif de mesure portable.

L'appareil conçu en fonction de cette norme peut ne pas convenir pour une utilisation dans les champs de rayonnements pulsés.

La présente norme ne s'applique pas à la mesure de l'équivalent de dose des rayonnements neutroniques ou l'équivalent de dose individuel pour les rayonnements faiblement pénétrants, tel que rayonnement bêta de faible énergie, ni aux dispositifs passifs tels que les dosimètres à films photographiques, les dosimètres thermoluminescents ou les électromètres à fibre de quartz.

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – DIRECT READING PERSONAL DOSE EQUIVALENT (RATE) MONITORS – X, GAMMA AND HIGH ENERGY BETA RADIATION

1 Scope and object

This International Standard applies to monitors which are worn on the trunk of the body and are used for the measurement of personal dose equivalent, or personal dose equivalent rate, to its wearer from external X, and gamma radiation and from high-energy beta radiation.

It applies to monitors used for measuring the personal dose equivalent (rate) from X and gamma radiation of energies 50 keV to 1,5 MeV and beta radiation of maximum energy greater than 2,0 MeV. If the monitor is to be used to measure personal dose equivalent (rate) for photon energies up to 10 MeV, e.g. at a nuclear reactor installation where 6 MeV photon radiation is present, it will be necessary to determine the response at the appropriate energy.

The standard specifies the requirements for the monitor and, if supplied, for its associated read-out system.

The only requirements specified for associated read-out systems are those which affect its accuracy of read-out of dose equivalent and alarm settings.

The transfer of data in both directions, i.e. from the monitor to the read-out system, and from the read-out system to the monitor, shall be accurate to within one digit of the least significant decade.

The monitor which is worn by the individual should provide direct reading and may also have indirect reading by its associated read-out system of dose equivalent and/or dose equivalent rate. The visual and/or audible alarms for dose equivalent rate and/or dose equivalent should be pre-settable.

The associated read-out system, if supplied, may be used for the setting of the monitor's alarm levels and/or for read-out/record-keeping of the readings.

The monitor should be calibrated for use on a person and so it is not appropriate for use as a portable measuring device.

The equipment designed to meet this standard may not be suitable for use in pulsed radiation fields.

This standard does not provide for the measurement of dose equivalent from neutron radiation or the personal dose equivalent from weakly penetrating radiation, such as low-energy beta radiation, nor are passive devices such as photographic film dosimeters, thermoluminescent dosimeters or quartz fibre electrometers covered by this standard.

Elle spécifie, pour les moniteurs décrits ci-dessus, les caractéristiques générales, les procédures générales des essais, les caractéristiques des rayonnements, les caractéristiques électriques, mécaniques, de sécurité et d'environnement.

Cette norme spécifie aussi les classes d'instruments en rapport avec la rétention de l'information enregistrée (voir 6.1).

L'objet de cette norme est de spécifier les exigences de conception et les caractéristiques de fonctionnement de moniteurs électroniques personnels utilisés pour la détermination de l'équivalent de dose dû aux rayonnements fortement pénétrants comme cela est défini dans le Rapport 47 de la CIUR.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. 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 Norme internationale 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 – Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants*

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

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

CEI 86-1: 1993, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*
Amendement 1 (1994)

CEI 86-2: 1994, *Piles électriques – Partie 2: Feuilles de spécifications*

CEI 359: 1987, *Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques*

CEI 801-2: 1991, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques*

CEI 801-3: 1984, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Troisième partie: Prescriptions relatives aux champs de rayonnements électromagnétiques*

CEI 1187: 1993, *Equipement de mesures électriques et électroniques – Documentation*

ISO 4037-1: 1994, *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 – Partie 1: Caractéristiques des rayonnements et leurs méthodes de production*

This standard specifies, for the monitors described above, general characteristics, general test procedures, radiation characteristics, as well as electrical, mechanical, safety and environmental characteristics.

This standard also specifies classes of instruments in relation to retention of stored information (see 6.1).

The object of this standard is to specify the design requirements and the performance characteristics of personal electronic monitors used for the determination of personal dose equivalent from strongly penetrating radiation, as defined in ICRU Report 47.

2 Normative references

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

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

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

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

IEC 86-1: 1993, *Primary batteries – Part 1: General*
Amendment 1 (1994)

IEC 86-2, 1994, *Primary batteries – Part 2: Specification sheets*

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

IEC 801-2: 1991, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 2: Electrostatic discharge requirements*

IEC 801-3: 1984, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 3: Radiated electromagnetic field requirements*

IEC 1187: 1993, *Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

ISO 4037-1: 1994, *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and dose ratemeters and for determining their response as a function of photon energy – Part 1: Characteristics of the radiations and their methods of production*

ISO 4037-2: 1994, *Rayonnements de référence X et gamma pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 2: Dosimétrie des rayonnements de référence X et gamma pour la radioprotection dans la gamme d'énergie de 8 keV à 1,3 MeV et de 4 MeV à 9 MeV*

ISO 6980: 1994, *Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta*

ISO 8529-1: 1989, *Rayonnements neutroniques de référence destinés à l'étalonnage des instruments de mesure des neutrons utilisés en radioprotection et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des neutrons*

CIUR, Rapport 33: 1980, *Grandeurs et unités radiologiques*

CIUR, Rapport 39: 1985, *Détermination des équivalents de dose produits par une source de rayonnement externe*

CIUR, Rapport 40: 1986, *Le facteur de qualité en radioprotection*

CIUR, Rapport 47: 1992, *Mesure des équivalents de dose pour les rayonnements externes de photons et d'électrons*

CIPR 26, Annales de la Commission Internationale de Protection Radiologique, 1977, *Recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique*

BIPM (Bureau international des poids et mesures): *Le Système International d'Unités (SI)*, 5^e édition (1985)

3 Terminologie

3.1 Définitions

Sauf si cela est précisé plus loin, tous les termes techniques sont définis comme dans la CEI 50, en particulier dans les CEI 50(391), CEI 50(392) et dans la CEI 359. Pour les besoins de la présente Norme internationale les définitions suivantes s'appliquent:

3.1.1 valeur conventionnellement vraie d'une grandeur: La meilleure estimation d'une valeur, déterminée à partir d'un étalon primaire ou secondaire ou par un instrument de référence qui a été calibré par rapport à un étalon primaire ou secondaire.

3.1.2 erreur de l'indication: Différence entre la valeur indiquée de la grandeur, H_i , et la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur, H_t , au point de mesure. Elle est exprimée comme $H_i - H_t$.

3.1.3 réponse (R): Rapport entre la valeur indiquée et la valeur conventionnellement vraie:

$$R = H_i / H_t$$

3.1.4 erreur relative de l'indication: Quotient de l'erreur de l'indication de la mesure d'une grandeur par la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur mesurée. Elle peut s'exprimer comme un pourcentage:

$$I = [(H_i - H_t) / H_t] \times 100 \%$$

3.1.5 erreur relative intrinsèque: Erreur relative de l'indication d'un moniteur en ce qui concerne une grandeur quand il est exposé à un rayonnement de référence spécifié dans des conditions de référence spécifiées.

ISO 4037-2: 1994, *X and gamma reference radiations for calibration dosimeters and dose ratemeters and for determining their response as a function of photon energy – Part 2: Dosimetry of X and gamma reference radiations for radiation protection over the energy range from 8 keV to 1,3 MeV and from 4 MeV to 9 MeV*

ISO 6980: 1994, *Reference beta radiations for calibrating dosimeters and dose rate-meters and for determining their response as a function of beta radiation energy*

ISO 8529-1: 1989, *Neutron reference radiations for calibrating neutron-measuring devices used for radiation protection purposes and for determining their response as a function of neutron energy*

ICRU, Report 33: 1980, *Radiation quantities and units*

ICRU, Report 39: 1985, *Determination of dose equivalents resulting from external radiation sources*

ICRU, Report 40: 1986, *The quality factor in radiation protection*

ICRU, Report 47: 1992, *Measurement of dose equivalents from external photon and electron radiations*

ICRP 26, Annals of the International Commission of Radiological Protection: 1977, *Recommendations of the International Commission of Radiological Protection, 1977*

BIPM (Bureau international des poids et mesures): *Le Système International d'Unités (SI)*, 5th edition (1985). [*The International System of Units (SI)*, bilingual.]

3 Terminology

3.1 Definitions

Except as specified below, all technical terms are as defined in IEC 50, particularly IEC 50(391), IEC 50(392) and IEC 359. For the purpose of this International Standard, the following definitions apply.

3.1.1 conventional true value of a quantity: Best estimate of the value, determined by a primary or secondary standard or by a reference instrument that has been calibrated against a primary or secondary standard.

3.1.2 error of indication: Difference between the indicated value of a quantity, H_i , and the conventional true value of that quantity, H_t , at the point of measurement. It is expressed as $H_i - H_t$.

3.1.3 response (R): Ratio of the monitor's indicated value to the conventional true value:

$$R = H_i / H_t$$

3.1.4 relative error of indication: Quotient of the error of indication of a measured quantity by the conventional true value of that measured quantity. It may be expressed as a percentage:

$$I = [(H_i - H_t) / H_t] \times 100 \%$$

3.1.5 relative intrinsic error: Relative error of indication of a monitor with respect to a quantity when subjected to a specified reference radiation under specified reference conditions.

3.1.6 domaine effectif de mesure: Domaine des valeurs de la grandeur à mesurer dans lequel le fonctionnement du moniteur est conforme aux exigences de cette norme.

3.1.7 coefficient de variation: Rapport V entre l'estimation de l'écart-type, s , et la moyenne arithmétique, \bar{x} , d'un ensemble de n mesures, x_i , donné par la formule suivante:

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

3.1.8 point de référence du moniteur: Repère (ou repères) sur l'enveloppe du moniteur servant à déterminer le centre du volume sensible du détecteur.

Lors de l'étalonnage en essai de type d'un dosimètre (débitmètre), il convient que le moniteur et le fantôme d'essai normalisé recommandé soient considérés comme un ensemble pour la mesure de la grandeur d'étalonnage. Le point de référence de cet ensemble est le point de référence du moniteur.

3.1.9 point de mesure: Endroit où les valeurs conventionnellement vraies sont déterminées et où le point de référence du moniteur est placé pour les essais.

3.1.10 orientation de référence et direction d'étalonnage: L'orientation de référence en ce qui concerne la direction du rayonnement est à définir par le fabricant et cette orientation est à utiliser lors de tous les essais sous rayonnements avec, comme exception, les essais de variation de la réponse avec l'angle d'incidence.

3.1.11 tissu: L'utilisation du mot «tissu» dans cette norme implique la spécification donnée dans le Rapport 33 de la CIUR.

3.1.12 équivalent de dose (H): Produit de D et Q au point d'intérêt dans le tissu, où D est la dose absorbée et Q est le facteur de qualité (CIUR 40):

$$H = DQ$$

NOTE – Pour les rayonnements bêta, X et gamma, Q peut être pris égal à l'unité pour les rayonnements externes (Publication 26 de la CIPR).

3.1.13 sievert (Sv): L'unité SI de l'équivalent de dose:

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \quad (1 \text{ rem} = 0,01 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1})$$

3.1.14 débit d'équivalent de dose (\dot{H}): Quotient de dH par dt , où dH est l'accroissement de l'équivalent de dose dans l'intervalle de temps dt :

$$\dot{H} = dH/dt$$

Les unités de débit d'équivalent de dose sont le quotient du sievert, de ses multiples ou sous-multiples décimaux, par une unité de temps convenable (par exemple, $\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, etc.).

3.1.6 effective range of measurement: Range of values of the quantity to be measured over which the performance of a monitor meets the requirements of this standard.

3.1.7 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:

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

3.1.8 reference point of a monitor: Mark (or marks) on the outside of the monitor used to determine the centre of the sensitive volume of the detector.

When calibrating on type testing a personal dosimeter (monitor), the monitor and the recommended standard test phantom should be regarded as a unit for measuring the calibration quantity. The reference point of this unit is the reference point of the monitor.

3.1.9 point of measurement: Place at which conventional true values are determined and at which the reference point of the monitor is placed for test purposes.

3.1.10 reference orientation and calibration direction: The reference orientation with respect to the direction of radiation is to be defined by the manufacturer and this orientation is to be used during any tests with radiation with the exception of the tests of variation of response with angle of incidence.

3.1.11 tissue: When the word "tissue" is used in this standard, the specification as defined in ICRU Report 33 is implied.

3.1.12 dose equivalent (H): Product of D and Q , at the point of interest in tissue, where D is the absorbed dose and Q is the quality factor (ICRU 40):

$$H = DQ$$

NOTE - For beta, X and gamma radiation, Q may be taken as equal to unity for external radiation (ICRP Publication 26).

3.1.13 sievert (Sv): The SI unit of dose equivalent:

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \quad (1 \text{ rem} = 0,01 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1})$$

3.1.14 dose equivalent rate (\dot{H}): Quotient of dH by dt , where dH is the increment of dose equivalent in the time interval dt :

$$\dot{H} = dH/dt$$

Units of dose equivalent rate are any quotient of the sievert or its decimal multiples or submultiples by a suitable unit of time (for example, mSv \cdot h⁻¹ etc.).

3.1.15 équivalent de dose individuel ($H_p(d)$): Equivalent de dose dans le tissu au point spécifié sur le corps à la profondeur, d , appropriée aux rayonnements fortement pénétrants.

NOTES

- 1 Cette quantité, $H_p(d)$, peut être mesurée avec un détecteur porté à la surface du corps et recouvert d'une épaisseur appropriée de matériau équivalent tissu (ou d'un matériau de substitution).
- 2 La profondeur recommandée, d , pour le contrôle des rayonnements fortement pénétrants est de 10 mm et $H_p(d)$ peut s'écrire $H_p(10)$.
- 3 Quand dans les paragraphes suivants, on utilise la terminologie équivalent de dose ou débit d'équivalent de dose, il y a lieu de comprendre équivalent de dose individuel. L'étalonnage des moniteurs est fait dans des conditions conventionnelles simplifiées sur un fantôme approprié. La grandeur $H_p(d)$ peut être utilisée pour spécifier l'équivalent de dose à un point dans le fantôme représentant le corps (voir l'annexe A).
- 4 Voir annexe A pour avis sur les techniques d'étalonnage convenant aux moniteurs utilisés pour la mesure de l'équivalent de dose individuel.

4 Nomenclature des essais

4.1 essais de qualification: Essais qui sont effectués afin de vérifier que les exigences d'une spécification sont remplies. Les essais de qualification sont divisés en essais de type et de série comme définis ci-dessous.

4.1.1 essais 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]

4.1.2. essais 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]

4.2 essais d'acceptation: Essai contractuel pour prouver à l'acheteur que l'appareil correspond à certaines conditions de ses spécifications. [VEI 151-04-20 modifié]

4.3 essais supplémentaires: Essais destinés à fournir des informations supplémentaires sur certaines caractéristiques des moniteurs.

4.4 unités: Les unités du système international (SI)¹⁾ sont utilisées. La définition des grandeurs radiologiques et les termes dosimétriques²⁾ sont donnés dans la CEI 50(391) et dans la CEI 50(392). Les anciennes unités correspondantes (non SI) sont indiquées entre parenthèses. Néanmoins, les unités suivantes peuvent être utilisées:

- pour l'énergie: électron-volt (symbole eV) $1 eV = 1,602 \times 10^{-19} J$
- pour le temps: années, jours, heures (symbole h), minutes (symbole min).

Les multiples et sous-multiples des unités SI seront utilisés conformément au système SI.

¹⁾ Bureau international des poids et mesures (BIPM).

²⁾ Rapport 33 de la Commission Internationale des Unités et des Mesures de Rayonnement (CIUR) et Publication 26 de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR).

3.1.15 personal dose equivalent ($H_p(d)$): Dose equivalent in soft tissue below a specified point on the body at a depth, d , that is appropriate for strongly penetrating radiation.

NOTES

- 1 This quantity, $H_p(d)$, can be measured with a detector worn at the surface of the body and covered with an appropriate thickness of tissue equivalent (or surrogate) material.
- 2 The recommended depth, d , for monitoring strongly penetrating radiation is 10 mm, and $H_p(d)$ may be written as $H_p(10)$.
- 3 When, in the following subclauses, the terminology dose equivalent or dose equivalent rate is used, it is taken to mean personal dose equivalent. The calibration of the dosimeters is done under simplified conventional conditions on an appropriate phantom (see annex A). The quantity $H_p(d)$ may be used to specify the dose equivalent at a point in a phantom representing the body.
- 4 See annex A for advice on the calibration techniques suitable for monitors used for the measurement of the personal dose equivalent.

4 Test nomenclature

4.1 qualification tests: Tests which are performed in order to verify that requirements of a specification are fulfilled. Qualification tests are sub-divided into type tests and routine tests, as defined below.

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

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

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

4.3 supplementary tests: Tests intended to provide supplementary information on certain characteristics of the monitors.

4.4 units: The units of the international system (SI)¹⁾ are used. The definition of radiation quantities and dosimetric terms²⁾ are given in IEC 50(391) and IEC 50(392). The corresponding old units (non SI) are indicated in parentheses. Nevertheless, the following units could be used:

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

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

¹⁾ Bureau international des poids et mesures (BIPM) [*The international System of Units (SI)*, bilingual].

²⁾ Report 33 of the International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) and Publication 26 of the International Commission on Radiological Protection (ICRP).

5 Caractéristiques mécaniques du moniteur

5.1 Encombrement

Les dimensions ne doivent pas excéder 15 cm de longueur, 3 cm d'épaisseur et 8 cm de largeur, à l'exclusion des pinces ou tout dispositif de maintien.

5.2 Masse

La masse ne doit pas excéder 200 g.

5.3 Boîtier

Le boîtier doit être lisse, rigide, résistant aux chocs, étanche à la poussière et au ruissellement.

Un dispositif doit être fourni pour fixer le moniteur aux vêtements, par exemple, une pince forte, un anneau ou une courroie, il convient de tenir compte de la nécessité d'orienter le moniteur.

5.4 Interrupteurs

Si des interrupteurs externes sont prévus, ceux-ci doivent être protégés de façon adéquate contre toute manipulation accidentelle ou interdite. Le fonctionnement de tout interrupteur existant ne doit pas interférer sur la fonction d'intégration du moniteur.

6 Caractéristiques générales

6.1 Classification des instruments

Classe 1: moniteurs qui conservent l'information de dose enregistrée dans toutes les circonstances normales.

Classe 2: moniteurs susceptibles de perdre l'information de dose enregistrée dans le cas de perte de l'alimentation principale.

6.2 Repères d'échelle

L'indication des moniteurs à lecture directe doit être digitale et doit être donnée en unités d'équivalent de dose ou de débit d'équivalent de dose, par exemple, en sieverts ou en sieverts par heure respectivement. L'afficheur doit être clairement visible et facile à lire (même en cas de mauvais éclairage) par celui qui le porte.

6.3 Repères sur le moniteur

Le point de référence dans un but d'étalonnage et d'essai doit être indiqué à l'extérieur du moniteur (voir 3.1.8). L'orientation de référence par rapport au porteur doit aussi être marquée sur le moniteur.

6.4 Mesures préventives contre la contamination radioactive

Le moniteur doit être conçu et construit de façon à minimiser la rétention de la contamination et en faciliter la décontamination. Un moniteur peut être fourni avec une enveloppe de protection complémentaire, le moniteur protégé doit être conforme aux prescriptions de cette norme.

5 Mechanical characteristics of the monitor

5.1 Size

The dimensions shall not exceed 15 cm in length, 3 cm in depth and 8 cm in width, excluding any clip or retaining device.

5.2 Mass

The mass shall not exceed 200 g.

5.3 Case

The case shall be smooth, rigid, shock-resistant, dust- and shower-proof.

Means shall be provided for fixing the monitor to clothing, for example a strong clip or a ring or a lanyard; due regard should be given to the necessary orientation of the monitor.

5.4 Switches

If external switches are provided, these shall be adequately protected from accidental or unauthorized operation. Operation of any switches provided shall not interfere with the integrating function of the monitor.

6 General characteristics

6.1 Instrument classification

Class 1: monitors which retain the stored dose information under all normal circumstances;

Class 2: monitors whose stored dose information may be lost in the event of the loss of the principal power supply.

6.2 Scale markings

The indication for direct-reading monitors shall be digital and shall be shown in units of dose equivalent or dose equivalent rate, for example sieverts or sieverts per hour, respectively. The display shall be clearly visible and be easy to read (also in bad light) by the wearer.

6.3 Monitor markings

The reference point for calibration and test purposes shall be indicated on the outside of the monitor (see 3.1.8). The reference orientation with respect to the wearer shall also be marked on the monitor.

6.4 Radioactive contamination prevention

In designing the monitor, consideration shall be given to minimizing the retention of contamination and to the ease of removing the contamination. A monitor may be provided with an additional protective cover and, if fitted, the monitor shall still conform to the requirements of this standard.

6.5 *Domaine de mesure en équivalent de dose et en débit d'équivalent de dose*

Le domaine de mesure des débits d'équivalent de dose doit être au moins de quatre décades comprises dans le domaine de mesure: $1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ à $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ à $100 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

Les équivalents de dose à mesurer doivent être compris dans le domaine de $1 \mu\text{Sv}$ à 1 Sv ($0,1 \text{ mrem}$ à 100 rem), mais doivent se situer à au moins quatre décades de $1 \mu\text{Sv}$.

6.6 *Indication du domaine effectif de mesure*

Le domaine effectif de mesure doit s'étendre au moins de la première indication non nulle du deuxième chiffre le moins significatif jusqu'à l'indication maximale de chaque gamme (par exemple, pour un affichage avec une valeur maximale de 199,9, le domaine effectif doit s'étendre de 1,0 à 199,9).

Quand plusieurs détecteurs sont utilisés pour mesurer l'ensemble du domaine de mesure, un changement automatique doit exister entre les détecteurs. Quand plus d'un détecteur est utilisé, les exigences de bon fonctionnement de cette norme doivent être applicables à chaque détecteur. Si le moniteur possède un changement de domaine de mesure, ce dernier doit également être automatique.

6.7 *Niveaux d'alarme pré réglables*

Il ne doit pas être possible de régler les niveaux des alarmes par des interrupteurs externes placés sur le moniteur. Il convient que les niveaux des alarmes soient réglés par le système de lecture associé, où il sera possible d'inhiber tout changement interdit du niveau d'alarme par un système d'accès limité électroniquement ou mécaniquement.

6.7.1 *Alarmes d'équivalent de dose*

Il doit être possible, soit de régler l'alarme à une valeur quelconque du domaine effectif de mesure du moniteur, soit de la régler pour au moins une valeur de chaque décade du domaine de mesure [par exemple, $3 \mu\text{Sv}$, $30 \mu\text{Sv}$, $0,3 \text{ mSv}$, 3 mSv , 30 mSv et 300 mSv ($0,3 \text{ mrem}$, 3 mrem , 30 mrem , 300 mrem , 3 rem et 30 rem)].

6.7.2 *Alarmes de débit d'équivalent de dose*

Il doit être possible de régler l'alarme, soit à une valeur quelconque du domaine effectif de mesure du moniteur, soit de la régler pour au moins une valeur de chaque décade du domaine [par exemple, $3 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, $30 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, $0,3 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, $3 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, $30 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ et $300 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,3 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$, $3 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$, $30 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$, $300 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$, $3 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$, et $30 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$)].

6.7.3 *Caractéristiques de l'alarme*

a) *Emplacement*

L'alarme sonore et/ou visuelle doit être placée de sorte que lorsque le moniteur est porté sur le corps, l'alarme puisse néanmoins être vue ou entendue par celui qui porte le moniteur.

b) *Alarme sonore*

Il y a lieu que la fréquence soit comprise entre 1 000 Hz et 5 000 Hz. Dans le cas où une alarme intermittente est disponible, l'intervalle entre deux signaux successifs ne doit pas excéder 2 s. Le volume sonore doit être supérieur à 85 dBA et ne doit pas excéder 100 dBA à 30 cm de la source sonore de l'alarme. Cette prescription est requise pour que l'utilisateur puisse entendre l'alarme quand il porte le moniteur.

6.5 Dose equivalent rate and dose equivalent ranges

The dose equivalent rate range of the monitor shall be at least four decades within the range from $1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ to $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ to $100 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

The dose equivalents to be measured shall be within the range $1 \mu\text{Sv}$ to 1 Sv ($0,1 \text{ mrem}$ to 100 rem), but shall be at least four decades from $1 \mu\text{Sv}$.

6.6 Effective range of measurement indication

The effective range of measurement shall be not less than 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 shall extend from 1,0 to 199,9.)

Where more than one detector is used for measurement over the complete range, automatic switching shall be provided between the detectors. When more than one detector is used the requirements of this standard shall be applicable to each detector. Where the monitor has range change facilities, these shall also be automatic.

6.7 Pre-settable alarm levels

It shall not be possible to set alarm levels by external switches on the monitor. The alarm levels should either be set by the associated read-out system or it should be possible to inhibit unauthorized change of alarm levels by an electronic or mechanical access-limiting system.

6.7.1 Dose equivalent alarms

Either it shall be possible to set this alarm to any value over the complete effective range of measurement of the monitor or it shall be possible to set the alarm to at least one value in each decade of this range [for example, $3 \mu\text{Sv}$, $30 \mu\text{Sv}$, $0,3 \text{ mSv}$, 3 mSv , 30 mSv and 300 mSv ($0,3 \text{ mrem}$, 3 mrem , 30 mrem , 300 mrem , 3 rem and 30 rem)].

6.7.2 Dose equivalent rate alarms

Either it shall be possible to set this alarm to any value over the complete effective range of measurement of the monitor or it shall be possible to set the alarm to at least one value in each decade of this range [for example $3 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, $30 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, $0,3 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, $3 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, $30 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ and $300 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,3 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$, $3 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$, $30 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$, $300 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$, $3 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$ and $30 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$)].

6.7.3 Alarm output

a) Location

The audible and/or visual alarm shall be located so that when the monitor is worn on the body, the alarm can still be heard or seen by the wearer.

b) Audible alarm

The frequency should be within the range 1 000 Hz to 5 000 Hz. Where an intermittent alarm is provided, the signal interval shall not exceed 2 s. The volume shall exceed 85 dBA and shall not exceed 100 dBA at 30 cm from the alarm source. This requirement is so that the user can hear the alarm when wearing the monitor.

6.7.4 Indication complémentaire

Une indication doit être donnée pour les conditions dans lesquelles l'intégration de l'équivalent de dose n'est pas exacte (dans les limites des spécifications de cette norme), par exemple, alimentation insuffisante, défaillance du détecteur ou utilisation dans un champ de rayonnement à débit d'équivalent de dose trop élevé.

7 Procédures générales d'essai

7.1 Nature des essais

Sauf indication contraire, précisée dans les paragraphes particuliers, tous les essais énumérés dans cette norme doivent être considérés comme des essais de type (voir 4.1.1). Certains essais peuvent être considérés comme des essais d'acceptation par accord entre le fabricant et l'utilisateur (voir 4.2.).

7.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai

Les conditions de référence sont données dans la seconde colonne du tableau 2. Sauf indications contraires, les essais de cette norme doivent être exécutés dans les conditions normales d'essai données dans la troisième colonne du tableau 2. Pour les essais qui ne sont pas exécutés dans les conditions normales d'essai, les valeurs de la température, de la pression et de l'humidité relative au moment de l'essai, doivent être notées et les corrections appropriées apportées pour donner la réponse dans les conditions de référence.

Lors des essais prévus pour déterminer les effets des variations des grandeurs d'influence données dans le tableau 2, il convient que toutes les autres grandeurs d'influence soient maintenues dans les limites des conditions normales d'essai données dans le tableau 2, sauf indications contraires spécifiées dans la procédure d'essai concernée.

7.3 Positionnement du moniteur pour les essais

Pour tous les essais impliquant l'utilisation d'un rayonnement, le point de référence du moniteur (voir 3.1.8) doit être placé au point où la valeur conventionnellement vraie de la grandeur à mesurer est connue et où l'orientation, indiquée par le fabricant, est en accord avec la direction du champ du rayonnement.

7.4 Faibles débits d'équivalent de dose

Pour les mesures aux faibles débits d'équivalent de dose, il est nécessaire de tenir compte de la contribution du rayonnement du bruit de fond sur le débit d'équivalent de dose au point d'essai, aussi bien que tout effet inhérent (bruit électronique ou radioactivité inhérente). Il est recommandé de n'utiliser que des composants présentant une contribution naturelle totale correspondant à moins de $0,5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($50 \mu\text{rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

7.5 Fluctuations statistiques – Indication du débit d'équivalent de dose

Si, pour tout essai impliquant l'utilisation d'un rayonnement, l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication, provenant de la nature aléatoire du seul rayonnement, est une fraction significative de la variation de l'indication permise dans l'essai, alors des lectures en nombre suffisant (voir l'annexe B) doivent être faites pour s'assurer que la valeur moyenne de telles lectures peut être estimée avec une précision suffisante pour déterminer si les exigences relatives à la caractéristique en essai sont atteintes.

6.7.4 *Additional indication*

Indication shall be given of operation in conditions in which the accumulation of dose equivalent is not accurate (within the specifications of this standard), for example, low battery supply, detector failure and in very high dose equivalent rate fields.

7 **General test procedures**

7.1 *Nature of tests*

Unless otherwise specified in the individual subclauses, all the tests enumerated in this standard are to be considered as type tests (see 4.1.1). Certain tests may be considered as acceptance tests by agreement between the manufacturer and the user (see 4.2).

7.2 *Reference conditions and standard test conditions*

Reference conditions are given in the second column of table 2. Except where otherwise specified, the tests in this standard shall be carried out under standard test conditions given in the third column of table 2. For those tests not carried out under standard test conditions, 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.

For those tests intended to determine the effects of variations in the influence quantities given in table 2, all other influence quantities should be maintained within the limits for standard test conditions given in table 2, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

7.3 *Position of monitor for purposes of tests*

For all tests involving the use of radiation, the reference point of the monitor (see 3.1.8) shall be placed at the point where the conventionally true value of the quantity to be measured is known and in the orientation with respect to the direction of the radiation field, as indicated by the manufacturer.

7.4 *Low dose equivalent rates*

For the measurement of low dose equivalent rates, it is necessary to take account of the contribution of background radiation to the dose equivalent rate at the point of test as well as any inherent effects (electronic noise or inherent radioactivity). It is advisable to use only components with a total inherent contribution corresponding to lower than $0,5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($50 \mu\text{rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

7.5 *Statistical fluctuations – Dose equivalent rate indication*

For any test involving the use of radiation, if the magnitude of the statistical fluctuations of the indication arising from the random nature of radiation alone is a significant fraction of the variation of the indication permitted in the test, then sufficient readings (see annex B) shall be taken to ensure that the mean value of such readings may be estimated with sufficient accuracy to determine whether the requirements for the characteristic under test are met.

7.6 Rayonnements de référence

Sauf indications contraires spécifiées dans les méthodes individuelles d'essai, tous les essais impliquant l'utilisation d'un rayonnement seront effectués avec le type spécifié de rayonnement (voir tableau 2). La nature, la construction et les conditions d'utilisation des sources de rayonnements doivent être en accord avec l'ISO 4037-1 et l'ISO 4037-2.

7.6.1 Rayonnement de référence gamma

Le rayonnement gamma de référence doit être fourni par le nuclide ^{137}Cs . Les sources de ^{60}Co peuvent également être utilisées mais dans ce cas, il sera nécessaire de corriger les mesures en fonction de la réponse au ^{137}Cs .

8 Prescriptions et essais des performances aux rayonnements

8.1 Erreur relative intrinsèque

8.1.1 Prescriptions

Dans les conditions normales d'essai, avec les contrôles d'étalonnage ajustés selon les instructions du fabricant, l'erreur intrinsèque relative du moniteur ne doit pas excéder $\pm 15\%$ sur tout le domaine effectif de la mesure d'équivalent de dose et ne doit pas excéder $\pm 20\%$ sur tout le domaine effectif de la mesure du débit d'équivalent de dose. Pour la plus petite décade ou la plus petite échelle, l'erreur intrinsèque relative du débit d'équivalent de dose ne doit pas dépasser $\pm 30\%$.

8.1.2 Détermination de l'erreur relative intrinsèque

a) Source à utiliser

Pour l'objet de cet essai, la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose individuel, ou du débit, au point d'essai doit être connue avec une incertitude inférieure à $\pm 10\%$. L'essai doit être exécuté avec des sources de ^{137}Cs irradiant le moniteur sur un fantôme approprié (voir annexe A) dans la direction d'étalonnage. D'autres sources de ^{137}Cs peuvent être exigées afin de couvrir le domaine complet des valeurs indiquées par le moniteur. Dans ce cas, les activités relatives des sources utilisées doivent être telles que le domaine utile des équivalents de dose et débits d'équivalent de dose pouvant être obtenu avec chaque source au point d'essai (par modification de la distance entre la source et le détecteur du moniteur) recouvre le domaine utile des équivalents de dose et débits d'équivalent de dose pouvant être obtenu avec au moins une des autres sources utilisées. De cette manière, les équivalents de dose et débits d'équivalents de dose, provenant de toutes les sources utilisées, peuvent être étalonnés en fonction d'une source particulière qui peut être considérée comme la source de référence.

Quand cela est possible, il convient que les débits d'équivalent de dose inférieurs à $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($100 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$) soient utilisés pour déterminer l'erreur intrinsèque relative pour les moniteurs mesurant l'équivalent de dose. Quand pour des raisons pratiques, ce n'est pas possible, par exemple, temps d'exposition trop long, des corrections pour non-linéarité aux débits élevés d'équivalent de dose doivent être appliqués. Le paragraphe 8.9 décrit les essais utilisés pour déterminer la dépendance du débit d'équivalent de dose des moniteurs mesurant l'équivalent de dose.

b) Essais à exécuter

Un essai de type doit être effectué sur au moins un moniteur de chaque série et des essais de série doivent être effectués sur chaque moniteur.

7.6 Reference radiations

Unless otherwise specified in the individual methods of test, all tests involving the use of radiation should be carried out with the specified type of radiation (see table 2). The nature, construction and conditions of use of the radiation sources shall be in accordance with ISO 4037-1 and ISO 4037-2.

7.6.1 Reference gamma radiation

The reference gamma radiation shall be that provided by the nuclide ^{137}Cs . ^{60}Co sources may also be used but in this case it will be necessary to correct the measurements to the response from ^{137}Cs .

8 Radiation performance requirements and tests

8.1 Relative intrinsic error

8.1.1 Requirements

Under standard test conditions, with the calibration controls adjusted according to the manufacturer's instructions, the relative intrinsic error of the monitor shall not exceed $\pm 15\%$ over the whole effective range of dose equivalent measurement and shall not exceed $\pm 20\%$ over the whole effective range of dose equivalent rate measurement. For the lowest decade or scale of dose equivalent rate $\pm 30\%$ shall not be exceeded.

8.1.2 Determination of relative intrinsic error

a) Source to be used

For the purposes of this test, the conventional true value of the personal dose equivalent, or rate, at the point of test shall be known with an uncertainty of better than $\pm 10\%$. The tests shall be performed with sources of ^{137}Cs irradiating the monitor on an appropriate phantom (see annex A) in the calibration direction. More than one ^{137}Cs source may be required in order to cover the complete range of values indicated by the monitor. In this case, the relative activities of the sources used shall be such that the useful range of dose equivalent (rates) obtainable from each source at the point of test (by alteration of the distance between the source and the detector of the monitor) overlaps the useful range of dose equivalent (rates) obtainable from at least one other of the sources used. In this way, the dose equivalent (rates) from all sources used may be calibrated in terms of that from one particular source, which may be considered as the reference source.

Where possible, dose equivalent rates of less than $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($100 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$) should be used for determining the relative intrinsic error for dose equivalent measuring monitors. Where, for practical reasons, this is not possible, for example exposure times would be too long, corrections for non-linearity at these higher dose equivalent rates used shall be applied. Subclause 8.9 describes the tests for determining dose equivalent rate dependence of dose equivalent measuring monitors.

b) Tests to be performed

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

Essai de type

L'essai doit être exécuté pour au moins trois valeurs de chaque décade d'équivalent de dose ou de débit d'équivalent de dose. Celles-ci doivent être approximativement de 20 %, 40 % et 80 % de chaque pleine échelle de lecture.

Essai de série

L'essai doit être exécuté pour au moins deux valeurs, une dans la décade la plus sensible du domaine effectif de mesure et une à environ 50 % du maximum du domaine de mesure.

8.1.3 *Interprétation des résultats*

Si les valeurs de l'erreur intrinsèque relative se trouvent comprises dans les limites qui suivent, les prescriptions de 8.1.1 peuvent être considérées comme atteintes.

Aucune valeur de l'erreur intrinsèque relative, I , ne doit excéder $\pm (15 \% + x)$ pour l'équivalent de dose, où x est l'incertitude en pourcentage sur la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose. Il faut noter que x doit être inférieure à 10 %.

Pour le débit d'équivalent de dose, aucune valeur de l'erreur intrinsèque relative, I ne doit excéder $\pm (20 \% + x)$ ou pour la plus petite décade ou échelle $\pm (30 \% + x)$, où x est l'incertitude en pourcentage sur la valeur conventionnellement vraie du débit d'équivalent de dose. Il faut noter que x doit être inférieure à 10 % et il est admis qu'il n'y a pas d'incertitude associée aux facteurs utilisés pour convertir le kerma air en équivalent de dose.

Les prescriptions précédentes sont applicables à tout système de lecture associé qui serait fourni.

8.2 *Temps de réponse*

8.2.1 *Moniteurs de débit d'équivalent de dose*

8.2.1.1 *Prescriptions*

Quand le moniteur est exposé à un échelon croissant ou décroissant du débit d'équivalent de dose, la lecture doit indiquer le nouveau débit d'équivalent de dose avec une erreur inférieure à 10 % en moins de 5 s, cela doit s'appliquer aux débits d'équivalent de dose supérieur à $10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$.

8.2.1.2 *Méthode d'essai*

Pour cet essai, le moniteur doit être placé dans un champ de photons de débit d'équivalent de dose supérieur à $10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ jusqu'à stabilisation et la lecture est ensuite enregistrée à savoir \dot{H} bas. Le débit d'équivalent de dose doit ensuite être augmenté presque instantanément par approximativement un facteur de dix et les lectures enregistrées en continu jusqu'à ce que le moniteur se stabilise au nouveau débit d'équivalent de dose plus élevé, à savoir \dot{H} haut. L'accroissement jusqu'à 90 % de la lecture haute \dot{H} haut doit être effectué en moins de 5 s. Ensuite le débit d'équivalent de dose doit être réduit presque instantanément à la valeur initiale \dot{H} bas. La lecture du moniteur doit correspondre à 10 % près à la lecture \dot{H} bas en moins de 5 s.

Type test

The test shall be performed for at least three values in each decade of dose equivalent or dose equivalent rate. These shall be approximately 20 %, 40 % and 80 % of each full decade reading.

Routine test

The test shall be performed for at least two values, one in the most sensitive decade of the effective range of measurements and one at about 50 % of the maximum of the range of measurement.

8.1.3 Interpretation of the results

If the values of relative intrinsic error fall within the following limits, the requirements of 8.1.1 can be considered to be met.

No single value of the relative intrinsic error, I , shall exceed $\pm (15 \% + x)$ for dose equivalent, where x is the percentage uncertainty of the conventional true value of the dose equivalent. It is to be noted that x shall be less than 10 %.

For dose equivalent rate, no single value of the relative intrinsic error, I , shall exceed $\pm (20 \% + x)$ or, for the lowest decade or scale, $\pm (30 \% + x)$, where x is the percentage uncertainty of the conventional true value of the dose equivalent rate. It is to be noted that x shall be less than 10 % and it is assumed that there is no uncertainty associated with the factors used to convert the air kerma to dose equivalent.

The above requirements are applicable to any associated read-out system supplied.

8.2 Response time**8.2.1 Dose equivalent rate monitors****8.2.1.1 Requirements**

When the monitor is subjected to a step increase or decrease in dose equivalent rate, the read-out shall indicate the new dose equivalent rate with an error of less than 10 % within 5 s. This shall apply for dose equivalent rates greater than $10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$.

8.2.1.2 Method of test

For this test, the monitor shall be placed in a photon field with a dose equivalent rate of greater than $10 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ and allowed to stabilize and the reading is then taken, say \dot{H} low. The dose equivalent rate shall then be increased nearly instantaneously by approximately a factor of ten, and readings recorded continuously until the monitor stabilized at the new higher dose equivalent rate, that is, \dot{H} high. The change to 90 % of the high reading \dot{H} high shall take less than 5 s. Next, the dose equivalent rate shall be reduced nearly instantaneously to the initial value \dot{H} low. The monitor reading shall be within 10 % of the new reading \dot{H} low within 5 s.

8.3 Précision de l'alarme pour une valeur présélectionnée

8.3.1 Moniteurs de débit d'équivalent de dose

8.3.1.1 Prescriptions

Pour un moniteur exposé à un débit d'équivalent de dose correspondant à 0,80 de l'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme pendant 10 min, aucune alarme ne doit s'activer. Pour un moniteur exposé à un débit d'équivalent de dose correspondant à 1,20 de l'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme, il y a lieu que l'alarme s'active en moins de 5 s ou en un temps tel que son produit par le débit d'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme soit inférieur à 10 μ Sv.

Deux essais au moins doivent être effectués, un avec l'alarme réglée près de la valeur maximale de la plus grande indication et un avec l'alarme réglée près de la valeur maximale de la seconde décade la moins significative. On doit tenir compte de l'incertitude sur le débit de dose conventionnellement vrai auquel le moniteur est exposé. Si cette incertitude en pourcentage est x , les débits d'équivalent de dose utilisés doivent être: 0,80 $(1-x/100)$ et 1,20 $(1+x/100)$ du point de réglage de l'alarme en débit d'équivalent de dose.

8.3.1.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, le moniteur doit être placé sur un fantôme approprié (voir l'annexe A).

Exposer le moniteur au plus faible débit d'équivalent de dose, 0,80 $(1-x/100)$ multiplié par le niveau de réglage de l'alarme, pendant 10 min. Pendant ce temps l'alarme ne doit pas s'activer.

Exposer le moniteur au plus fort débit d'équivalent de dose, 1,20 $(1+x/100)$ multiplié par le niveau de réglage de l'alarme. Mesurer le temps qu'il faut pour que l'alarme s'active. Ce temps doit être inférieur à 5 s ou ce temps multiplié par le débit d'équivalent de dose doit être inférieur à 10 μ Sv.

8.3.2 Moniteurs d'équivalent de dose

8.3.2.1 Prescriptions

Pour un moniteur irradié à un équivalent de dose correspondant à 0,85 de l'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme, aucune alarme ne doit s'activer, et pour le moniteur irradié à un équivalent de dose correspondant à 1,15 de l'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme, l'alarme doit s'activer.

Deux essais au moins doivent être effectués, l'un avec l'alarme réglée près de la valeur maximale de la gamme de mesure de l'instrument et l'autre près de la valeur maximale de la seconde décade la moins significative.

8.3.2.2 Méthode d'essai

Pour cet essai le moniteur doit être placé sur un fantôme approprié (voir l'annexe A).

Le moniteur doit être remis à zéro et ensuite irradié avec un débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai tel que l'alarme ne fonctionne pas pendant au moins 100 s. Le temps d'exposition du moniteur jusqu'à ce que l'alarme fonctionne, doit être mesuré et les critères suivants doivent être vérifiés.

8.3 Accuracy of alarm to set value

8.3.1 Dose equivalent rate monitors

8.3.1.1 Requirements

When the monitor is subjected to dose equivalent rates of 0,80 of the dose equivalent rate alarm set point for 10 min, no alarm shall be given. When the unit is subjected to dose equivalent rates of 1,20 of the dose equivalent rate alarm set point, the alarm should actuate within 5 s or within a time such that the product of this time and the dose equivalent rate of the alarm point is less than 10 μ Sv.

At least two tests shall be carried out, one with the alarm set to near the maximum range of indication and one with the alarm set to near the maximum value of the second least significant decade. Allowance shall be made for the uncertainty in the conventional true dose equivalent rate to which the monitor is subjected. Where this is $x\%$, the dose equivalent rates used shall be: 0,80 $(1-x/100)$ and 1,20 $(1+x/100)$ of the dose equivalent alarm set point.

8.3.1.2 Method of test

For this test, the monitor shall be placed on an appropriate phantom (see annex A).

Expose the monitor to the lower dose equivalent rate 0,80 $(1-x/100)$ multiplied by the set alarm level, for 10 min. During this time the alarm shall not be activated.

Expose the monitor to the upper dose equivalent rate, 1,20 $(1+x/100)$ multiplied by the set alarm level. Measure the time it takes for the alarm to activate. This time shall be less than 5 s or this time multiplied by the dose equivalent rate shall be less than 10 μ Sv.

8.3.2 Dose equivalent monitors

8.3.2.1 Requirements

When the monitor is subjected to a dose of 0,85 of the dose equivalent alarm set point, no alarm shall be given and when the monitor is subjected to a dose equivalent of 1,15 of the dose equivalent alarm set point, the alarm shall sound.

At least two tests shall be carried out, one for an alarm set point near the maximum range of the instrument and one near the maximum value of the second least significant decade.

8.3.2.2 Method of test

For this test, the monitor shall be placed on an appropriate phantom (see annex A).

The monitor shall be reset and then subjected to a conventional true dose equivalent rate such that the alarm will not occur for at least 100 s. The time of exposure of the monitor until the alarm occurs shall be measured and the following criteria shall be met.

Le quotient du débit d'équivalent de dose, en $\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$, multiplié par le temps mesuré en heure, par l'équivalent de dose du point de réglage de l'alarme en Sv doit être compris entre $0,85/(1+x/100)$ et $1,15/(1-x/100)$, où x est l'incertitude en pourcentage sur le débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai utilisé.

8.4 Variation de la réponse avec l'énergie du rayonnement photonique

8.4.1 Prescriptions

La réponse, dans la direction d'étalonnage, du rayonnement incident d'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 référence du rayonnement gamma ^{137}Cs (662 keV). Si le moniteur doit être utilisé pour mesurer des doses au voisinage d'installations comprenant un réacteur nucléaire et produisant un rayonnement gamma d'énergies atteignant 10 MeV, sa réponse à l'énergie élevée correspondante ne doit pas différer de plus de -50% à $+100\%$ de la réponse à la source de référence de ^{137}Cs .

8.4.2 Méthode d'essai

Pour cet essai le moniteur doit être placé sur un fantôme approprié (voir l'annexe A).

Les énergies utilisées, sélectionnées à partir de la liste des rayonnements de référence spécifiés dans l'ISO 4037-1, doivent être les suivantes:

- rayons X filtrés de 48, 60 (ou ^{241}Am), 87, 109, 148 et 211 keV¹⁾;
- rayonnement gamma de ^{137}Cs (662 keV) et ^{60}Co (1,17 MeV et 1,33 MeV)¹⁾.

Comme cela est exigé ci-dessus, des essais additionnels doivent également être exécutés avec un rayonnement gamma de 6 MeV. Les résultats doivent être exprimés comme le rapport entre la valeur indiquée et la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose individuel (ou du débit), $H_p(10)$, pour chaque énergie des rayonnements. Pour l'étalonnage à 6 MeV, il convient d'exposer le moniteur avec une série de capots additionnels de matériau équivalent tissu de manière que la réponse soit déterminée dans les conditions de l'équilibre électronique. Il convient d'utiliser une épaisseur de capot permettant la mesure pour une épaisseur de paroi totale, détecteur et paroi moniteur + capot, de 40 mm. La valeur indiquée de l'instrument à cette énergie est alors prise égale à la valeur extrapolée sur la courbe d'atténuation des photons à 10 mm de profondeur²⁾. En principe, il est souhaitable que cet essai soit exécuté au même équivalent (ou débit) de dose pour chaque énergie des rayonnements. En pratique, cela peut ne pas être possible, dans ce cas l'équivalent de dose (ou débit) à chaque énergie du rayonnement doit être corrigé de l'erreur intrinsèque relative (par interpolation si nécessaire) en fonction de l'équivalent de dose (ou débit) de la source de référence du rayonnement gamma (voir 8.1.2).

¹⁾ Les détails relatifs à la production de ces rayonnements de référence sont donnés dans l'ISO 4037-1.

²⁾ Voir les détails dans la norme ISO 4037-2.

The quotient of the dose equivalent rate, in $\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ multiplied by the measured time in hours, by the dose equivalent of the alarm set point in Sv shall lie within the range $0,85/(1+x/100)$ to $1,15/(1-x/100)$, where x is the percentage uncertainty in the conventional true dose equivalent rate used.

8.4 Variation of response with photon radiation energy

8.4.1 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}Cs (662 keV) reference gamma radiation source. If the monitor is to be used for measuring doses in the vicinity of nuclear reactor installations producing gamma radiation with energies up to 10 MeV, its response at the appropriate high energy shall not differ by more than -50% to $+100\%$ from its response to the ^{137}Cs reference source.

8.4.2 Method of test

For this test, the monitor shall be placed on an appropriate phantom (see annex A).

The following energies selected from the list of reference radiations specified in ISO 4037-1 shall be used:

- filtered X-rays of 48, 60 (or ^{241}Am), 87, 109, 148 and 211 keV¹⁾;
- gamma radiation from ^{137}Cs (662 keV) and ^{60}Co (1,17 MeV and 1,33 MeV)¹⁾.

As required above, additional tests shall also be performed with 6 MeV gamma radiation. The results shall be expressed as the ratio of the indicated value to the conventionally true value of the personal dose equivalent (rate) $H_p(10)$, for each radiation energy. For calibration at 6 MeV, the monitor should be exposed with a series of additional build-up caps of tissue equivalent material so that the response of the instrument can be determined under conditions of electronic equilibrium. The thickest cap should also enable a measurement to be made for a total wall thickness, detector and monitor wall + build-up cap, of 40 mm. The monitor's indicated value at this energy is then taken as the extrapolated value over the photon attenuation part of the curve to the reading at 10 mm depth²⁾. In principle, it is desirable that this test be performed at the same dose equivalent (rate) for each radiation energy. In practice, this may not be possible, in which case the indicated dose equivalent (rate) at each radiation energy shall be corrected for the relative intrinsic error (interpolated, if necessary) at that indicated dose equivalent (rate) for the reference gamma radiation source (see 8.1.2).

1) Details on the production of these reference radiations are given in ISO 4037-1.

2) Details are given in ISO 4037-2.

8.5 Variation de la réponse avec l'angle d'incidence du rayonnement photonique

8.5.1 Prescriptions

Pour deux plans, un horizontal et un vertical traversant la face avant du moniteur, le rapport de la lecture du moniteur à l'angle α à la lecture du moniteur à $\alpha = 0^\circ$ pour les angles de 0° à $+75^\circ$ et 0° à -75° , doit correspondre à $\pm 20\%$ à ceux des rapports donnés dans le tableau 1 pour le ^{137}Cs et à $\pm 50\%$ à ceux des rapports pour le ^{241}Am (ou les rayons X filtrés de 60 keV).

Le fabricant doit donner la réponse à $\pm 90^\circ$.

Tableau 1 – Variation spécifiée pour un rayonnement photonique du rapport de la lecture à l'angle α à la lecture à $\alpha = 0^\circ$ pour les moniteurs utilisés pour mesurer l'équivalent de dose individuel $H_p(10)$

Source de rayonnement	Energie des photons keV	Rapport = Lecture à α / Lecture à 0°				
		$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 75^\circ$
^{241}Am (ou rayonnement X filtré)	59,5 (ou 60)	0,99	0,97	0,90	0,77	0,51
^{137}Cs	662	1,0	1,0	0,98	0,95	0,80

8.5.2 Méthode d'essai

Les essais doivent être réalisés à la fois pour le rayonnement photonique ^{241}Am (59,5 keV) (ou un rayonnement X filtré de 60 keV) et pour le ^{137}Cs (662 keV). Il convient que la nature, le montage et les conditions d'emploi des sources de rayonnement soient conformes à l'ISO 4037-1.

Placer le moniteur sur un fantôme approprié (voir l'annexe A) dans la position normale d'utilisation, la source de rayonnement dirigée selon la direction de référence de l'étalonnage spécifiée par le fabricant. La lecture dans cette position doit être relevée. Pour deux plans, un vertical et un horizontal, traversant la face avant du moniteur, le moniteur et le fantôme doivent être orientés à $+15^\circ$ et -15° , $+30^\circ$ et -30° , $+45^\circ$ et -45° , $+60^\circ$ et -60° , $+75^\circ$ et -75° et $+90^\circ$ et -90° . Les lectures doivent être prises pour toutes ces orientations et les rapports calculés pour ces angles par rapport à 0° . Les rapports pour $+90^\circ$ et -90° doivent être donnés par le fabricant.

8.6 Conservation de la lecture

Ceci s'applique aux moniteurs qui mesurent l'équivalent de dose, c'est-à-dire ne s'applique pas aux mesures du débit d'équivalent de dose.

8.6.1 Prescriptions

- A la fin de chaque exposition, la lecture du moniteur et celle indiquée par un système quelconque de lecture associé, s'il est fourni, ne doivent pas varier de plus que la plus grande des valeurs de $\pm 2\%$ ou d'une unité du chiffre le moins significatif, suivant la valeur la plus élevée, pendant les 8 h qui suivent.

8.5 Variation of response with angle of incidence of photon radiation

8.5.1 Requirements

For two planes, one horizontal and one vertical, through the front face of the monitor, the ratio of the monitor reading at angle α relative to the reading at $\alpha = 0^\circ$ for angles from 0° to $+75^\circ$ and from 0° to -75° shall be within $\pm 20\%$ of the ratios given in table 1 for ^{137}Cs and within $\pm 50\%$ of the ratios for ^{241}Am (or 60 keV filtered X radiation).

The manufacturer shall state the response at $\pm 90^\circ$.

Table 1 – Required variation of the ratio of reading at angle α for photon radiation relative to the reading at $\alpha = 0^\circ$ for monitors used to measure personal dose equivalent (rate), $H_p(10)$

Radiation source	Photon energy keV	Ratio = reading at α /reading at 0°				
		$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 75^\circ$
^{241}Am (or filtered X-radiation)	59,5 (or 60)	0,99	0,97	0,90	0,77	0,51
^{137}Cs	662	1,0	1,0	0,98	0,95	0,80

8.5.2 Method of test

The test shall be performed for both the photon radiation from ^{241}Am (59,5 keV) (or 60 keV for filtered X-radiation), and from ^{137}Cs (662 keV). The nature, construction and conditions of use of the radiation sources should be in accordance with ISO 4037-1.

Place the monitor on an appropriate phantom (see annex A) in its normal position of use, with the source of radiation in the reference direction for calibration purposes specified by the manufacturer. The reading in this position shall be noted. For two planes, vertical and horizontal through the reference point of the monitor, the monitor and the phantom shall be rotated to angles of $+15^\circ$ and -15° , $+30^\circ$ and -30° , $+45^\circ$ and -45° , $+60^\circ$ and -60° , $+75^\circ$ and -75° and $+90^\circ$ and -90° . The readings shall be taken at all these orientations and the ratios at these angles relative to 0° calculated. The ratios for $+90^\circ$ and -90° shall be stated by the manufacturer.

8.6 Retention of reading

This applies to monitors that measure dose equivalent, i.e. it does not apply to dose equivalent rate measurements.

8.6.1 Requirements

- At the end of any exposure period, the reading of the monitor and that indicated by any associated read-out system, if supplied, shall not change by more than $\pm 2\%$ or a single change in the least significant digit, whichever is the greatest, over the next 8 h.

b) Cette exigence n'est pas applicable aux moniteurs de la classe 2. Après 24 h de perte ou d'arrêt de la tension d'alimentation, l'équivalent de dose intégré mesuré par le moniteur, ou par un système quelconque de lecture associé, avant la perte ou l'arrêt de l'alimentation, ne doit pas changer de plus de la plus grande des valeurs, $\pm 5 \%$, ou une unité du chiffre le moins significatif, après réalimentation.

8.6.2 Méthode d'essai

a) Exposer le moniteur à une source de rayonnement donnant un équivalent de dose suffisamment élevé pour que toute accumulation ultérieure due au rayonnement du bruit de fond puisse être négligée. Cesser l'irradiation immédiatement après la fin de la période d'intégration et relever la valeur affichée.

Chaque heure jusqu'à 8 h, après la fin de la période d'intégration, lire l'affichage. Aucune de ces huit lectures ne doit différer de la plus grande des valeurs $\pm 2 \%$ de la valeur initiale de lecture ou une unité du chiffre le moins significatif.

b) Pour les moniteurs de la classe 1 seulement, exposer le moniteur à une source de rayonnement donnant un équivalent de dose suffisamment élevé pour que toute accumulation due au rayonnement du bruit de fond puisse être négligée. Relever la valeur affichée. Les piles principales doivent alors être retirées du moniteur (quand la pile principale tombe en panne ou est enlevée, l'affichage de la lecture peut disparaître ou être remplacé par une information). Après 24 h, les piles principales du moniteur doivent être remises ou rechargées. La lecture de l'équivalent de dose obtenu ne doit pas différer de plus de la plus grande des valeurs, $\pm 5 \%$, ou une unité du chiffre le moins significatif, de la dernière valeur obtenue avant que les piles ne soient enlevées.

8.7 Réponse au rayonnement bêta

a) Prescriptions

Pour des rayonnements bêta de E_{\max} compris entre 2 MeV et 3,5 MeV, la lecture du moniteur ne différera pas de $\pm 50 \%$ de la valeur conventionnellement vraie $H_p(10)$.

NOTE - Cette prescription n'est pas applicable aux sources de rayonnement bêta dont l' E_{\max} est inférieure à 2,0 MeV dans la mesure où un tel rayonnement ne peut pas traverser l'épaisseur de matériau précisée ci-dessus.

b) Méthode d'essai

La réponse du moniteur placé sur un fantôme approprié (annexe A) doit être mesurée sous l'irradiation bêta émise par une source de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ (E_{\max} : 2,27 MeV) et par une source de $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ (E_{\max} : 3,5 MeV) en accord avec l'ISO 6980.

Une source de $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ émet également un rayonnement photonique et sa contribution à l'équivalent (ou au débit d'équivalent) de dose pour ce rayonnement photonique sera prise en compte lors de la détermination de la réponse du moniteur au rayonnement bêta.

La réponse au $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ et au $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ doit être comprise dans une fourchette de $\pm 50 \%$.

8.8 Réponse au rayonnement neutronique

Les moniteurs doivent être conçus pour limiter autant que possible l'influence du rayonnement neutronique.

a) Prescriptions

La réponse aux neutrons doit être inférieure à 5 %.

b) This requirement is not applicable to class 2 monitors. After 24 h from the loss or interruption of the principal voltage supply, the integrated dose equivalent measured by the monitor and from any associated read-out system prior to this loss or interruption, shall not change by more than $\pm 5\%$, or a single change in the least significant digit, whichever is the greatest, upon replacement of the principal voltage supply.

8.6.2 Method of test

a) Expose the monitor to a source of radiation giving a dose equivalent sufficiently high that any subsequent accumulation due to background radiation can be neglected. Cease the irradiation immediately the integration period is completed and note the displayed reading.

Every hour up to 8 h after the end of the integration period, read the display. None of these eight readings shall differ by more than a single digit or by more than $\pm 2\%$ compared with the initial reading, whichever is the greatest.

b) For class 1 monitors only, expose the monitor to a source of radiation giving a dose equivalent sufficiently high that any subsequent accumulation due to background radiation can be neglected. Note the displayed reading. The principal batteries shall then be removed from the monitor. (When the principal battery fails or is removed, the reading may disappear or be replaced by some instruction.) After 24 h the principal batteries of the monitor shall be replaced or recharged. The reading of dose equivalent obtained shall not differ by more than $\pm 5\%$ or by more than a single digit from the last value obtained before the principal batteries were removed.

8.7 Response to beta radiations

a) Requirements

The monitor reading for incident beta radiation with E_{\max} between 2 MeV and 3,5 MeV, should not differ by more than $\pm 50\%$ from the conventionally true value of $H_p(10)$.

NOTE – This is not applicable to beta radiation sources with E_{\max} less than 2,0 MeV since such radiation does not penetrate the above thickness of material.

b) Method of test

The response of the monitor on an appropriate phantom (annex A) shall be measured to the beta radiation emitted by a $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ source (E_{\max} : 2,27 MeV) and by a $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ source (E_{\max} : 3,5 MeV) in accordance with ISO 6980.

A $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ source also emits photon radiation and the contribution to the dose equivalent (rate) from this photon radiation should be taken into account when determining the beta response of the monitor.

The response to $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ and to $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ shall be within $\pm 50\%$.

8.8 Response to neutron radiation

Monitors shall be designed so as to limit as far as practicable the influence of neutron radiation.

a) Requirements

The response to neutrons shall be less than 5 %.

b) *Méthode d'essai*

Exposer le moniteur, à l'air libre, à une source de $^{241}\text{Am}/\text{Be}$ ou une source de ^{252}Cf (ISO 8529). Des corrections doivent être faites pour l'émission gamma des sources. La réponse à l'équivalent de dose neutronique ambiant doit être inférieure à 5 %.

8.9 *Influence du débit d'équivalent de dose*

8.9.1 *Prescriptions*

La réponse du moniteur doit être telle que l'erreur intrinsèque correspondant à l'équivalent de dose reste compris dans une fourchette de $\pm 20\%$ pour tous les débits d'équivalent de dose jusqu'à $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($100 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

8.9.2 *Méthode d'essai (uniquement pour l'essai de type)*

Déterminer l'erreur intrinsèque relative du moniteur à 80 % de chaque décade quand ce dernier est exposé à une source de référence correspondant approximativement aux débits d'équivalent de dose suivants: $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, $100 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ et $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$, $10 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$ et $100 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

Puisque pour les plus faibles équivalents de dose les temps d'exposition sont trop courts aux débits élevés, tandis que pour les équivalents de dose élevés, les temps d'exposition sont trop longs aux faibles débits, ces essais devront exclure toutes les expositions nécessitant des temps inférieurs à 3 s ou supérieurs à 10 h.

Toutefois, puisque les moniteurs peuvent être portés de façon opérationnelle dans des zones de forts débits transitoires d'équivalent de dose, le moniteur doit être essayé pour de courtes expositions dans ces conditions. Le moniteur doit être exposé pendant 5 s dans un débit approximatif de $1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($100 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) et on doit alors lire à $\pm 20\%$ près l'équivalent de dose calculé pour 5 s d'irradiation.

8.10 *Caractéristiques de surcharge*

8.10.1 *Prescriptions*

Pour un équivalent (ou un débit d'équivalent) de dose correspondant à la valeur maximale de la plus grande décade et jusqu'à 10 fois l'indication maximale, le moniteur doit être hors échelle au-delà du maximum de la plus grande échelle et doit rester ainsi tant que persiste le champ de rayonnement. Le fabricant doit donner le temps que prennent les moniteurs fonctionnant en débit d'équivalent de dose pour revenir en fonctionnement normal lors de la mesure du débit d'équivalent de dose suivant l'irradiation où il était en surexposition. Dans le cas d'une mesure en équivalent de dose, l'indication doit rester hors échelle jusqu'à ce qu'on l'enlève du champ d'irradiation. Pour les moniteurs mesurant l'équivalent de dose lorsque le débit d'équivalent de dose dépasse le débit mesurable, alors la condition de surcharge doit être indiquée et rester jusqu'à la réinitialisation. Les débits mesurables sont ceux pour lesquels les prescriptions de 8.9. sont vérifiées, le fabricant doit donner la limite supérieure de ces débits.

8.10.2 *Méthode d'essai*

8.10.2.1 *Moniteurs d'équivalent de dose*

Le moniteur doit être irradié à un équivalent de dose égal à 10 fois la valeur maximale du domaine de mesure. L'indication du moniteur doit rester à l'affichage du maximum du domaine de mesure et une indication de dépassement doit être affichée.

b) Method of test

Expose the monitor free in air to either a $^{241}\text{Am}/\text{Be}$ source or to a ^{252}Cf source (ISO 8529). Corrections shall be made for the gamma emission from the source being used. The response to the neutron ambient dose equivalent rate from this source shall be less than 5 %.

8.9 Dose equivalent rate dependence**8.9.1 Requirements**

The response of the monitor shall be such that its dose equivalent relative intrinsic error remains within $\pm 20\%$ for all dose equivalent rates up to $1\text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($100\text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

8.9.2 Method of test (type test only)

Determine the relative intrinsic error of the monitor at 80 % of each decade when the monitor is exposed to a reference source at approximately the following dose equivalent rates: $10\text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, $100\text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ and $1\text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1\text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$, $10\text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$ and $100\text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

Since, at the lower dose equivalents, the exposure times will be too short for the higher rates, whilst at high dose equivalents the exposure times will be too long for the lower rates, these tests should exclude any exposures involving times of less than 3 s or exceeding 10 h.

However, since the monitors may be worn operationally in areas of transient high dose equivalent rates, the monitor shall be tested for short exposure under these conditions. The monitor shall be exposed for 5 s at approximately $1\text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($100\text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) and it shall then read within $\pm 20\%$ of the calculated dose equivalent for 5 s irradiation.

8.10 Overload characteristics**8.10.1 Requirements**

For dose equivalent (rates) greater than that corresponding to the maximum value of the upper decade and up to 10 times the maximum indication, the monitor shall be off-scale at the higher end of the scale and shall remain so whilst in that radiation field. The manufacturer shall state the time taken for monitors that indicate dose equivalent rate to return to the appropriate on-scale dose equivalent rate reading following the irradiation to this over-exposure. For the dose equivalent irradiation, the indication shall remain off-scale upon removal from the radiation field. For dose equivalent monitors where the dose equivalent rate during integration exceeds the measurable rate, then an overload condition shall be indicated and remain until reset. The measurable rates are those for which the requirements of 8.9 are met; the manufacturer shall state the upper limits of such rates.

8.10.2 Method of test**8.10.2.1 Dose equivalent monitors**

The monitor shall be irradiated to a dose equivalent of 10 times the maximum range value. The indication of the monitor shall remain at the maximum of the range and an overload indication shall be displayed.

8.10.2.2 *Moniteurs de débit d'équivalent de dose*

Le moniteur doit être irradié pendant, par exemple 10 min à un débit d'équivalent de dose de 10 fois la valeur maximale du domaine de mesure. L'indication du moniteur doit rester au maximum du domaine de mesure et une indication de dépassement doit être affichée.

Après arrêt de ce débit d'équivalent de dose hors échelle, le temps de retour de l'indication du moniteur à un débit d'équivalent de dose en fonctionnement normal doit être mesuré.

9 **Prescriptions et essais de bon fonctionnement électrique**

9.1 *Alimentation – Fonctionnement avec piles ou batteries*

9.1.1 *Informations générales*

On doit prévoir des aménagements pour faire l'essai de l'alimentation sous charge maximale pendant l'utilisation. Une indication complémentaire doit attester que le fonctionnement est opérationnel pendant au moins 8 h pour un débit de $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$) dans les conditions normales, celle-ci peut être obtenue au moyen du système de lecture externe. Des dispositions doivent également être prises pour indiquer le moment où les conditions d'alimentation ne correspondent plus au bon fonctionnement du moniteur conformément aux exigences de cette norme. Les piles pourront être connectées de n'importe quelle manière mais doivent pouvoir être remplacées individuellement; la polarité correcte doit être clairement indiquée sur le moniteur par le fabricant.

9.1.2 *Prescriptions pour les piles*

a) Si l'alimentation électrique est fournie par des piles, leur capacité doit être telle qu'après 100 h de fonctionnement continu dans les conditions normales d'essai la réponse du moniteur ne varie pas de plus de $\pm 15 \%$, les autres fonctions restant aussi dans leurs spécifications. Le moniteur doit satisfaire à cette spécification dans un champ de $0,01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ à $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ à $10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$).

b) Immédiatement après la remise de piles neuves, le moniteur doit être capable de fonctionner avec les alarmes sonore et visuelle activées pendant au moins 15 min.

Il est recommandé d'utiliser les piles spécifiées dans la CEI 86.

c) Les piles ne doivent pas pouvoir être changées sans l'emploi d'un outil spécial.

9.1.3 *Prescriptions pour les accumulateurs*

a) Si l'alimentation électrique est fournie par des accumulateurs, leur capacité doit être telle qu'après au moins 24 h de fonctionnement continu, la réponse du moniteur ne varie pas de plus de $\pm 15 \%$, les autres fonctions satisfaisant toujours aux spécifications. Le moniteur doit satisfaire à cette spécification dans un champ de $0,01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ à $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ à $10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$).

b) Immédiatement après recharge, le moniteur doit être capable de fonctionner avec les alarmes sonore et visuelle activées pendant au moins 15 min.

Il doit être possible de recharger complètement les accumulateurs à partir du réseau en moins de 12 h.

8.10.2.2 *Dose equivalent rate monitors*

The monitor shall be irradiated, for example for 10 min, to a dose equivalent rate of 10 times the maximum range value. The indication of the monitor shall remain at the maximum of the range and an overload indication shall be displayed.

Upon removal of this off-scale dose equivalent rate, the time shall be measured for the indication of the monitor to return to an appropriate on-scale dose equivalent rate.

9 **Electrical performance requirements and tests**

9.1 *Power supplies – Battery operation*

9.1.1 *General*

Facilities shall be provided for testing the battery under maximum load during use. In addition, indication shall be provided that at least 8 h operational life is available at about $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$) under normal conditions. This may be achieved by means of the external read-out system. Also, provision shall be made for indicating when the battery condition is no longer adequate for the performance of the monitor to meet the requirements of this standard. Primary batteries may be connected in any desired manner but shall be individually replaceable; the correct polarity shall be clearly indicated on the monitor by the manufacturer.

9.1.2 *Requirements for primary batteries*

a) When power is supplied by primary batteries, the capacity of these shall be such that, after 100 h of continuous operation under standard test conditions, the response of the monitor shall not change by more than $\pm 15 \%$, other functions also remaining within specifications. The monitor shall meet this specification in fields of $0,01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ to $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ to $10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$).

b) Immediately after new batteries are fitted, the monitor shall be capable of operating for at least 15 min with the alarm sounding and with the visual alarm displayed.

It is recommended that batteries as specified in IEC 86 be used.

c) The primary batteries shall not be able to be removed without the use of a special tool.

9.1.3 *Requirements for secondary batteries*

a) When power is supplied by secondary batteries, the capacity of these shall be such that after at least 24 h of continuous use, the response of the monitor shall not change by more than $\pm 15 \%$, other functions also remaining within specifications. The monitor shall meet this specification in fields of $0,01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ to $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ to $10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$).

b) Immediately upon recharge, the monitor shall be capable of operating for at least 15 min with the alarm sounding and with the visual alarm displayed.

It shall be possible to fully recharge the batteries from the mains supply within 12 h.

9.1.4 Méthode d'essai (piles et accumulateurs)

Des piles neuves ou des accumulateurs complètement chargés correspondant au type indiqué par le fabricant doivent être utilisés pour chacun des essais.

a) Exposer le moniteur à un champ de rayonnement suffisant pour obtenir une indication valable. Laisser le moniteur fonctionner dans ce champ pendant une ou des périodes précisées en 9.1.2 a) ou 9.1.3 a) et noter la lecture à la fin de chaque période. Chaque lecture doit être selon le cas conforme aux prescriptions de 9.1.2 a) ou 9.1.3 a) selon le cas.

b) Placer l'alarme du moniteur sur la plus faible valeur d'équivalent de dose et/ou de débit d'équivalent de dose. Exposer le moniteur à un débit d'équivalent de dose compris entre $0,01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ et $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ et $10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$) jusqu'à ce que l'alarme sonne et que l'alarme visuelle soit activée; puis après 15 min d'irradiation, s'assurer que l'alarme continue de sonner et que l'alarme visuelle est encore activée.

Essai de la prescription générale de 8 h de fonctionnement (voir 9.1.1).

Exposer le moniteur à une source de rayonnement jusqu'à ce que l'indication complémentaire des 8 h de fonctionnement actif disponibles, soit activée. Il convient que le moniteur soit alors mis à zéro en utilisant le dispositif approprié (par exemple, système de lecture). Après 8 h de fonctionnement continu dans les conditions normales d'essai mais avec une irradiation à un débit d'équivalent de dose d'environ $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$), la réponse du moniteur ne doit pas varier de plus de $\pm 15 \%$.

10 Prescriptions de bon fonctionnement mécanique et essais

10.1 Essai de chute

Le moniteur doit pouvoir résister aux chutes d'une hauteur de 1,5 m sur une surface de bois dur (CEI 68-2-27) sans voir son fonctionnement affecté à $\pm 10 \%$ près (par exemple sa lecture). Ces essais doivent être effectués sur chaque face du moniteur. L'information de dose enregistrée ne doit pas être affectée par ces chutes.

10.2 Essai de vibration

10.2.1 Prescriptions

La réponse moyenne de l'instrument ne doit pas varier de plus de 15 % (tableau 3) pour un ensemble de lectures de références suivant des contraintes harmoniques de $2 g_n$ appliquées pendant 15 min dans la gamme de fréquences de 10 Hz à 33 Hz. La condition physique des instruments ne doit pas être affectée par cette vibration (par exemple, les joints soudés doivent tenir, les écrous et les boulons ne doivent pas se desserrer).

10.2.2 Méthode d'essai

L'instrument doit être irradié dans une géométrie reproductible auprès d'une source convenable de rayonnement photonique suffisamment intense pour minimiser l'effet des fluctuations statistiques sur les lectures de l'instrument. La lecture moyenne de l'instrument doit être déterminée. L'instrument doit alors être soumis à des contraintes harmoniques de $2 g_n$ pendant 15 min dans chacune des trois directions orthogonales à une ou plusieurs fréquences dans chacune des gammes suivantes: 10 Hz à 21 Hz et 22 Hz à 33 Hz. Après chaque période de vibration de 15 min, les lectures moyennes de l'instrument doivent être déterminées avec une irradiation de même géométrie que celle qui a été utilisée précédemment et comparées à l'ensemble des lectures précédant les vibrations. L'instrument doit être examiné et l'état physique doit faire l'objet d'un rapport écrit.

9.1.4 Method of test (primary and secondary batteries)

New primary batteries or fully charged secondary batteries of the type indicated by the manufacturer shall be used for each of these tests.

a) Expose the monitor to a radiation field sufficient to provide a suitable indication. Leave the monitor working in this field for a period or periods given in 9.1.2 a) or 9.1.3 a) as appropriate and note the reading at the end of each period. Each reading shall conform with the requirements of 9.1.2 a) or 9.1.3 a) as appropriate.

b) Set the monitor to alarm on its lowest dose equivalent and/or dose equivalent rate setting. Expose the monitor to a dose equivalent rate of between $0,01 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ and $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ and $10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$) until the alarm sounds and the visual alarm is displayed; then, after 15 min further exposure, ensure that the alarm still sounds and the visual alarm is still displayed.

Test for general requirement of 8 h operation (see 9.1.1).

Expose the monitor to a source of radiation until the additional indication that 8 h operational life is available. The instrument should be zeroed using the appropriate device (e.g. read-out system). After 8 h of continuous operation under standard test conditions, but exposed to a dose equivalent rate of about $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$) the monitor's response shall not change by more than $\pm 15 \%$.

10 Mechanical performance requirements and tests

10.1 Drop test

The monitor shall be able to withstand drops from heights of 1,5 m on to a hard wood surface (IEC 68-2-27) without affecting its performance, within $\pm 10 \%$ (for example its reading). These tests shall be made on each face of the monitor. The stored dose information shall not be affected by these drops.

10.2 Vibration test

10.2.1 Requirements

The mean instrument response shall vary not more than 15 % (table 3) from a set of reference readings following harmonic loadings of $2 g_n$ applied for 15 min in the frequency range of 10 Hz to 33 Hz. The physical condition of instruments shall not be affected by this vibration (e.g. solder joints shall hold, nuts and bolts shall not come loose).

10.2.2 Method of test

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

11 Caractéristiques d'environnement, prescription de bon fonctionnement et essais

11.1 Température ambiante

11.1.1 Prescriptions

a) Température

Pour le domaine de température spécifié dans le tableau 3, l'indication doit rester dans les limites spécifiées dans ce tableau.

b) Choc thermique

La réponse moyenne du moniteur ne doit pas varier de plus de $\pm 15\%$ pour un ensemble de lectures de référence pris à la température de $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ lorsque le moniteur est successivement porté de $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ et à $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, chacun en moins de 5 min.

La réponse moyenne du moniteur ne doit pas varier de plus de $\pm 15\%$ pour un ensemble de lectures de référence prises à la température de $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ lorsque le moniteur est porté à $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ à partir de chacune de ces deux températures de départ.

11.1.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, le moniteur doit être exposé à un rayonnement gamma de référence fournissant une indication suffisante dans les conditions de l'essai pour que l'essai soit réalisable.

a) La température doit être maintenue à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et l'indication du moniteur doit être mesurée durant les 30 dernières minutes de cette période. Les limites de variation de l'indication doivent être comprises dans les valeurs données dans le tableau 3.

b) Le moniteur doit être maintenu à la température de $+20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant au moins 60 min afin de se stabiliser. Le moniteur doit être exposé selon une géométrie reproductible à une source de photons d'intensité suffisante pour minimiser l'effet des fluctuations statistiques des lectures et pour donner une réponse qui soit approximativement à mi-échelle ou à mi-décade. La lecture moyenne du moniteur doit être déterminée en prenant en compte un nombre suffisant de lectures qui soit conforme à 7.5. Le moniteur et la source doivent être enlevés de cet environnement et placés directement dans une enceinte climatique telle que la même géométrie d'irradiation soit établie et que la température à proximité du moniteur soit de $50^{+0}_{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cette procédure doit être exécutée en moins de 5 min. La lecture moyenne du moniteur doit être déterminée à ce moment-là et par la suite toutes les 15 min pendant 2 h. Si le moniteur pass avec succès l'essai durant la première heure, les données n'auront pas besoin d'être relevées pendant la deuxième heure; toutefois, le moniteur restera dans cet environnement durant la période d'obtention de la stabilisation de la température. Le moniteur et la source de rayonnement doivent être enlevés de l'enceinte climatique et remis dans leur premier environnement tel que la même géométrie d'irradiation soit rétablie et que la température à proximité du moniteur soit de $+20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cette procédure doit être exécutée en moins de 5 min. La lecture moyenne de l'instrument doit être déterminée à ce moment-là et par la suite toutes les 15 min pendant 2 h si le moniteur ne passe pas l'essai pendant la première heure. Si le moniteur passe avec succès l'essai durant la première heure, les données n'auront pas besoin d'être relevées pendant la deuxième heure; toutefois le moniteur restera dans cet environnement durant la période d'obtention de la stabilisation de la température.

L'essai doit être répété de telle sorte que la température de l'enceinte climatique à proximité du moniteur soit de $-10^{+5}_{-0}\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11 Environmental characteristics, performance requirements and tests

11.1 Ambient temperature

11.1.1 Requirements

a) Temperature

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

b) Temperature shock

The mean monitor response shall not vary by more than $\pm 15\%$ from a set of reference readings taken at a temperature of $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ when the monitor is taken from $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ and to $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, each in less than 5 min.

The mean monitor response shall vary not more than $\pm 15\%$ from a set of reference readings taken at a temperature of $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ or $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ when the monitor is taken from either one of those temperatures to one of $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11.1.2 Method of test

For this test, the monitor shall be exposed to a reference gamma radiation providing a sufficient indication under standard test conditions for the test to be carried out.

a) Then the temperature shall be maintained at each of its extreme values for at least 4 h, and the indication of the monitor measured during the last 30 min of this period. The limits of variation of indication shall be within the value given in table 3.

b) The monitor shall be placed in a temperature of $+20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ and allowed to stabilize for a minimum of 60 min. The monitor shall be exposed in a reproducible geometry to a photon source of sufficient intensity to minimize the effect of statistical fluctuations of the monitor readings and to produce a response of approximately mid-scale or mid-decade. The mean monitor reading shall be determined after a sufficient number of readings are taken in accordance with 7.5. The monitor and the source shall be removed from this environment and placed directly into an environmental chamber such that the same exposure geometry is established and the temperature near the monitor is $50^{+0}_{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}$. This procedure shall be performed in less than 5 min.

The mean monitor reading shall be determined then and every 15 min for 2 h. If the monitor does not fail the test within the first hour, data does not need to be taken during the second hour; however, the monitor should remain in this environment during the period to reach temperature stabilization. The monitor and source shall be removed from the environmental chamber and returned to the first environment such that the same exposure geometry is established and the temperature near the monitor is $+20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. This procedure shall be performed in less than 5 min. The mean instrument reading shall be determined then and every 15 min for 2 h if the monitor fails the test within the first hour. If the monitor does not fail within the first hour, data does not need to be taken during the second hour; however, the monitor should remain in this environment during the period to reach temperature stabilization.

The test shall be repeated with the temperature inside the environmental chamber near the monitor at $-10^{+5}_{-0}\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11.2 *Humidité relative*

11.2.1 *Prescriptions*

La variation de l'indication consécutive à l'effet de l'humidité relative comprise entre 40 % et 90 % doit se situer dans une fourchette de ± 10 %.

11.2.2 *Méthode d'essai*

L'essai doit être effectué à une seule température $+35$ °C en utilisant une enceinte climatique. Pour cet essai, le moniteur doit être exposé à un rayonnement gamma de référence fournissant une indication suffisante dans les conditions normales d'essai pour que l'essai soit réalisable.

L'humidité doit être maintenue à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et l'indication du moniteur doit être relevée durant les 30 dernières min de cette période. La variation permise de l'indication ± 10 %, comme cela est spécifié dans le tableau 3, s'ajoute aux variations permises dues à la température seule.

11.3 *Pression atmosphérique*

L'influence de la pression atmosphérique est, en général, significative uniquement pour un détecteur non scellé utilisant l'air comme milieu détecteur. Dans ce cas, la pression atmosphérique à laquelle tous les essais sont effectués et les effets de la variation de la pression atmosphérique doivent être donnés par le fabricant.

Des essais représentatifs à d'autres pressions atmosphériques doivent être exécutés si nécessaires.

11.4 *Étanchéité*

Le fabricant doit indiquer les précautions qui ont été prises pour éviter l'entrée de l'humidité et doit décrire les essais et les résultats démontrant l'efficacité de l'étanchéité. Cela est un facteur très important pour l'utilisation du moniteur en plein air.

11.5 *Champs électromagnétiques externes*

Si aucune précaution particulière n'est prise lors de la conception du moniteur, ce dernier peut être rendu inopérant ou peut fournir des indications incorrectes de l'équivalent (ou du débit d'équivalent) de dose en présence de champs électromagnétiques externes en particulier les champs radiofréquences.

11.5.1 *Prescriptions*

Générales

Si l'indication d'un moniteur peut être influencée par la présence de champs électromagnétiques externes, un avertissement relatif à cet effet doit être donné par le fabricant. Si le fabricant affirme que le moniteur est insensible aux champs électromagnétiques, la gamme des fréquences et des types de rayonnements électromagnétiques avec lesquels le moniteur a subi les essais, doivent être donnés par le fabricant, ainsi que le maximum de l'intensité utilisée (voir tableau 3).

11.2 *Relative humidity*

11.2.1 *Requirements*

The variation in the indication due to the effect of relative humidity from 40 % to 90 % shall be within ± 10 %.

11.2.2 *Method of test*

The test shall be carried out at a single temperature of +35 °C using a climatic box. For this test, the monitor shall be exposed to the reference gamma radiation providing a sufficient indication under standard test conditions for the test to be carried out.

Then the humidity shall be maintained at each of its extreme values for at least 4 h and the indication of the monitor noted during the last 30 min of this period. The permitted variation of ± 10 % in the indication, as specified in table 3, is additional to the permitted variations due to temperature alone.

11.3 *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.

11.4 *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. This is a very important factor for outdoor use of the monitor.

11.5 *External electromagnetic fields*

Unless special precautions are taken in the design of a monitor, it may be rendered inoperative or give incorrect indications of dose equivalent (rate) in the presence of external electromagnetic fields, particularly radio-frequency fields.

11.5.1 *Requirements*

General

If the indication of a monitor may 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 a monitor is insensitive to electromagnetic fields, the range of frequencies and types of electromagnetic radiation in which the monitor has been tested shall be stated by the manufacturer, together with the maximum intensity used (see table 3).

Spécifiques

La variation de la réponse ne doit pas être supérieure à $\pm 10\%$ pour un champ électromagnétique d'une intensité de $10 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ aux fréquences comprises entre 100 kHz et 500 MHz et d'une intensité de $1 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ aux fréquences comprises entre 500 MHz et 1 GHz.

11.5.2 *Méthode d'essai*

Les méthodes d'essai doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. Un soin particulier doit être pris pour détecter tout accroissement de la réponse à une fréquence particulière. Les prescriptions spécifiques de 11.5.1 doivent faire l'objet d'essais.

11.6 *Champs magnétiques externes*

11.6.1 *Prescriptions*

Générales

Si l'indication du moniteur peut être influencée par la présence d'un champ magnétique externe, un avertissement relatif à cet effet doit être donné par le fabricant et doit être consigné dans le manuel d'utilisation.

Spécifiques

La variation de la réponse ne doit pas être supérieure à $\pm 10\%$ lorsque le moniteur est soumis à un champ magnétique d'intensité $\leq 60 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ et d'une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz.

11.6.2 *Méthode d'essai*

Celle-ci doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, mais les prescriptions spécifiques de 11.6.1 doivent faire l'objet d'essais.

11.7 *Décharge électrostatique*

11.7.1 *Prescriptions*

La variation de la réponse ne doit pas être supérieure à $\pm 10\%$ lorsque le moniteur est soumis à une décharge électrostatique à travers le boîtier de 6 kV avec une énergie de 2 mJ sur le châssis mis à la masse et avec un délai minimal de 10 s entre deux décharges successives (voir la CEI 801-2). La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

11.7.2 *Méthode d'essai*

Les prescriptions de 11.7.1 doivent faire l'objet d'essais pour tous les éléments du moniteur qui peuvent être en contact avec le corps ou les vêtements de l'utilisateur dans les conditions opérationnelles normales.

Specific

The variation of response shall be not greater than $\pm 10\%$ in electromagnetic radiation field strength of $10 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ and at frequencies of 100 kHz to 500 MHz and $1 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ at frequencies of 500 MHz to 1 GHz.

11.5.2 Method of test

The methods of test 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. The specific requirements of 11.5.1 shall be tested.

11.6 External magnetic fields

11.6.1 Requirements

General

If the indication of a monitor may 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 operation manual.

Specific

The variation of response shall be not greater than $\pm 10\%$ when the monitor is exposed to magnetic fields with strengths $\leq 60 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ at 50 Hz or 60 Hz.

11.6.2 Method of test

This shall be subject to agreement between the manufacturer and the user, but the specific requirements of 11.6.1 shall be tested.

11.7 Electrostatic discharge

11.7.1 Requirements

The variation of response shall be not greater than $\pm 10\%$ when the monitor is exposed to an electrostatic discharge across the case of 6 kV with energy of 2 mJ on earthed chassis and with a minimum of 10 s between individual discharges (see IEC 801-2). The method of test shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

11.7.2 Method of test

The requirements of 11.7.1 shall be tested at all parts of the monitor which can come in contact with the body/clothes of a user under normal operational conditions.

11.8 Magasinage

Tous les moniteurs conçus pour être utilisés dans les régions tempérées doivent être conçus pour fonctionner conformément aux spécifications de cette norme immédiatement après magasinage (ou transport) qui peut être effectué sans piles ou accumulateurs, pendant une période d'au moins trois mois avec le conditionnement du fabricant pour toute température comprise entre $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dans certaines circonstances, d'autres spécifications, plus sévères, peuvent être exigées telles que la possibilité de résister au transport aérien à faible pression ambiante.

12 Documentation

12.1 Rapport d'essai de type

Le fabricant doit fournir, à la requête de l'acheteur, le rapport sur les essais de type exécutés selon les prescriptions de cette norme.

12.2 Certificat

Un certificat doit être fourni avec chaque moniteur comprenant au moins les informations suivantes conformément à la CEI 278:

- nom du fabricant ou marque déposée;
- type du moniteur et numéro de série;
- classification (c'est-à-dire classe 1 ou classe 2),
- type du détecteur;
- nature des rayonnements devant être mesurés par le moniteur;
- point de référence du moniteur, direction d'étalonnage et orientation de référence relative aux sources de rayonnements;
- position et dimensions du volume sensible du détecteur;
- masse surfacique des parois entourant le volume sensible (en mg cm^{-2});
- 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;
- spécifications de l'alimentation;
- résultats de l'essai en température (résultats de l'essai de type).

13 Mode d'emploi et manuel de maintenance

Un manuel d'emploi et de maintenance contenant au moins les informations suivantes doit être fourni:

- diagrammes électriques schématiques comprenant la liste des pièces détachées;
- détails opératoires, maintenance et procédures d'étalonnage;
- méthode de conservation de l'information dose enregistrée (pour les moniteurs de classe 1 seulement).

11.8 *Storage*

All monitors designed for use in temperate regions shall be designed to operate within the specification of this standard following storage (or transport) which may be 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 a capability for withstanding air transport at low ambient pressure.

12 **Documentation**

12.1 *Type test report*

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

12.2 *Certificate*

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

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type of monitor and serial number;
- classification (i.e. class 1 or class 2);
- detector type;
- types of radiation the monitor is intended to measure;
- reference point of the monitor and the calibration direction for calibration purposes and reference orientation relative to radiation sources;
- location and dimensions of the sensitive volume of the detector;
- surface masses of walls surrounding the sensitive volume (in mg cm^{-2});
- effective range of measurement and intrinsic error results;
- response as a function of radiation energy;
- response as a function of angle of incidence;
- mass and dimensions of instrument;
- power supply requirements;
- results of temperature test (type test results).

13 **Operation and maintenance manual**

An operation and maintenance manual containing at least the following information shall be supplied:

- schematic electrical diagrams including spare parts list;
- operational details, maintenance, and calibration procedures;
- method of retention of stored dose information (for class 1 monitors only).

Tableau 2 – Conditions de référence et conditions normales d'essai

Grandeurs d'influence	Conditions de référence (sauf indication contraire du fabricant)	Conditions normales d'essai (sauf indication contraire du fabricant)
Rayonnement gamma de référence	^{137}Cs	^{137}Cs
Temps de stabilisation	15 min	15 min
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C ¹⁾
Humidité relative	65 %	50 % à 75 % ¹⁾
Pression atmosphérique	101,3 kPa	86 kPa à 106 kPa ¹⁾
Tension d'alimentation ²⁾	Tension d'alimentation nominale	Tension d'alimentation nominale ± 1 %
Fréquence d'alimentation ²⁾	Fréquence nominale	Fréquence nominale ± 1 %
Forme d'onde de l'alimentation électrique ²⁾	Sinusoïdale	Sinusoïdale avec une distorsion harmonique totale < 5 %
Bruit de fond de l'irradiation gamma	Débit de dose absorbé dans l'air de $0,1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \mu\text{rad} \cdot \text{h}^{-1}$) ou moins si possible	Inférieur au débit de dose absorbé dans l'air de $0,25 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ($25 \mu\text{rad} \cdot \text{h}^{-1}$)
Angle d'incidence du rayonnement	Direction d'étalonnage donnée par le fabricant	Direction donnée à $\pm 5^\circ$
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la plus petite valeur entraînant une interface
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure à deux fois la valeur de l'induction due au champ magnétique terrestre
Bruit de fond rayonnement B	Négligeable	Négligeable
Orientation du moniteur (géotropisme)	Donnée par le fabricant	Orientation donnée à $\pm 5^\circ$
Contrôle de l'assemblage	Disposé en opération normale	Disposé en opération normale
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable
<p>¹⁾ Les valeurs réelles de ces grandeurs doivent être établies au moment de l'essai. Ces valeurs sont utilisables dans les climats tempérés. Dans des climats plus chauds ou plus froids, les valeurs réelles des grandeurs doivent être établies au moment de l'essai. De façon similaire, la limite de 70 kPa est permise aux altitudes élevées.</p> <p>²⁾ Uniquement pour les systèmes de lecture qui fonctionnent sur le réseau.</p>		

Table 2 – 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	^{137}Cs	^{137}Cs
Stabilization time	15 min	15 min
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C ¹⁾
Relative humidity	65 %	50 % to 75 % ¹⁾
Atmospheric pressure	101,3 kPa	86 kPa to 106 kPa ¹⁾
Power supply voltage ²⁾	Nominal power supply voltage	Nominal power supply voltage ± 1 %
Power supply frequency ²⁾	Nominal frequency	Nominal frequency ± 1 %
Power supply waveform ²⁾	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion lower than 5 %
Gamma radiation background	Absorbed dose rate in air of $0,1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \mu\text{rad} \cdot \text{h}^{-1}$) or less if practical	Less than absorbed dose rate in air of $0,25 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ($25 \mu\text{rad} \cdot \text{h}^{-1}$)
Angle of incidence of radiation	Calibration direction given by manufacturer	Direction given $\pm 5^\circ$
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the value of the induction due to the earth's magnetic field
Beta radiation background	Negligible	Negligible
Orientation of monitor (geotropism)	To be stated by the manufacturer	Stated orientation $\pm 5^\circ$
Assembly controls	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible
<p>¹⁾ The actual values of these quantities at the time of test shall be stated. These values are applicable for temperate climates. In hotter or colder 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 high altitudes.</p> <p>²⁾ Only for read-out systems which are operated from the mains.</p>		

Tableau 3 – Essais exécutés en faisant varier les grandeurs d'influence

Caractéristique à l'essai ou grandeur d'influence	Domaine de variation de la grandeur d'influence	Limites de variation de l'indication	Méthode d'essai (paragraphe)
Erreur intrinsèque relative	Domaine effectif de mesure	Equivalent de dose $\pm 15\%$ ^{1) 2)} Débit d'équivalent de dose $\pm 20\%$ ^{2) 3)}	8.1.2
Temps de réponse	5 s	$< \pm 10\%$	8.2.1.2
Précision des niveaux des alarmes	Tous paramètres	$\pm 20\%$ ^{1) 2)}	Equivalent de dose 8.3.2.2 Débit d'équivalent de dose 8.3.1.2
Energie du rayonnement	50 keV à 1,5 MeV 6 MeV ⁴⁾	$\pm 30\%$ ¹⁾ -50% à $+100\%$ ¹⁾	8.4.2 8.4.2
Angle d'incidence	0° à $\pm 75^\circ$	$\pm 20\%$ ^{137Cs ⁵⁾} $\pm 50\%$ ^{241Am ⁵⁾}	8.5.2
Rétention de la lecture Moniteurs de classes 1 et 2 Classe 1 uniquement	8 h 24 h après un défaut d'alimentation	$\pm 2\%$ $\pm 5\%$	8.6.2 a) 8.6.2 b)
Dépendance avec le débit d'équivalent de dose	1 mSv · h ⁻¹ à 1 Sv · h ⁻¹	$< 20\%$	8.9.2
Autres rayonnements ionisants			
1. Bêta	$E_{\max} = 3,5$ MeV	$\pm 50\%$	8.7 b)
2. Neutrons	Doit être donné par le fabricant ⁶⁾	$< 5\%$	8.8 b)
Surcharge	10 fois le maximum du domaine	Indication $>$ pleine échelle	8.10.2
Tension d'alimentation			
1. Piles	Après 100 h d'utilisation continue	$\pm 15\%$ ⁷⁾	9.1.4
2. Accumulateurs	Après 24 h d'utilisation continue	$\pm 15\%$ ⁷⁾	9.1.4
Essai de chute	1,5 m	$\pm 10\%$	10.1
Essai de vibration	2 g _n pour les fréquences variant de 10 Hz à 33 Hz	$\pm 15\%$	10.2
Température ambiante ⁸⁾	-10 °C à +40 °C -25 °C à +50 °C	$\pm 20\%$ ¹⁾ $\pm 50\%$ ¹⁾	11.1.2
Choc thermique	-10 °C et +50 °C	$\pm 15\%$ par rapport à +20 °C	11.1.2

(Suite à la page 52)

Table 3 – Tests performed with variations of influence quantities

Characteristic under test or influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication	Method of test (subclause)
Relative intrinsic error	Effective range of measurement	Dose equivalent $\pm 15\%$ ^{1) 2)} Dose equivalent rate $\pm 20\%$ ^{2) 3)}	8.1.2
Response time	5 s	$< \pm 10\%$	8.2.1.2
Accuracy of alarm levels	All settings	$\pm 20\%$ ^{1) 2)}	Dose equivalent 8.3.2.2 Dose equivalent rate 8.3.1.2
Radiation energy	50 keV to 1,5 MeV 6 MeV ⁴⁾	$\pm 30\%$ ¹⁾ -50% to $+100\%$ ¹⁾	8.4.2 8.4.2
Angle of incidence	0° to $\pm 75^\circ$	$\pm 20\%$ for ^{137}Cs ⁵⁾ $\pm 50\%$ for ^{241}Am ⁵⁾	8.5.2
Retention of reading Class 1 and 2 monitors Class 1 monitors only	8 h 24 h after loss of principal power supply	$\pm 2\%$ $\pm 5\%$	8.6.2 a) 8.6.2 b)
Dose equivalent rate dependence	1 mSv · h ⁻¹ to 1 Sv · h ⁻¹	$< 20\%$	8.9.2
Other ionizing radiation 1. Beta 2. Neutrons	$E_{\text{max}} = 3,5 \text{ MeV}$ To be stated by the manufacturer ⁶⁾	$\pm 50\%$ $< 5\%$	8.7 b) 8.8 b)
Overload	10 times maximum range	Indication $>$ full scale	8.10.2
Power supply voltage 1. Primary batteries 2. Secondary batteries	After 100 h continuous use After 24 h continuous use	$\pm 15\%$ ⁷⁾ $\pm 15\%$ ⁷⁾	9.1.4 9.1.4
Drop tests	1,5 m	$\pm 10\%$	10.1
Vibration test	2 g_n over frequencies 10 Hz to 33 Hz	$\pm 15\%$	10.2
Ambient temperature ⁸⁾	-10 °C to +40 °C -25 °C to +50 °C	$\pm 20\%$ ¹⁾ $\pm 50\%$ ¹⁾	11.1.2
Temperature shock	-10 °C and +50 °C	$\pm 15\%$ relative to +20 °C	11.1.2

(Continued on page 53)

Tableau 3 – Essais exécutés en faisant varier les grandeurs d'influence (fin)

Caractéristique à l'essai ou grandeur d'influence	Domaine de variation de la grandeur d'influence	Limites de variation de l'indication	Méthode d'essai (paragraphe)
Humidité relative	40 % à 90 % à +35 °C	±10 % ¹⁾	11.2.2
Pression atmosphérique	6)	6)	11.3
Champ électromagnétique d'origine externe	10 V · m ⁻¹ de 100 kHz à 500 MHz et 1 V · m ⁻¹ de 500 MHz à 1 GHz	±10 % ±10 %	11.5.2 11.5.2
Champ magnétique d'origine externe	60 A · m ⁻¹ à 50 Hz ou 60 Hz	±10 %	11.6.2
Champ électrostatique	6 kV, 2 mJ	±10 %	11.7.2

1) De l'indication obtenue dans les conditions normales d'essai.

2) Cette erreur vient en complément de l'incertitude associée à la détermination du débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai (voir 8.1.3)

3) Pour la plus petite décade ou la plus petite échelle de débit d'équivalent de dose, on pourra admettre une erreur de ±30 %.

4) Cette prescription complémentaire s'applique uniquement aux moniteurs utilisés pour mesurer les doses au voisinage des réacteurs électronucléaires produisant un rayonnement gamma de 6 MeV dû à ¹⁶N.

5) Comparé aux rapports donnés au tableau 1 de 8.5.1.

6) Aucune spécification. La gamme des valeurs des grandeurs d'influence et les limites de variation de l'indication doivent être spécifiées si cela est demandé.

7) De l'indication initiale.

8) Moniteurs prévus pour un emploi dans les climats tempérés. Pour des climats plus chauds ou plus froids d'autres limites pourront être spécifiées. Pour les moniteurs prévus pour fonctionner à très basses températures, des moyens de chauffage des batteries peuvent être fournis.

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

Characteristic under test or influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication	Method of test (subclause)
Relative humidity	40 % to 90 % at +35 °C	$\pm 10\%$ ¹⁾	11.2.2
Atmospheric pressure	6)	6)	11.3
Electromagnetic field of external origin	10 V · m ⁻¹ at 100 kHz to 500 MHz and	$\pm 10\%$	11.5.2
	1 V · m ⁻¹ at 500 MHz to 1 GHz	$\pm 10\%$	11.5.2
Magnetic field of external origin	60 A · m ⁻¹ at 50 Hz or 60 Hz	$\pm 10\%$	11.6.2
Electrostatic field	6 kV, 2 mJ	$\pm 10\%$	11.7.2

¹⁾ Of the indication under standard test conditions.

²⁾ This error is additional to the uncertainty associated with the determination of the conventional true dose equivalent rate (see 8.1.3)

³⁾ For the lowest decade or scale of the dose equivalent rate $\pm 30\%$ is applicable

⁴⁾ This additional requirement is applicable only to monitors used for measuring doses in the vicinity of power reactors producing 6 MeV gamma radiation from ¹⁶N

⁵⁾ Compared to the ratios given in table 1 of 8.5.1.

⁶⁾ No general specification. Range of values of influence quantities and limits of variation of indication to be specified if required.

⁷⁾ Of the initial indication.

⁸⁾ Monitors intended for use in temperate climates. In hotter or colder climates other limits may be specified. For monitors intended for operation at very low temperatures, means of heating the batteries may be provided.

Annexe A (normative)

Etalonnage et essai de type des dosimètres individuels

Deux grandeurs opérationnelles sont définies, dans le Rapport 39 de la CIUR, pour le contrôle individuel, l'équivalent de dose individuel pénétrant $H_p(d)$ et l'équivalent de dose individuel superficiel $H_s(d)$.

A.1 Equivalent de dose individuel pénétrant $H_p(d)$

L'équivalent de dose individuel pénétrant $H_p(d)$ est l'équivalent de dose dans un tissu mou en un point spécifié dans le corps à la profondeur d approprié aux rayonnements fortement pénétrants.

L'épaisseur généralement recommandée, d , pour le contrôle en terme de $H_p(d)$ est de 10 mm. Elle s'écrit $H_p(10)$.

A.2 Equivalent de dose individuel, superficiel $H_s(d)$

L'équivalent de dose individuel superficiel, $H_s(d)$ est l'équivalent de dose dans un tissu mou en un point spécifié dans le corps à la profondeur d appropriée aux rayonnements faiblement pénétrants.

L'épaisseur généralement recommandée d pour le contrôle en terme de $H_s(d)$ est de 0,07 mm. Elle s'écrit $H_s(0,07)$.

Ces définitions exigent que l'on effectue l'essai de type des dosimètres avec un fantôme qui représente convenablement le corps du porteur et en particulier, qui simule la diffusion. La CIUR, dans son Rapport n° 39, établit que, pour les dosimètres qui doivent être portés sur le torse, la sphère CIUR équivalent tissu convient. Cela signifie que ces dosimètres doivent être étalonnés et que les essais de type doivent être effectués pour déterminer les caractéristiques de leurs réponses angulaires et énergétiques sur le fantôme sphérique en fonction de la grandeur appropriée à la sphère, c'est-à-dire l'équivalent de dose ambiant, $H^*(d)$ ou l'équivalent de dose directionnel, $H'(d)$.

Il a été exposé [1]* que la grandeur équivalent de dose directionnel est la grandeur appropriée à utiliser pour les essais des dosimètres individuels sur la sphère.

Cependant, depuis la publication du Rapport 39, la CIUR a publié deux rapports supplémentaires: le Rapport 43, qui, en grande partie, traite des informations justifiant le choix des grandeurs recommandées et le Rapport 47, qui traite de la conception et de l'étalonnage des instruments qui mesurent les grandeurs opérationnelles.

Dans ce dernier rapport plusieurs changements importants ont été faits. Premièrement, l'équivalent de dose individuel, pénétrant, $H_p(10)$ et superficiel, $H_s(0,07)$ ont été fusionnés en une grandeur nommée équivalent de dose individuel (voir 3.1.15), défini comme suit.

* Les chiffres entre crochets renvoient aux documents de référence (voir A.4).