

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1323**

Première édition
First edition
1995-01

**Instrumentation pour la radioprotection –
Rayonnements neutroniques – Moniteur
individuel à lecture directe d'équivalent
de dose et/ou de débit d'équivalent de dose**

**Radiation protection instrumentation –
Neutron radiation – Direct reading
personal dose equivalent and/or
dose equivalent rate monitors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1323: 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 ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Accès en ligne)*

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*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* 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 revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line access)*

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*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
1323

Première édition
First edition
1995-01

**Instrumentation pour la radioprotection –
Rayonnements neutroniques – Moniteur
individuel à lecture directe d'équivalent
de dose et/ou de débit d'équivalent de dose**

**Radiation protection instrumentation –
Neutron radiation – Direct reading
personal dose equivalent and/or
dose equivalent rate monitors**

© 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	14
6 Caractéristiques générales	16
7 Procédures générales d'essai	20
8 Spécifications 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, prescriptions de bon fonctionnement et essais	38
12 Documentation	44
13 Manuel d'exploitation et de maintenance	46
Tableaux	48
Annexes	
A Etalonnage et essai de type des dosimètres individuels	52
B Fluctuations statistiques	62
C Bibliographie	66

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	15
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 performance requirements and tests	39
12 Documentation	45
13 Operation and maintenance manual	47
Tables	49
Annexes	
A The calibration and type testing of personal dosimeters	53
B Statistical fluctuations	63
C Bibliography	67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – RAYONNEMENTS NEUTRONIQUES – MONITEUR INDIVIDUEL À LECTURE DIRECTE D'ÉQUIVALENT DE DOSE ET/OU DE DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE

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 1323 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)114	45B(BC)137

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B et C sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
NEUTRON RADIATION – DIRECT READING PERSONAL
DOSE EQUIVALENT AND/OR
DOSE EQUIVALENT RATE MONITORS**

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 1323 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)114	45B(CO)137

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B and C are for information only.

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – RAYONNEMENTS NEUTRONIQUES – MONITEUR INDIVIDUEL À LECTURE DIRECTE D'ÉQUIVALENT DE DOSE ET/OU DE DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE

1 Domaine d'application et objet

1.1 Le but de la présente Norme internationale est de spécifier les exigences de conception et les caractéristiques de fonctionnement de moniteurs électroniques individuels à lecture directe utilisés pour la détermination de l'équivalent de dose individuel dû aux rayonnements neutroniques.

1.2 Cette norme s'applique aux moniteurs qui sont portés sur le tronc et qui sont utilisés pour la mesure de l'équivalent de dose individuel ou du débit d'équivalent de dose individuel du rayonnement neutronique auquel est soumis celui qui le porte.

1.3 Elle s'applique aux moniteurs utilisés pour mesurer l'équivalent de dose individuel (débit), pour le rayonnement neutronique d'énergie comprise entre l'énergie des neutrons thermiques et 15 MeV.

En pratique, il est peu probable qu'un appareil satisfasse les prescriptions de cette norme dans tout ce domaine d'énergie. Le fabricant doit donner les énergies neutroniques pour lesquelles l'appareil satisfait les prescriptions CEI ainsi que la réponse pour tout le domaine d'énergies.

1.4 Cette 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 moniteur, doit être précis à un chiffre près de la décade la moins significative.

1.5 Le moniteur qui est porté par un individu, fournit une lecture directe et peut aussi permettre une lecture indirecte avec le système de lecture associé, d'équivalent de dose et/ou de débit d'équivalent de dose. Il possède des alarmes (visuelles et/ou sonores) pré réglables pour le débit d'équivalent de dose et/ou l'équivalent de dose.

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

Le moniteur est étalonné pour être utilisé sur une personne et donc il n'est pas approprié pour être utilisé comme un dispositif de mesure portable.

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

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – NEUTRON RADIATION – DIRECT READING PERSONAL DOSE EQUIVALENT AND/OR DOSE EQUIVALENT RATE MONITORS

1 Scope and object

1.1 The purpose of this International Standard is to specify the design requirements and the performance characteristics of direct reading personal electronic monitors used for the determination of personal dose equivalent from neutron radiation.

1.2 This 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 neutron radiation.

1.3 It applies to monitors used for measuring the personal dose equivalent (rate) from neutron radiation of energies from thermal to 15 MeV.

In practice, it is unlikely that any one instrument will meet the requirements of this standard over the full energy range. The manufacturer shall state the neutron energies over which it meets IEC requirements, as well as response over the complete energy range.

1.4 This 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 the accuracy of read-out of dose equivalent and alarm settings.

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

1.5 The monitor, which is worn by the individual, provides direct reading, and may also have indirect reading by its associated read-out system of dose equivalent and/or dose equivalent rate. It incorporates presettable visual and/or audible alarms for dose equivalent rate and/or dose equivalent.

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

The monitor is calibrated for use on a person, so that it is not appropriate for use as a portable measuring device.

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

1.7 Cette norme ne s'applique pas à la mesure de l'équivalent de dose des rayonnements de photons ou de bêta, ni aux dispositifs passifs tels que les dosimètres à films photographiques, les dosimètres thermoluminescents, les détecteurs solides de traces ou les électromètres à fibre de quartz.

Cette norme 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.

1.8 Cette norme spécifie aussi les classes d'instruments en rapport avec la rétention de l'information enregistrée (voir 6.7).

2 Références normatives

Le document normatif suivant contient 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, l'édition indiquée était 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 l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(151): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

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

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

CEI 68: *Essais d'environnement*

CEI 86: *Piles électriques*

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

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

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*

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

1.7 This standard does not provide for the measurement of dose equivalent from photon or beta radiation; nor are passive devices, such as photographic film dosimeters, thermoluminescent dosimeters, solid state nuclear track detectors or quartz fibre electroscopes, covered by this standard.

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

1.8 This standard also specifies classes of instruments in relation to retention of stated information (see 6.7).

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(151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

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

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

IEC 68: *Environmental testing*

IEC 86: *Primary batteries*

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

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

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

ISO 8529: 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*

3 Terminologie

3.1 Définitions

Excepté si cela est précisé plus loin, tous les termes techniques sont ceux définis dans la CEI 50, en particulier dans la CEI 50(391), la CEI 50(392) et dans la CEI 359. Pour les besoins de la présente norme, 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 étalonné par rapport à un étalon primaire ou secondaire.

3.1.2 erreur sur 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: La réponse, R , d'un moniteur est le rapport entre la valeur indiquée et la valeur conventionnellement vraie.

$$R = \frac{H_i}{H_t}$$

3.1.4 erreur relative sur l'indication, I : Quotient exprimé comme le pourcentage de l'erreur sur l'indication d'une grandeur mesurée par la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur. Elle s'écrit:

$$I = \frac{H_i - H_t}{H_t} \times 100 \%$$

3.1.5 erreur relative intrinsèque: Erreur relative sur 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.

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 de l'écart-type s à 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: Le point de référence du moniteur est un repère (ou des repères) sur l'enveloppe du moniteur servant à déterminer le centre du volume sensible du détecteur. Quand on étalonne un moniteur ou qu'on effectue un essai de type sur un moniteur, il y a lieu de prendre ce moniteur et le fantôme d'essai standard comme un ensemble pour mesurer la grandeur d'étalonnage. Le point de référence de cet ensemble sert de point de référence au moniteur (voir figure A.1).

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 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 standard the following definitions apply.

3.1.1 conventionally true value of a quantity: The 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: The difference between the indicated value of a quantity, H_i , and the conventionally true value of that quantity, H_t , at the point of measurement. It is expressed as $H_i - H_t$.

3.1.3 response: The response, R , of a monitor is the ratio of the monitor's indicated value to the conventionally true value.

$$R = \frac{H_i}{H_t}$$

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

$$I = \frac{H_i - H_t}{H_t} \times 100 \%$$

3.1.5 relative intrinsic error: The 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 effective range of measurement: The 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: The 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: The reference point of a monitor is a mark (or marks) on the outside of the monitor used to determine the centre of the sensitive volume of the detector. When calibrating or type testing a 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 (see figure A.1).

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

3.1.10 orientation de référence: Orientation de référence du moniteur par rapport à la direction du rayonnement indiquée par le fabricant.

3.1.11 tissu: L'utilisation du mot «tissu» dans cette norme implique la spécification donnée dans le CIUR 33 [1]*.

3.1.12 équivalent de dose: L'équivalent de dose H , exprimé en sieverts**, est le produit de D par Q au point d'intérêt dans le tissu, où D est la dose absorbée, Q est le facteur de qualité (voir CIUR 40, [2]).

$$H = DQ$$

3.1.13 débit d'équivalent de dose: Le débit d'équivalent de dose, \dot{H} , est le quotient de dH par dt , où dH est l'accroissement de l'équivalent de dose dans l'intervalle de temps dt .

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

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, mSv h^{-1} , etc.).

3.1.14 spécification de la grandeur d'équivalent de dose devant être mesurée par le moniteur dans cette norme: Cette norme spécifie les exigences de fonctionnement pour les moniteurs mesurant la grandeur de l'équivalent de dose individuel comme définie dans le CIUR 47 [3]. Cette grandeur est l'équivalent de dose individuel $H_p(d)$ pour les rayonnements fortement pénétrants.

3.1.15 équivalent de dose individuel $H_p(d)$: L'équivalent de dose individuel, $H_p(d)$, est l'équivalent 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 de cette norme, on utilise les termes équivalent de dose ou débit d'équivalent de dose, on doit comprendre équivalent de dose individuel. L'étalonnage des moniteurs est fait dans des conditions conventionnelles simplifiées sur un fantôme approprié (voir l'annexe A). La grandeur $H_p(d)$ peut être utilisée pour spécifier l'équivalent de dose en un point dans le fantôme représentant le corps.

* Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie, annexe C.

** L'unité SI de l'équivalent de dose possède un nom spécifique: le sievert (symbole Sv). $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$ [4]. Le rem peut être utilisé temporairement mais son utilisation ultérieure devrait être découragée.
 $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ J kg}^{-1}$.

3.1.10 reference orientation: The reference orientation of the monitor with respect to the direction of radiation indicated by the manufacturer.

3.1.11 tissue: When the word "tissue" is used in this standard, the specification given in ICRU 33 [1]* is implied.

3.1.12 dose equivalent: The dose equivalent expressed in sieverts**, H , is the product of D and Q , at the point of interest in tissue, where D is the absorbed dose and Q is the quality factor (see ICRU 40, [2]).

$$H = DQ$$

3.1.13 dose equivalent rate: The dose equivalent rate, \dot{H} , is the quotient of dH by dt , where dH is the increment of dose equivalent in the time interval dt .

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

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 h^{-1} , etc.)

3.1.14 specification of the dose equivalent quantity to be measured by the monitors in this standard: This standard specifies the performance requirements for monitors to measure the individual dose equivalent quantity as defined by ICRU 47 [3]. This quantity is the personal dose equivalent, $H_p(d)$, for strongly penetrating radiation.

3.1.15 personal dose equivalent, $H_p(d)$: The personal dose equivalent, $H_p(d)$, is the 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 on 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 sections of this standard, the terminology dose equivalent or dose equivalent rate is used, it should be 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.

* Figures in square brackets refer to annex C, Bibliography.

** The SI unit of dose equivalent has been given a special name: sievert (symbol Sv). $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$ [4]. The rem may be used temporarily, but its future use should be discontinued.
 $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ J kg}^{-1}$.

4 Nomenclature des essais

4.1 Essais de qualification

Les essais de qualification sont effectués afin de vérifier que les exigences de la spécification soient remplies.

Les essais de qualification sont divisés en essais de type et essais individuels de série comme il est défini ci-dessous.

4.1.1 Essai de type

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

4.1.2 Essai individuel de série

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

4.2 Essais d'acceptation

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

4.3 Essais supplémentaires

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

4.4 Unités

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

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

Les multiples et sous-multiples des unités SI pourront être utilisés en accord avec le système SI.

5 Caractéristiques mécaniques du moniteur

5.1 Encombrement

Il convient que les dimensions n'excèdent pas 20 cm de haut, 5 cm d'épaisseur et 10 cm de large, à l'exclusion de pince ou dispositif de maintien.

4 Test nomenclature

4.1 Qualification tests

Qualification tests are performed in order to verify that requirements of a specification are fulfilled.

Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests, as defined below.

4.1.1 Type test

A 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 tests

A 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

A 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

In this standard, the Units of International System (SI) are used. The definitions of radiation quantities and dosimetric terms are given in IEC 50(391) and IEC 50(392). The corresponding old units (not SI) shall be indicated in parenthesis. Nevertheless, the following units could be used:

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

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

5 Mechanical characteristics of the monitor

5.1 Size

The dimensions should not exceed 20 cm in length, 5 cm in depth, and 10 cm in width, excluding any clip or retaining device.

5.2 *Masse*

Il convient que la masse n'excède pas 300 g.

5.3 *Boîtier*

Il convient que le boîtier soit lisse, rigide, résistant aux chocs, étanche à la poussière et au ruissellement.

Un dispositif doit être fourni pour fixer le moniteur aux vêtements, c'est-à-dire, une pince forte ou un anneau pour une courroie. Il convient que la conception du moniteur assure que l'alarme audible ne soit pas assourdie ou que l'alarme visuelle ne soit pas cachée quand ce moniteur est porté. Il convient de donner une attention à l'orientation nécessaire du détecteur et aux indicateurs d'alarme.

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 des interrupteurs existants ne doit pas interférer avec la fonction d'intégration du moniteur. Il convient que les interrupteurs soient actionnables à travers le sac plastique utilisé pour la protection de la contamination et avec des mains gantées.

6 *Caractéristiques générales*

6.1 *Repères d'échelle*

L'indication des moniteurs à lecture directe doit être numérique (non analogique: c'est-à-dire lecture par bargraphe) 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 par celui qui le porte.

6.2 *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.

6.3 *Mesures préventives contre la contamination radioactive*

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

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

Idéalement, pour la plupart des applications les débits d'équivalent de dose doivent être mesurés par le moniteur dans le domaine de mesure de $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ à $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$ (1 mrem h^{-1} à 10 rem h^{-1}).

Les équivalents de dose à mesurer doivent être compris dans le domaine de $10 \mu\text{Sv}$ à 1 Sv (1 mrem à 100 rem).

5.2 *Mass*

The mass should not exceed 300 g.

5.3 *Case*

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

Means shall be provided for fixing the monitor to clothing, for example, a strong clip or a ring for a lanyard. The design of the monitor should ensure that when worn on the body, the audible alarm is not muffled, or the visual alarm obscured. Due regard should be given to the necessary orientation of the detector and alarm indicators.

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. Switches should be operable through a plastic bag as used for contamination control and with gloved hands.

6 **General characteristics**

6.1 *Scale markings*

The indicator for direct reading monitors shall be digital (non-analogue, that is bar graph reading) 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 easy to read by the wearer.

6.2 *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.

6.3 *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; if it is fitted, the monitor shall still conform to the requirements of this standard.

6.4 *Dose equivalent and dose equivalent rate ranges*

Ideally, for most applications, the dose equivalent rates to be measured by the monitor shall be within the range from $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ to $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$ (1 mrem h^{-1} to 10 rem h^{-1}).

The dose equivalents to be measured shall be within the range from $10 \mu\text{Sv}$ to 1 Sv (1 mrem to 100 rem).

6.5 *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 domaine (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. Si l'on utilise plus d'un détecteur, les prescriptions de la présente norme s'appliquent à chacun de ces détecteurs. Si le moniteur possède un changement de domaine de mesure, ce dernier doit également être automatique.

6.6 *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, ou alors qu'il soit possible d'inhiber tout changement interdit du niveau d'alarme par un système d'accès limité électroniquement ou mécaniquement.

6.6.1 *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 30 μSv ; 0,3 mSv; 3 mSv, 30 mSv et 300 mSv [3 mrem; 30 mrem; 300 mrem, 3 rem et 30 rem]).

6.6.2 *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 pour au moins une valeur de chaque décade du domaine (par exemple (30 $\mu\text{Sv h}^{-1}$; 0,3 mSv h^{-1} ; 3 mSv h^{-1} et 30 mSv h^{-1} [3 mrem h^{-1} ; 30 mrem h^{-1} ; 300 mrem h^{-1} et 3 rem h^{-1}]).

6.6.3 *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 convient que la fréquence soit comprise entre 1 000 Hz et 5 000 Hz. 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. Dans le cas d'une alarme intermittente, l'intervalle entre deux signaux successifs ne doit pas excéder 2 s. Quand le niveau de bruit ambiant peut rendre cette alarme inaudible un signal visuel ou un écouteur doit être fourni.

6.6.4 *Signal de mauvais fonctionnement et d'avertissement*

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, ou champ de rayonnement à débit d'équivalent de dose trop élevé.

6.7 *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.

6.5 *Effective range of measurement*

The effective range of measurement shall not be less than from the first non-zero indication in the second least significant digit up to the maximum indication in each range. (As an example, for a display with a maximum indication of 199,9, the effective range must 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. Where more than one detector is used the requirements of this standard shall be applicable to each detector. Where the monitor has range changing facilities, these shall also be automatic.

6.6 *Prestable 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.

6.6.1 *Dose equivalent alarms*

Either it shall be possible to set the alarm to any value over the complete effective range of measurement of the monitor, or it shall be possible to set the alarm at least for one value in each decade of this range (as an example, 30 μSv ; 0,3 mSv; 3 mSv; 30 mSv and 300 mSv [3 mrem; 30 mrem; 300 mrem; 3 rem and 30 rem]).

6.6.2 *Dose equivalent rate alarms*

Either it shall be possible to set the 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 (as an example 30 $\mu\text{Sv h}^{-1}$; 0,3 mSv h^{-1} ; 3 mSv h^{-1} ; and 30 mSv h^{-1} [3 mrem h^{-1} ; 30 mrem h^{-1} ; 300 mrem h^{-1} and 3 rem h^{-1}]).

6.6.3 *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. The volume shall exceed 85 dBA and shall not exceed 100 dBA at 30 cm from the alarm source. Where an intermittent alarm is provided, the interval shall not exceed 2 s. Where ambient noise levels would make this alarm inaudible, a visual signal or ear-phones shall be provided.

6.6.4 *Malfunction and warning 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) that is, low battery supply or in high dose equivalent rate fields.

6.7 *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.

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 convention entre le vendeur et l'acheteur (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 1. Sauf indications contraires, les essais de cette norme doivent être exécutés dans les conditions normales d'essai données dans la troisième colonne du tableau 1. 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 1, il convient que toutes les autres grandeurs d'influence soient maintenues dans les limites des conditions normales d'essai données dans le tableau 1, sauf indications contraires spécifiées dans la procédure d'essai concernée.

7.3 Positionnement du moniteur à fin d'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 par rapport à la direction du champ du rayonnement est l'orientation indiquée par le fabricant. Ceci n'est pas exigé pour l'essai de variation de la réponse avec l'angle d'incidence.

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 naturelle). Il est recommandé de n'utiliser que des composants présentant une contribution inhérente totale correspondant à moins de $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($0,1 \text{ mrem h}^{-1}$).

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 suffisant¹⁾ doivent être faites pour s'assurer que la valeur moyenne de ces lectures peut être estimée avec une précision suffisante pour déterminer si les exigences relatives à la caractéristique en essai sont atteintes.

¹⁾ Un exemple est donné à l'annexe B.

7 General test procedures

7.1 Nature of tests

Unless otherwise specified in the individual clauses, all the tests enumerated in this standard are to be considered as type tests (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 1. Except where otherwise specified, the tests in this standard shall be carried out under standard test conditions given in the third column of table 1. 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 1, all other influence quantities should be maintained within the limits for standard test conditions given in table 1, 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. This shall not be required for the test of variation of response with angle of incidence.

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 $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($0,1 \text{ mrem h}^{-1}$).

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 sufficient¹⁾ readings 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.

¹⁾ An example is given in annex B.

7.6 Rayonnements de référence

Sauf indications contraires spécifiées dans les méthodes individuelles d'essai, il convient que tous les essais impliquant l'utilisation d'un rayonnement soient effectués avec le type de rayonnement spécifié au tableau 2. La nature, la construction et les conditions d'utilisation des sources de rayonnements doivent être en accord avec l'ISO 8529.

7.6.1 Rayonnement neutronique de référence

Le rayonnement neutronique de référence doit être fourni par une source de $^{241}\text{Am-Be}$. Des sources de ^{252}Cf peuvent également être utilisées, mais dans ce cas il sera nécessaire de corriger les mesures en fonction de la réponse à la source $^{241}\text{Am-Be}$. Quand le fabricant spécifie que le domaine d'énergie est inférieur à 100 keV, les rayonnements de référence utilisés, choisis parmi ceux donnés en 8.4.2, doivent correspondre au domaine d'énergie déclaré.

8 Spécifications 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 mesure d'équivalent de dose et ne doit pas excéder $\pm 20\%$ sur tout le domaine effectif de mesure du débit d'équivalent de dose jusqu'à 30 mSv h^{-1} (3 rem h^{-1}). Pour la plus petite décade ou la plus petite échelle, l'erreur intrinsèque relative du débit d'équivalent de dose doit être inférieure à $\pm 30\%$.

8.1.2 Détermination de l'erreur intrinsèque relative

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 $^{241}\text{Am-Be}$ ou de ^{252}Cf (voir 7.6) irradiant le moniteur sur un fantôme approprié (voir annexe A) dans la direction d'étalonnage. D'autres sources peuvent être nécessaires 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. Dans le cas où le domaine complet de débit d'équivalent de dose individuel exigé pour l'essai ne peut être couvert par des sources disponibles de $^{241}\text{Am-Be}$ ou ^{252}Cf , il est tolérable de les remplacer par d'autres sources de neutrons de façon à déterminer l'erreur intrinsèque aux débits d'équivalent de dose individuel. Dans l'une ou l'autre de ces techniques la réponse doit être normalisée à celle obtenue pour la source $^{241}\text{Am-Be}$.

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 in table 2. The nature, construction, and conditions of use of the radiation sources shall be in accordance with ISO 8529.

7.6.1 Reference neutron radiation

The reference neutron radiation shall be that provided by a $^{241}\text{Am-Be}$ source. ^{252}Cf sources may also be used, but, in that case, it will be necessary to correct the measurements to the response for $^{241}\text{Am-Be}$. Where the manufacturer specifies that the energy range of the monitor is below 100 keV, a reference radiation selected from those listed in 8.4.2, whose energy lies within the stated range, shall be used.

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 up to 30 mSv h^{-1} (3 rem h^{-1}). For the lowest decade or scale of dose equivalent rate, $\pm 30\%$ shall apply.

8.1.2 Determination of relative intrinsic error

a) *Source to be used:* for the purpose of this test, the conventionally 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 test shall be performed with sources of $^{241}\text{Am-Be}$ or ^{252}Cf (see 7.6) irradiating the monitor on an appropriate phantom (see annex A) in the calibration direction. More than one source may be required in order to cover the complete range of values indicated by the monitor. In that 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 that 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. In the event that the full range of personal dose equivalent rates required for the above test cannot be provided by the $^{241}\text{Am-Be}$ or ^{252}Cf neutron sources available, it is permissible to substitute other neutron sources in order to determine the intrinsic error at the personal dose equivalent rates. In both of these techniques the response shall be normalized to the response for $^{241}\text{Am-Be}$ source.

Quand c'est possible, il convient d'utiliser des débits d'équivalent de dose inférieurs à 1 mSv h^{-1} ($<100 \text{ mrem h}^{-1}$) 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 plus élevés d'équivalent de dose doivent être appliqués. Le paragraphe 8.8 décrit les essais utilisés pour déterminer la dépendance au 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 la série et des essais individuels de série doivent être effectués sur chaque moniteur.

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 20 %, 40 % et 80 % de chaque pleine décade de lecture.

Essai individuel 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 plus de 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 sur la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose. 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 sur la valeur conventionnellement vraie du débit d'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; ceci s'applique aux débits d'équivalent de dose supérieur à $100 \mu\text{Sv h}^{-1}$.

8.2.1.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, le moniteur doit être placé dans un champ de neutrons de débit d'équivalent de dose supérieur à $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ et doit être stabilisé. Le débit d'équivalent de dose doit ensuite être changé presque instantanément par approximativement un facteur de 10 et les lectures enregistrées en continu jusqu'à ce que le moniteur se stabilise au nouveau débit d'équivalent de dose. L'accroissement jusqu'à 90 % de la nouvelle lecture doit être effectué en moins de 5 s, ou ce temps multiplié par le plus grand débit d'équivalent de dose doit être plus petit que $10 \mu\text{Sv}$. Ensuite le débit d'équivalent de dose doit être réduit presque instantanément à la valeur initiale. La lecture du moniteur doit être à 10 % près de la nouvelle lecture en moins de 5 s, ou ce temps multiplié par le plus grand débit d'équivalent de dose doit être plus petit que $10 \mu\text{Sv}$.

Where possible, dose equivalent rates of $<1 \text{ mSv h}^{-1}$ ($<100 \text{ mrem h}^{-1}$) shall be used for determining the relative intrinsic error for dose equivalent measuring monitors. Where for practical reasons this is not possible, for example when exposure times would be too long, corrections for non-linearity at these higher dose equivalent (rates) used shall be applied. Subclause 8.8 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.

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 at 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 above 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 as being met.

No single value of the relative intrinsic error (I) shall exceed $\pm (15 + x) \%$ for dose equivalent where x is the uncertainty of the conventionally true value for dose equivalent. For dose equivalent rate no single value of the relative intrinsic error (I) shall exceed $\pm (20 + x) \%$, or $\pm (30 + x) \%$ for the lowest decade or scale for dose equivalent rate, where x is the uncertainty of the conventionally true value for dose equivalent rate.

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 monitor 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 $100 \mu\text{Sv h}^{-1}$.

8.2.1.2 Test method

For this test, the monitor shall be placed in a neutron field with a dose equivalent rate of $>10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ and allowed to stabilize. The dose equivalent rate shall then be changed nearly instantaneously by approximately a factor of 10 and readings recorded continuously until the monitor stabilizes at the new dose equivalent rate. The change to 90 % of the new reading shall take less than 5 s, or that time multiplied by the higher dose equivalent rate shall be less than $10 \mu\text{Sv}$. Next, the dose equivalent rate shall be reduced nearly instantaneously to the initial value. The monitor reading shall be within 10 % of the new reading within 5 s, or that time multiplied by the higher dose equivalent rate shall be less than $10 \mu\text{Sv}$.

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 80 % du débit d'équivalent de dose correspondant au point présélectionné de l'alarme pendant 10 min, aucune alarme ne doit s'activer pendant plus de 10 % de la période d'essai. De manière similaire, à un débit d'équivalent de dose de 120 % du niveau présélectionné de l'alarme, cette alarme doit s'activer pour au moins 90 % du temps d'observation. Pour un moniteur exposé à un débit d'équivalent de dose de 120 % du débit d'équivalent de dose correspondant au point présélectionné de l'alarme, l'alarme devrait s'activer en moins de 5 s ou en un temps tel que son produit par le débit d'équivalent de dose correspondant au point présélectionné de l'alarme soit inférieur à 10 μ Sv.

Deux essais au moins doivent être effectués, l'un avec l'alarme réglée près du maximum de la plus grande indication et l'autre avec l'alarme réglée près du maximum 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 est x %, les débits d'équivalent de dose utilisés doivent être 0,80 $(1 - x/100)$ et 1,20 $(1 + x/100)$ fois le débit d'équivalent de dose correspondant au point de réglage de l'alarme.

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 pendant plus de 10 % de ce temps.

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. Pendant toute cette période d'essai l'alarme doit être active pendant au moins 90 % du temps.

8.3.2 Moniteurs d'équivalent de dose

8.3.2.1 Prescriptions

Pour un moniteur irradié à un équivalent de dose de 85 % de l'équivalent de dose correspondant au point présélectionné de l'alarme, aucune alarme ne doit s'activer, et pour le moniteur irradié à un équivalent de dose de 115 % de l'équivalent de dose correspondant au 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 du domaine 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).

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 80 % of the dose equivalent rate alarm set point for 10 min, the alarm shall not be activated for more than 10 % of the period of the test. Similarly, at a dose equivalent rate of 120 % of the alarm level set, this alarm shall be activated for at least 90 % of the observation time. When the unit is subjected to dose equivalent rates of 120 % of the dose equivalent rate alarm set point, the alarm should actuate within 5 s or within a time so that the product of this time and the dose equivalent rate of the alarm set 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 to the maximum value of the second least significant decade. Allowance shall be made for the uncertainty in the conventionally true dose equivalent rate to which the unit is subjected. Where this uncertainty is x %, the dose equivalent rates shall be $0,80 (1 - x/100)$ and $1,20 (1 + x/100)$ of the dose equivalent rate alarm set point.

8.3.1.2 Test method

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

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

Expose the monitor to the upper dose equivalent rate, $1,20 (1 + x/100)$ times the set alarm level. Measure the time it takes for the alarm to activate. This time shall be less than 5 s, or that time multiplied by the dose equivalent rate shall be less than 10 μ Sv. Over the whole period of the test, the alarm shall be activated for at least 90 % of the time.

8.3.2 Dose equivalent monitors

8.3.2.1 Requirements

When the monitor is subjected to a dose of 85 % of the dose equivalent alarm set point, no alarm shall be given, and when the monitor is subjected to a dose equivalent of 115 % of the dose equivalent alarm set point, the alarm shall activate.

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 Test method

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

Le quotient de (la valeur correspondant au point de réglage de l'alarme en Sv multiplié par 3 600) par (le débit d'équivalent de dose utilisé exprimé en Sv h^{-1} multiplié par le temps mesuré en secondes) doit être compris dans le domaine 0,85 ($1 - x/100$) à 1,15 ($1 + x/100$) où x est le pourcentage de l'erreur sur la valeur conventionnellement vraie du débit d'équivalent de dose utilisé.

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

8.4.1 Prescriptions

La réponse, dans la direction d'étalonnage, au rayonnement incident d'énergie comprise entre 100 keV et 15 MeV doit rester à l'intérieur d'une variation de $\pm 50\%$ sur le domaine d'énergie spécifié par le fabricant.

Pour les moniteurs dont le domaine effectif est autre que 100 keV à 15 MeV et sont destinés à être utilisés pour mesurer des équivalents de dose dans le domaine d'énergie des neutrons thermiques à 100 keV, la variation de la réponse doit être spécifiée par le fabricant. Le domaine d'énergie où la réponse est $\pm 50\%$ doit être indiquée. Le fabricant doit réaliser la meilleure réponse en énergie praticable et doit spécifier la réponse pour les neutrons d'énergie donnés en 8.4.2.

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 8529 doivent être les suivantes:

- $^{241}\text{Am-Be}$ (4,4 MeV d'énergie moyenne pour l'équivalent de dose);
- ^{252}Cf (2,3 MeV d'énergie moyenne pour l'équivalent de dose);
- 0,144 MeV (faisceau de neutrons de réacteur ou d'accélérateur filtré par Si);
- neutrons monoénergétiques produit par accélérateur
 - 0,565 MeV;
 - 1,2 MeV;
 - 2,5 ou 2,8 MeV;
 - 14,8 MeV.

Pour les moniteurs destinés à mesurer des neutrons dans le domaine d'énergie des neutrons thermiques à 100 keV, les énergies suivantes doivent être utilisées:

- thermique (faisceau de réacteur thermique ou d'accélérateur);
- $^{124}\text{Sb-Be}$ (21 keV d'énergie moyenne pour l'équivalent de dose);

NOTE - Cette source a un fort rendement en photons.

ou 24 keV (faisceau de réacteur ou d'accélérateur filtré par Fe-Al).

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

The quotient of (the alarm set point in Sv multiplied by 3 600) by (the dose equivalent rate used in Sv h^{-1} multiplied by measured time in seconds) shall lie within the range of 0,85 $(1 - x/100)$ to 1,15 $(1 + x/100)$ where x is the percentage error in the conventional true dose equivalent rate used.

8.4 Variation of response with neutron radiation energy

8.4.1 Requirements

The response, in the calibration direction, to incident radiation of energy between 100 keV and 15 MeV shall be within $\pm 50\%$ over the energy range stated by the manufacturer.

For monitors where the effective range is other than 100 keV to 15 MeV, and which are intended to be used for measuring dose equivalent in the energy range from thermal to 100 keV, the variation in response shall be stated by the manufacturer. The energy range where response is $\pm 50\%$ shall be indicated. The manufacturer shall achieve the best energy response practicable and shall specify the energy response for the neutron energies given in 8.4.2.

8.4.2 Test method

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 8529, shall be used:

- $^{241}\text{Am-Be}$ (4,4 MeV average dose equivalent energy);
- ^{252}Cf (2,3 MeV average dose equivalent energy);
- 0,144 MeV (Si filtered reactor beam or accelerator neutrons);
- accelerator produced monoenergetic neutrons
 - 0,565 MeV;
 - 1,2 MeV;
 - 2,5 or 2,8 MeV;
 - 14,8 MeV.

For monitors intended for use in measuring neutrons with energies ranging from thermal to 100 keV, the following energies shall be used:

- thermal (from a thermal reactor beam or accelerator);
- $^{124}\text{Sb-Be}$ (21 keV average dose equivalent energy);

NOTE - This source has a high photon yield.

or 24 keV (Fe-Al filtered reactor beam or accelerator).

Les résultats doivent être exprimés comme le rapport entre la valeur indiquée et la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose individuel (débit), pour chaque énergie des rayonnements. En principe, il est souhaitable que ce test soit exécuté au même équivalent (débit) de dose pour chaque énergie des rayonnements. En pratique, ceci peut ne pas être possible, dans ce cas l'équivalent de dose (débit) indiqué 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 neutronique (voir 8.1.2).

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

8.5.1 Prescriptions

Pour deux plans un horizontal et un vertical passant tous les deux par le point de référence du moniteur, la réponse du moniteur pour les angles de 0° , $\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$, $\pm 60^\circ$ et $\pm 75^\circ$ relative à la lecture pour une irradiation dans la direction d'étalonnage 0° , doit correspondre à $\pm 30\%$ près aux rapports donnés dans le tableau A.1 pour une source de $^{241}\text{Am-Be}$. Si une source $^{241}\text{Am-Be}$ n'est pas disponible une source de ^{252}Cf peut être utilisée à la place.

8.5.2 Méthode d'essai

Placer le moniteur sur un fantôme approprié (voir figure A.1, 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 le plan horizontal comme pour le plan vertical, le moniteur et son 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° par rapport à la direction d'incidence normale. Les lectures doivent être prises pour toutes ces orientations et les rapports calculés pour ces angles par rapport à 0° . Ces rapports doivent correspondre à $\pm 30\%$ près aux valeurs appropriées pour le $^{241}\text{Am-Be}$.

Les rapports mesurés pour $+90^\circ$ et -90° doivent être notés par le fabricant.

8.6 Conservation de la lecture de l'équivalent de dose

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) A la fin de chaque exposition, il convient que la lecture du moniteur et celle indiquée par un système quelconque de lecture associé, s'il est fourni, ne varie pas, au cours des 8 h qui suivent ou du prochain jour ouvrable, de plus de $\pm 2\%$, ou d'une unité du chiffre le moins significatif, la plus grande de ces deux valeurs.

b) Cette exigence n'est pas applicable aux moniteurs de la classe 2.

24 h après la perte ou l'arrêt de la tension d'alimentation principale, l'équivalent de dose intégré mesuré par le moniteur, et par un système quelconque de lecture associé, avant cette perte ou cet arrêt, ne doit pas changer de plus de $\pm 5\%$ après le rétablissement de l'alimentation.

The results shall be expressed as the ratio of the indicated value to the conventionally true value of the personal dose equivalent (rate) for each radiation energy. 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 neutron radiation source (see 8.1.2).

8.5 *Variation of response with angle of incidence of neutron radiation*

8.5.1 *Requirements*

For two planes, one horizontal and one vertical through the reference point of the monitor, the monitor response at angles 0° , $\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$, $\pm 60^\circ$, and $\pm 75^\circ$ relative to the reading (that is dose equivalent rate or dose equivalent) when irradiated from the calibration direction, 0° , shall be within $\pm 30\%$ of the ratio given in table A.1 for a $^{241}\text{Am-Be}$ source. If a $^{241}\text{Am-Be}$ source is not available, a ^{252}Cf source may be used instead.

8.5.2 *Test method*

Place the monitor on an appropriate phantom (see figure A.1, 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 the two planes, horizontal and vertical, the monitor and its phantom shall be rotated in both directions 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° from normal incidence. The readings shall be taken at all these orientations and the ratios at these angles relative to 0° calculated. These ratios shall be within $\pm 30\%$ of the appropriate values for $^{241}\text{Am-Be}$.

The value of these ratios at $+90^\circ$ and -90° shall be stated by the manufacturer.

8.6 *Retention of dose equivalent reading*

This applies to monitors that measure dose equivalent, that is 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, should not change by more than $\pm 2\%$ or a single change in the least significant digit, whichever is greatest over the next 8 h or the next work day.
- 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 $\pm 5\%$ upon replacement of the principal voltage supply.

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 de ces deux 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 ultérieure due au rayonnement du bruit de fond puisse être négligée. Relever la valeur affichée. (Quand la pile principale tombe en panne ou est enlevée, l'affichage de la lecture peut disparaître ou être remplacé par une information.) Les piles sont alors enlevées du moniteur. Après 24 h, les piles principales du moniteur peuvent être remises ou rechargées. La lecture de l'équivalent de dose obtenu doit être égale, à $\pm 5\%$ près, à la dernière valeur obtenue avant que les piles principales ne soient enlevées.

8.7 Réponse au autres rayonnements ionisants

Les moniteurs doivent être conçus de manière à limiter autant que possible l'influence des autres rayonnements ionisants.

8.7.1 Rayonnement bêta

a) *Prescriptions*: la réponse au rayonnement bêta ne doit pas être significative jusqu'à une énergie de 2,27 MeV (par exemple il convient que la réponse soit inférieure à $10 \mu\text{Sv}$ dans un champ bêta du $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ de 1 mSv). L'énergie minimale des particules bêta qui peuvent pénétrer dans le volume sensible du détecteur doit être donnée par le fabricant ainsi que la réponse au $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

b) *Méthode d'essai*: la réponse doit être mesurée pour les rayonnements bêta émis par une source de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ($E_{\text{max}} = 2,27 \text{ MeV}$) en accord avec les recommandations de l'ISO 6980.

La réponse au rayonnement bêta doit être donnée en terme de débit d'équivalent de dose individuel indiqué par l'ensemble divisé par la valeur conventionnellement vraie du débit d'équivalent de dose individuel à 10 mm au point d'essai.

8.7.2 Rayonnement de photons

a) *Prescriptions*: le fabricant doit établir la réponse au rayonnement de photons du ^{137}Cs . Toute réponse doit être inférieure à 5 % de la valeur du débit d'équivalent de dose au point d'essai. Un essai de réponse aux rayonnements ionisants autre que celui du ^{137}Cs n'est pas exigé et n'est à réaliser que si cette prescription est spécifiée. L'utilisation de source de ^{137}Cs doit être en accord avec l'ISO 4037-1.

b) *Méthode d'essai*: la réponse aux photons de ^{137}Cs doit être mesurée dans un champ de débit d'équivalent de dose d'au moins 10 mSv h^{-1} (1 rem h^{-1}) et notée comme la réponse en pourcentage du débit d'équivalent de dose au point d'essai.

8.8 Influence du débit d'équivalent de dose

8.8.1 Prescriptions

Ces prescriptions sont applicables aux moniteurs qui enregistrent l'équivalent de dose. Elles s'appliquent aussi à tout système de lecture associé si il est fourni.

8.6.2 Test method

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 after the integration period is completed and note the displayed reading.

Every hour, up to 8 h from 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 to 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 a background radiation can be neglected. Note the display reading. (When the principal battery fails or is removed, the reading may disappear or be replaced by some instruction.) The batteries are then removed from the monitor. After 24 h, replace or recharge the principal batteries. The reading of dose equivalent obtained shall be within $\pm 5\%$ of the value obtained before the principal batteries were removed.

8.7 Response to other ionizing radiations

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

8.7.1 Beta radiations

a) *Requirements:* the response to beta radiation shall not be significant up to an energy of 2,27 MeV (for example, it should read less than 10 μSv response in a 1 mSv $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ beta field) by the design of the equipment. The minimum energy of beta particles that will penetrate into the sensitive volume of the detector shall be stated by the manufacturer, as well as the response to $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

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

The response to beta radiation shall be quoted in terms of the personal dose equivalent rate indicated by the assembly per conventionally true beta personal dose equivalent rate at 10 mm at the point of test.

8.7.2 Photon radiations

a) *Requirements:* the manufacturer shall state the response to ^{137}Cs photon radiation. Any response shall be less than 5 % of the dose equivalent rate at the point of test. A test for response to ionizing radiations other than ^{137}Cs is not mandatory, and need only be performed if this requirement is specified. The use of the ^{137}Cs source shall be in accordance with ISO 4037-1.

b) *Test method:* the response to ^{137}Cs photons shall be measured in a dose equivalent rate field of 10 mSv h^{-1} (1 rem h^{-1}) or greater and reported as the percentage response in terms of the dose equivalent rate at the point of test.

8.8 Dose equivalent rate dependence

8.8.1 Requirements

These requirements are applicable to monitors that record dose equivalent. It also applies to any associated read-out systems, if provided.

La réponse du moniteur doit être telle que l'erreur intrinsèque correspondant à l'équivalent de dose reste comprise dans une fourchette de $\pm 20 \%$ pour tous les débits d'équivalent de dose jusqu'à 100 mSv h^{-1} (10 rem h^{-1}).

8.8.2 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: 1 mSv h^{-1} , 10 mSv h^{-1} et 100 mSv h^{-1} (100 mrem h^{-1} , 1 rem h^{-1} et 10 rem h^{-1}). Cette réponse doit être à l'intérieur des prescriptions spécifiées en 8.8.1.

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, il convient que ces essais excluent toutes les expositions nécessitant des temps inférieurs à 4 s ou supérieurs à 10 h.

Puisque les moniteurs peuvent être portés de façon opérationnelle dans des zones à 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 Sv h^{-1} (100 rem h^{-1}) et on doit alors lire à $\pm 20 \%$ près l'équivalent de dose calculé pour 5 s d'irradiation.

8.9 Caractéristiques de surcharge

8.9.1 Prescriptions

Pour un équivalent de dose (débit) plus grand que celui correspondant à la valeur maximale de la plus grande décade et jusqu'à deux 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 établir le temps que prend le moniteur fonctionnant en débit d'équivalent de dose pour revenir en fonctionnement normal lors de la mesure du débit d'équivalent de dose ($\pm 20 \%$) suivant l'irradiation où il était en surexposition. Le temps pour revenir à une lecture correcte doit être inférieur à 5 min.

Dans le cas d'une mesure en équivalent de dose, l'indication doit rester «hors échelle» après avoir retiré le moniteur 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 déclarer la limite supérieure de ces débits.

8.9.2 Méthode d'essai

a) *Moniteurs d'équivalent de dose*: le moniteur doit être irradié à un équivalent de dose égal à deux 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) *Moniteurs de débit d'équivalent de dose*: le moniteur doit être irradié, par exemple 10 min à un débit d'équivalent de dose de deux 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.

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 100 mSv h^{-1} (up to 10 rem h^{-1}).

8.8.2 Test method (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: 1 mSv h^{-1} , 10 mSv h^{-1} and 100 mSv h^{-1} (100 mrem h^{-1} , 1 rem h^{-1} and 10 rem h^{-1}). This response shall be within the requirements specified in 8.8.1.

Since, at the lower dose equivalents, the exposure times will be too short for the higher dose equivalent rates, whilst at high dose equivalents the exposure times will be too long for the lower dose equivalent rates, these tests should exclude any exposures involving times of less than 4 s or exceeding 10 h.

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 Sv h^{-1} (100 rem h^{-1}) and it shall then read within $\pm 20\%$ of the calculated dose equivalent for 5 s irradiation.

8.9 Overload characteristics

8.9.1 Requirements

For dose equivalent (rates) greater than that corresponding to the maximum value of the upper decade and up to two times the maximum indication, the monitor shall be "off-scale" at the higher end of the scale, and shall remain so. The manufacturer shall state the time taken for monitors that indicate dose equivalent rate to return to the correct "on-scale" dose equivalent rate reading ($\pm 20\%$) following the irradiation to this overexposure. It shall take less than 5 min to return to the correct reading.

For the dose equivalent irradiation the indication shall remain "offscale" 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 in which the requirements of 8.9 are met.

The manufacturer shall state the upper limits of such rates.

8.9.2 Test method

a) *Dose equivalent monitors*: the monitor shall be irradiated to a dose equivalent of two times the maximum range value. The indication of the monitor shall remain offscale at the higher end of the scale and an overflow indication shall be displayed.

b) *Dose equivalent rate monitors*: the monitor shall be irradiated, for example for 10 min, to a dose equivalent rate of two times the maximum range value. The indication of the monitor shall remain offscale at the higher end of the scale and an overflow indication shall be displayed.

Après arrêt de ce débit d'équivalent de dose «hors échelle», le temps de retour du moniteur à un fonctionnement normal de mesure du débit d'équivalent de dose ($\pm 20\%$) doit être mesuré. L'indication de surcharge doit rester active après rétablissement d'un débit d'équivalent de dose plus faible.

9 Prescriptions et essais de bon fonctionnement électrique

9.1 Alimentation – Fonctionnement des piles ou accumulateurs

9.1.1 Informations générales

Il convient de prévoir des aménagements pour faire l'essai de l'alimentation sous charge maximale, ainsi qu'une indication attestant que le fonctionnement est opérationnel pendant au moins 8 h pour un débit de $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ (10 mrem h^{-1}) dans les conditions normales d'essais. Des dispositions doivent également être prises pour indiquer le moment où les conditions d'alimentation ne correspondent plus au fonctionnement du moniteur conforme aux exigences de cette norme. Les piles peuvent 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, la capacité de celles-ci doit être telle qu'après au moins 100 h de fonctionnement continu dans les conditions normales d'essai, mais exposé à un champ de $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ à $1,0 \text{ mSv h}^{-1}$ (10 mrem h^{-1} à 100 mrem h^{-1}), la réponse du moniteur ne change pas de plus de $\pm 15\%$.

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 publication 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, la capacité de ceux-ci doit être telle qu'après au moins 10 h de fonctionnement continu, la réponse du moniteur ne change pas de plus de $\pm 15\%$, les autres fonctions satisfaisant toujours aux spécifications. Le moniteur doit satisfaire à ces spécifications dans un champ de rayonnement de $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ à $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ (1 mrem h^{-1} à 10 mrem 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 les accumulateurs à partir du réseau en moins de 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 la ou les périodes précisées dans le paragraphe approprié 9.1.2 a) ou 9.1.3 a), et noter la lecture à la fin de chaque période. Chaque lecture doit être conforme aux prescriptions du paragraphe approprié, 9.1.2 a) ou 9.1.3 a).

Upon removal of this "off-scale" dose equivalent rate, the time shall be measured for the indication of the monitor to return to a current ($\pm 20\%$) "on-scale" dose equivalent rate. The overload indication shall remain activated after recovery to a lower dose equivalent rate.

9 Electrical performance requirements and tests

9.1 Power supplies – Battery operation

9.1.1 General

Facilities should be provided for testing the battery under maximum load, and an indication should be provided that 8 h operational life is available at about $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ (10 mrem h^{-1}) under normal conditions. 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 Primary batteries requirements

a) When power is supplied by primary batteries, the capacity of these should ideally be 100 h of continuous operation. The capacity shall be such that, after 100 h of continuous operation under standard test conditions, but exposed to $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ to $1,0 \text{ mSv h}^{-1}$ (10 mrem h^{-1} to 100 mrem h^{-1}), the monitor response shall not change by more than $\pm 15\%$.

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

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 Secondary batteries requirements

a) When power is supplied by secondary batteries, the capacity of these shall be such that after at least 10 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 $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ to $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ (1 mrem h^{-1} to 10 mrem 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.

If secondary batteries are used, it shall be possible to recharge the batteries from the mains supply within 12 h.

9.1.4 Test method (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 on the assembly. Leave the monitor working in this field for the 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 must conform with the requirements of 9.1.2 a) or 9.1.3 a), as appropriate.

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 $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ et $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ (1 mrem h^{-1} et 10 mrem h^{-1}) jusqu'à ce que l'alarme sonore et l'alarme visuelle soient activées; puis après 15 min d'irradiation supplémentaires, s'assurer que les alarmes sonore et visuelle continuent de fonctionner.

Vérifier la conformité à la prescription générale de 8 h de fonctionnement (voir 9.1.1). Exposer le moniteur à une source de rayonnement jusqu'à l'apparition de l'indication complémentaire de 8 h d'autonomie de fonctionnement, le moniteur doit alors être 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 avec irradiation à un débit d'équivalent de dose d'environ $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ (10 mrem h^{-1}), la réponse du moniteur ne doit pas changer de plus de $\pm 15 \%$.

10 Prescriptions de bon fonctionnement mécanique et essais

10.1 Essai de chute

Le moniteur doit pouvoir résister aux essais de chutes de hauteurs de 1,5 m sur une surface de bois dur (CEI 68) sans voir ses performances affectées à $\pm 10 \%$ près (par exemple sa lecture). Ces essais doivent être effectués sur chaque face du contrôleur. L'information de dose enregistrée ne doit pas être affectée par ces essais de chute.

10.2 Essai de vibration

10.2.1 Prescriptions

La réponse moyenne de l'instrument ne devra pas varier de plus de 15 % (tableau 2) pour un ensemble de lectures de références suivant des contraintes harmoniques de $2 g_n$ appliquées pendant 15 min dans le domaine de fréquences de 10 Hz à 33 Hz. L'état de l'instrument ne doit pas être affecté 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 neutronique 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 être alors soumis à des contraintes harmoniques de $2 g_n$ pendant 15 min dans chacune des trois directions orthogonales à une ou plusieurs fréquences dans chacun des domaines suivants: 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 pour une même géométrie d'irradiation que celle qui a été utilisée précédemment et ne doivent pas dépasser $\pm 15 \%$ par rapport à l'ensemble des lectures précédant les vibrations. L'instrument doit être examiné et son état physique doit faire l'objet d'un rapport.

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

11.1 Température ambiante

11.1.1 Prescriptions

a) Pour le domaine de température spécifié dans le tableau 2, l'indication doit rester dans les limites spécifiées dans ce tableau.

b) Set the monitor alarm on its lowest dose equivalent and/or dose equivalent rate setting. Expose the monitor to a dose equivalent rate of between $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ to $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ (1 mrem h^{-1} to 10 mrem 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 requirements 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 then be zeroed using the appropriate device (for example, read-out system).

After 8 h of continuous operation under standard test conditions, but exposed to a dose equivalent rate of about $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ (10 mrem h^{-1}), the monitor 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 drop tests from heights of 1,5 m on to a hard wood surface (IEC 68) without affecting its performance within $\pm 10 \%$ (for example its reading). These tests shall be on each face of the monitor. The stored dose information shall not be lost by these drops.

10.2 Vibration test

10.2.1 Requirements

The mean instrument response shall vary not more than 15 % (table 2) 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 (that is, solder joints shall hold; nuts and bolts shall not come loose).

10.2.2 Test method

The instrument shall be exposed in a reproducible geometry to an acceptable source of neutron 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 shall not vary by more than $\pm 15 \%$ compared to the previbration set of readings. The instrument shall be inspected and the physical condition documented.

11 Environmental performance requirements and tests

11.1 Ambient temperature

11.1.1 Requirements

a) Over the ranges of temperature specified in table 2, the indication shall remain within the limits specified in that table.

b) *Choc thermique*: quand le moniteur est porté de l'environnement de référence de 20 °C à l'une des températures, 50 °C ou -10 °C en moins de 5 min, les limites de variation du tableau 2 ne doivent pas être dépassées. Ces limites de variation ne doivent pas être dépassées quand le moniteur revient des températures extrêmes à la température de référence.

11.1.2 *Méthode d'essai*

Pour cet essai, le moniteur doit être exposé à un rayonnement neutronique de référence fournissant une indication suffisante dans les conditions normales d'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 dernières 30 min de cette période. Les limites de variation de l'indication doivent être comprises dans les valeurs données dans le tableau 2.

b) Le moniteur doit être maintenu à la température de 20 °C ± 2 °C pendant au moins 60 min afin de se stabiliser. Le moniteur doit être exposé selon une géométrie reproductible à une source de neutron. Le moniteur et la source sont 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 ± 5 °C. Cette procédure doit être exécutée en moins de 5 min. La lecture moyenne du moniteur doit être déterminée à ce moment et par la suite toutes les 15 min pendant 2 h. Si le moniteur passe avec succès l'essai durant la première heure, les données n'ont pas besoin d'être relevées pendant la deuxième heure; toutefois, il convient que le moniteur reste 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 soit rétablie la même géométrie d'irradiation et que la température à proximité du moniteur soit de 20 °C ± 2 °C. Cette procédure doit être exécutée en moins de 5 min. La lecture moyenne de l'instrument doit être déterminée à ce moment et par la suite toutes les 15 min pendant 2 h. Si le moniteur passe avec succès l'essai durant la première heure, les données n'ont pas besoin d'être relevées pendant la deuxième heure; toutefois il convient que le moniteur reste 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 °C.

11.2 *Humidité relative*

11.2.1 *Prescriptions*

La variation de l'indication consécutive à l'effet de l'humidité relative doit être dans les limites du tableau 2.

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 neutronique de référence fournissant une indication suffisante dans les conditions normales d'essai pour que l'essai soit réalisable.

b) *Temperature shock*: when the instrument is taken from the reference environment of 20 °C to one of 50 °C or -10 °C in less than 5 min, the limits of variation in table 2 shall not be exceeded. The limits of variation shall not be exceeded when the instrument is returned from the extremes to the reference temperature.

11.1.2 Test method

For this test, the monitor shall be exposed to a reference neutron 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 that period. The limits of variation of indication shall be within the value given in table 2.

b) The instrument shall be placed in a controlled environment of $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and allowed to stabilize for a minimum of 60 min. The instrument shall be exposed in a reproducible geometry to a neutron source. The instrument and radioactive source shall be removed from this environment and placed directly in an environmental chamber, so that the same exposure geometry is established and the temperature near the instrument is 50_{-5}^0 °C . This procedure shall be performed in less than 5 min. The mean instrument reading shall be determined at that time and every 15 min for 2 h. If the instrument passes the test within the first hour, data does not need to be taken during the second hour; however, the instrument should remain in that environment during the period for reaching temperature stabilization. The instrument and radioactive source shall be removed from the environmental chamber and returned to the first environment so that the same exposure geometry is established and the temperature near the instrument is $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. This procedure shall be performed in less than 5 min. The mean instrument reading shall be determined at that time and every 15 min for 2 h if the instrument fails the test within the first hour. If the instrument does not fail within the first hour, data does not need to be taken during the second hour; however, the instrument should remain in that environment during the period for reaching temperature stabilization.

The test shall be repeated with the temperature inside the environmental chamber near the instrument at -10_{+5}^0 °C .

11.2 Relative humidity

11.2.1 Requirements

The variation in the indication due to the effect of relative humidity shall be within the limits in table 2.

11.2.2 Test method

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 a reference neutron radiation providing a sufficient indication under standard test conditions for the test to be carried out.

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 dernières 30 min de cette période. La variation permise de l'indication, $\pm 10\%$, comme il est spécifié dans le tableau 2, s'ajoute aux variations permises dues à la température seule.

11.3 *Pression atmosphérique*

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

Prescriptions générales

Si l'indication d'un moniteur peut être influencée par la présence de champs électromagnétiques externes, un avertissement correspondant à cet effet doit être donné par le fabricant. Si le fabricant affirme que le moniteur est insensible aux champs électromagnétiques, le domaine des fréquences et des types de rayonnements électromagnétiques avec lesquels le moniteur a subi les essais, doivent être indiqués par le fabricant, ainsi que le maximum de l'intensité utilisée (voir tableau 2).

Prescriptions spécifiques

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

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 $\pm 10\%$ in the indication, as specified in table 2, 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 that case, the atmospheric pressure at which all tests are performed shall be stated, and the effects of variation in atmospheric pressure shall also 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 in the 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 radiofrequency 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 the 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 2).

Specific

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

11.5.2 Test method

The test methods 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 *Champs magnétiques externes*

11.6.1 *Prescriptions*

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'opérations.

Prescriptions 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 $\leq 60 \text{ A m}^{-1}$ et 50 Hz ou 60 Hz de fréquence.

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 de 6 kV avec une énergie de 2 mJ sur le châssis mis à la masse et avec un délai minimum de 10 s entre deux décharges successives.

11.7.2 *Méthode d'essai*

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

11.8 *Magasinage*

Tous les moniteurs conçus pour être utilisés dans les régions tempérées doivent être conçus pour fonctionner en accord avec les spécifications de la présente norme immédiatement après magasinage (ou transport) qui peut être effectué sans piles ou accumulateurs, pendant une période d'au moins 3 mois avec le conditionnement du fabricant pour toute température comprise entre -25 °C et $+50\text{ °C}$. Dans certaines circonstances, d'autres spécifications plus sévères peuvent être exigées telle que la possibilité de résister au transport aérien à faible pression ambiante.

12 *Documentation*

12.1 *Rapport d'essai de type*

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

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 the warning shall also be stated in the operational manual.

Specific

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

11.6.2 *Test method*

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 not be greater than $\pm 10\%$ when the monitor is exposed to an electrostatic discharge of 6 kV with energy of 2 mJ on an earthed chassis and with a minimum of 10 s between individual discharges.

11.7.2 *Test method*

The test method shall be subject to agreement between the manufacturer and the user. The requirements of 11.7.1 shall be tested at all parts of the monitor which can come in touch with the body/clothes of a user under normal operational conditions.

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 3 months in the manufacturer's packaging at any temperature between -25 °C and $+50\text{ °C}$. In certain circumstances, more severe specifications may be required, such as 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 Certificat

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

- nom du fabricant ou marque déposée;
- type du moniteur et numéro de série;
- nature des rayonnements devant être mesurés par le moniteur;
- masse et dimensions de l'instrument;
- type du détecteur;
- spécifications de l'alimentation;
- classification (c'est-à-dire classe 1 ou classe 2);
- 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;
- domaine effectif de mesure et erreur intrinsèque;
- réponse en fonction de l'énergie du rayonnement;
- réponse en fonction de l'angle d'incidence;
- réponse au photon du ^{137}Cs ;
- domaine de température de l'instrument.

13 Manuel d'exploitation et de maintenance

Un manuel d'exploitation 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;
- moyen de conservation de l'information concernant l'équivalent de dose enregistrée (pour les moniteurs de classe 1 seulement).

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;
- types of radiation the monitor is intended to measure;
- mass and dimensions of instrument;
- type of detector;
- power supply requirements;
- classification (that is class 1 or class 2);
- reference point of the monitor for calibration purposes and reference orientation relative to radiation sources;
- location and dimensions of the detector sensitive volume;
- effective range of measurement and intrinsic error results;
- response as a function of radiation energy;
- response as a function of angle of incidence;
- response to ^{137}Cs photon radiation;
- temperature range of instrument.

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 stated dose equivalent information (for class 1 monitors only).

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

Grandeurs d'influences	Conditions de référence (sauf indication contraire du fabricant)	Conditions normales d'essai (sauf indication contraire du fabricant)
Rayonnement neutronique de référence	$^{241}\text{Am-Be}$ ou ^{252}Cf	$^{241}\text{Am-Be}$ ou ^{252}Cf
Temps de stabilisation	15 min	15 min
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C**
Humidité relative	65 %	50 % à 75 %**
Pression atmosphérique	101,2 kPa	86 kPa à 106 kPa**
Tension d'alimentation*	Tension d'alimentation nominale	Tension d'alimentation nominale ± 1 %
Fréquence d'alimentation*	Fréquence nominale	Fréquence nominale ± 1 %
Forme d'onde de l'alimentation électrique*	Sinusoïdale	Sinusoïdale avec une distortion harmonique totale <5 %
Bruit de fond de l'irradiation gamma	Débit de dose absorbé dans l'air de $0,1 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ($10 \mu\text{rad h}^{-1}$) ou moins si possible	Inférieur au débit de dose absorbé dans l'air de $0,25 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ($25 \mu\text{rad h}^{-1}$)
Angle d'incidence du rayonnement	Direction d'étalonnage donnée par le fabricant	Direction donnée à $\pm 5^\circ$ près
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la plus petite valeur entraînant une interférence
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure à deux fois la valeur de l'induction due au champ magnétique terrestre
Bruit de fond rayonnement bêta	Négligeable	Négligeable
Orientation du moniteur (géotropisme)	A établir par le fabricant	Orientation établie à $\pm 5^\circ$ près
Contrôle de l'assemblage	Disposé en opération normale	Disposé en opération normale
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable

* Uniquement pour les systèmes de lecture qui fonctionnent sur le réseau.

** 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.

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions

Influence quantities	Reference conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Reference neutron radiation	$^{241}\text{Am-Be}$ or ^{252}Cf	$^{241}\text{Am-Be}$ or ^{252}Cf
Stabilization time	15 min	15 min
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C**
Relative humidity	65 %	50 % to 75 %**
Atmospheric pressure	101,2 kPa	86 kPa to 106 kPa**
Power supply voltage*	Nominal power supply voltage	Nominal power supply voltage ± 1 %
Power supply frequency*	Nominal frequency	Nominal frequency ± 1 %
Power supply waveform*	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion lower than 5 %
Gamma radiation background	Absorbed dose rate in air of $0,1 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ($10 \mu\text{rad h}^{-1}$) or less if practical	Less than absorbed dose rate in air of $0,25 \mu\text{Gy h}^{-1}$ ($25 \mu\text{rad h}^{-1}$)
Angle of incidence of radiation	Calibration direction given by manufacturer	Direction given $\pm 5^\circ$
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>* Only for read-out systems that are operated from the mains.</p> <p>** 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>		

Tableau 2 – Essais exécutés en faisant varier les grandeurs d'influence

Caractéristiques en essais ou grandeurs d'influence	Domaine de variation des grandeurs 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 $\pm 20\%$ ^{1), 2)}	8.1.2
Temps de réponse	5 s	$< \pm 10\%$	8.2.1.2
Précision des niveaux des alarmes	Tous paramètres	Equivalent de dose $\pm 15\%$ ^{1), 2)} Débit d'équivalent de dose $\pm 20\%$ ^{1), 2)}	8.3.2.2 8.3.1.2
Energie du rayonnement	100 keV à 15 MeV Thermiques à 100 keV	$\pm 50\%$ ¹⁾ Etabli par le fabricant	8.4.2 8.4.2
Angle d'incidence	0° à 75°	$\pm 30\%$	8.5.2
Rétention de la lecture 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)
Réponse aux rayonnements bêta	Doit être établi par le fabricant	$< 1\%$	8.7.1 b)
Réponse aux rayonnements des photons	Doit être établi par le fabricant	$< 5\%$	8.7.2 b)
Influence du débit d'équivalent de dose	1 mSv h ⁻¹ à 0,10 Sv h ⁻¹	$\pm 20\%$	8.8.2
Surcharge	Deux fois le maximum du domaine	Indication $>$ pleine échelle	8.9.2
Tension d'alimentation Piles	Après 100 h d'utilisation continue	$\pm 15\%$ ³⁾	9.1.4
Accumulateurs	Après 10 h d'utilisation continue	$\pm 15\%$ ³⁾	9.1.4
Essais de chute	1,5 m	Les performances restent à l'intérieur des spécifications	10.1
Essais de vibrations	2 g _n 10 Hz à 33 Hz	$\pm 15\%$	10.2.2
Température ambiante ⁴⁾	-10 °C à 40 °C -25 °C à 50 °C	$\pm 20\%$ ¹⁾ $\pm 50\%$ ¹⁾	11.1.2 a)
Choc thermique	20 °C à 50 °C 50 °C à 20 °C 20 °C à -10 °C -10 °C à 20 °C	$\pm 15\%$ $\pm 15\%$ $\pm 15\%$ $\pm 15\%$	11.1.2 b)
Humidité relative	40 % à 90 % à 35 °C	$\pm 10\%$ ¹⁾	11.2.2
Pression atmosphérique	5)	5)	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	$\pm 10\%$	11.5.2
Champ magnétique d'origine externe	60 A m ⁻¹	$\pm 10\%$	11.6.2
Décharge électrostatique	6 kV, 2 mJ	$\pm 10\%$	11.7.2

1) De l'indication obtenue dans les conditions normales d'essai.
2) Pour le plus petit multiple de dix ou la plus petite échelle de débit d'équivalent de dose on admet une erreur de $\pm 30\%$. Cette erreur vient en complément de l'incertitude associée à la détermination du débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai (voir 8.1.1).
3) De l'indication initiale.
4) 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 doivent être fournis.
5) Aucune spécification. Le domaine des valeurs des grandeurs d'influence et les limites de variation de l'indication doivent être spécifiées si cela est demandé.

Table 2 – Tests performed with variation of influence quantities

Characteristic under test of influence quantities	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication	Test method (subclause)
Relative intrinsic error	Effective range of measurement	Dose equivalent $\pm 15\%$ ^{1), 2)} Dose equivalent rate $\pm 20\%$ ^{1), 2)}	8.1.2
Response time	5 s	$< \pm 10\%$	8.2.1.2
Accuracy of alarm levels	All settings	Dose equivalent $\pm 15\%$ ^{1), 2)} Dose equivalent rate $\pm 20\%$ ^{1), 2)}	8.3.2.2 8.3.1.2
Radiation energy	100 keV to 15 MeV Thermal to 100 keV	$\pm 50\%$ ¹⁾ To be stated by the manufacturer	8.4.2 8.4.2
Angle of incidence	0° to 75°	$\pm 30\%$	8.5.2
Retention of reading Classes 1 and 2 Class 1 only	8 h 24 h after loss of power supply	$\pm 2\%$ $\pm 5\%$	8.6.2 a) 8.6.2 b)
Response to beta radiation	To be stated by the manufacturer	$< 1\%$	8.7.1 b)
Response to photon radiation	To be stated by the manufacturer	$< 5\%$	8.7.2 b)
Dose equivalent rate dependence	1 mSv h ⁻¹ to 0,10 Sv h ⁻¹	$\pm 20\%$	8.8.2
Overload	2 times maxima	Indication > full scale	8.9.2
Power supply voltage Primary batteries	After 100 h continuous use	$\pm 15\%$ ³⁾	9.1.4
Secondary batteries	After 10 h continuous use	$\pm 15\%$ ³⁾	9.1.4
Drop test	1,5 m	Performance remaining within specifications	10.1
Vibration	2 g _r 10 Hz to 33 Hz	$\pm 15\%$	10.2.2
Ambient temperature ⁴⁾	-10 °C to 40 °C -25 °C to 50 °C	$\pm 20\%$ ¹⁾ $\pm 50\%$ ¹⁾	11.1.2 a)
Temperature shock	20 °C to 50 °C 50 °C to 20 °C 20 °C to -10 °C -10 °C to 20 °C	$\pm 15\%$ $\pm 15\%$ $\pm 15\%$ $\pm 15\%$	11.1.2 b)
Relative humidity	40 % to 90 % at 35 °C	$\pm 10\%$ ¹⁾	11.2.2
Atmospheric pressure	5)	5)	11.3
Electromagnetic field of external origin	10 V m ⁻¹ at 100 kHz to 500 MHz and 1 V m ⁻¹ at 500 MHz to 1 GHz	$\pm 10\%$	11.5.2
Magnetic field of external origin	60 A m ⁻¹	$\pm 10\%$	11.6.2
Electrostatic discharge	6 kV, 2 mJ	$\pm 10\%$	11.7.2

1) Of the indication under standard test conditions.
2) For the lowest decade or range of the dose equivalent rate, $\pm 30\%$ is applicable. This error is additional to the uncertainty associated with the determination of the conventionally true dose equivalent (see 8.1.1).
3) Of the initial indication.
4) 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.
5) No general specification. Range of values of influence quantities and limits of variation of indication to be specified if required.

Annexe A (normative)

Etalonnage et essai de type des dosimètres individuels

Deux grandeurs opérationnelles sont définies, dans le CIUR 39 [1]*, pour le contrôle individuel, l'équivalent de dose individuel pénétrant $H_p(d)$ et l'équivalent de dose individuel superficiel $H_s(d)$.

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 , appropriée aux rayonnements fortement pénétrants.

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

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 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 39, établit que, pour les dosimètres qui doivent être portés sur le tronc, la sphère CIUR équivalent tissu convient. Ceci signifie qu'il convient d'étalonner ces dosimètres et d'effectuer les essais de type 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 [2] 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 [3], qui, en grande partie, traite les informations justifiant le choix des grandeurs recommandées et le rapport 47 [4] qui traite la conception et 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 3.1.16), défini comme suit:

* Les chiffres entre crochets renvoient à la liste de références bibliographiques ci-après.

Annex A (normative)

The calibration and type testing of personal dosimeters

Two new operational quantities are specified in ICRU 39 [1]* for individual monitoring, the individual dose equivalent, penetrating, $H_p(d)$, and the individual dose equivalent, superficial, $H_s(d)$.

Individual dose equivalent, penetrating, $H_p(d)$

Individual dose equivalent, penetrating, $H_p(d)$, is the dose equivalent in soft tissue below a specified point on the body at a depth, d , that is appropriate for strongly penetrating radiations.

The currently recommended depth, d , for monitoring in terms of $H_p(d)$ is 10 mm. It is written as $H_p(10)$.

Individual dose equivalent superficial, $H_s(d)$

Individual dose equivalent, superficial, $H_s(d)$, is the dose equivalent in soft tissue below a specified point on the body at a depth, d , that is appropriate for weakly penetrating radiations.

The recommended depth for monitoring in terms of $H_s(d)$ is 0,07 mm. It is written as $H_s(0,07)$.

These definitions require the type testing of individual dosimeters to be carried out on a suitable phantom to represent the body of the wearer and, in particular, to simulate scatter. ICRU, in Report 39, states that, for dosimeters to be worn on the trunk, the ICRU tissue equivalent sphere is suitable. This means that such dosimeters should be calibrated and type tested for their energy and angular response characteristics on the sphere in terms of the appropriate sphere quantity, that is ambient dose equivalent, $H^*(d)$, or directional dose equivalent, $H'(d)$.

It has been shown [2] that the quantity directional dose equivalent is the appropriate sphere quantity to use when testing personal dosimeters on the sphere.

However, since the publication of Report 39, ICRU has published two further reports, Report 43 [3], which is largely concerned with information justifying the choice of the recommended quantities and Report 47 [4], which is concerned with the design and calibration of instruments to measure the operational quantities.

In this latest report several important changes have been made.

Firstly, the individual dose equivalents, penetrating, $H_p(10)$ and superficial, $H_s(0,07)$ have been combined into one quantity called the personal dose equivalent, (see 3.1.16), defined as follows.

* The figures in square brackets refer to the bibliographical references below.

Equivalent de dose individuel $H_p(d)$

L'équivalent de dose individuel $H_p(d)$ est l'équivalent de dose dans un tissu mou en un point spécifié dans le corps à la profondeur appropriée d .

Pour les rayonnements faiblement pénétrant et fortement pénétrant les profondeurs recommandées sont respectivement 0,07 mm et 10 mm. Ceci conduit à deux variantes de cette grandeur qui s'écrivent $H_p(0,07)$ et $H_p(10)$ et qui sont quasi identiques à $H_s(0,07)$ et $H_p(10)$ respectivement, comme définis auparavant dans le rapport 39.

Deuxièmement, la définition de l'équivalent de dose individuel est pour des étalonnages pratiques, considéré applicable à l'équivalent de dose à des profondeurs appropriées dans un fantôme de tissu CIUR. La forme recommandée du fantôme est, maintenant, une plaque de dimensions 30 cm x 30 cm x 15 cm d'épaisseur. Les coefficients de conversion, pour les neutrons, reliant la fluence d'un faisceau parallèle et uniforme, aux équivalents de dose individuels à une profondeur de 10 mm dans un fantôme plaque fait en tissu CIUR ont été calculés [5]. Les valeurs sont non seulement données pour une incidence normale, mais aussi pour des angles d'incidence entre 0° et 75°, pour des énergies neutroniques dans la gamme des neutrons thermiques à 20 MeV (tableau A.2). Les étalonnages et les essais de type sont normalement faits avec des rayonnements de référence ISO qui ont des largeurs spectrales finies. Les coefficients de conversion pour les rayonnements de référence ISO ont été déduits, par pondération, des spectres des rayonnements ISO [6] à partir des valeurs données pour des neutrons monoénergétiques. Les valeurs résultantes sont présentées dans le tableau A.3.

Une difficulté subsiste: il n'est pas possible de faire un fantôme avec la composition exacte du tissu CIUR et un remplaçant doit être choisi. Le fantôme plaque utilisé peut être construit avec un de ces remplaçants, mais les coefficients de conversion pour le tissu CIUR donnés au tableau A.3 doivent être utilisés pour calculer la dose dans le fantôme auquel la réponse du dosimètre est comparée pendant l'étalonnage ou l'essai de type. L'ISO recommande d'utiliser comme fantôme une plaque d'eau mesurant 30 cm x 30 cm sur une épaisseur de 15 cm pour étalonner les dosimètres personnels avec les rayonnements ISO de référence. La face frontale du fantôme d'eau se compose d'une plaque de PMMA de 2,5 mm d'épaisseur, les autres faces de PMMA mesurant 10 mm. Il est souligné à nouveau, toutefois, qu'il convient d'utiliser le fantôme avec les coefficients de conversion donnés au tableau A.3, pour une plaque de tissu CIUR.

La disposition expérimentale pour l'étalonnage et l'essai de type des dosimètres est montrée en figure A.1. En pratique, un faisceau rigoureusement parallèle n'est pas réalisable, mais si une distance source dosimètre d'au moins 2 m est choisie, l'erreur résultante sera acceptablement petite. Il convient de mesurer cette distance à partir du point de référence du moniteur (dosimètre).

Il convient également de déterminer la fluence neutronique à cette position (en l'absence du moniteur et du fantôme) et de la multiplier par le coefficient de conversion approprié pour obtenir la valeur de $H_p(10)$ à un point P à 10 mm de profondeur dans le fantôme auquel la réponse du dosimètre est comparée.

A moins que le dosimètre soit fortement symétrique, il convient que les caractéristiques de réponse angulaire soient déterminées en tournant le dosimètre autour de deux axes à angle droit placés face au fantôme (voir 8.5.1 et figure A.1) avec le point de référence du moniteur dans l'axe de rotation.

Personal dose equivalent, $H_p(d)$

The personal dose equivalent, $H_p(d)$ is the dose equivalent in soft tissue below a specified point on the body at an appropriate depth d .

For weakly penetrating and strongly penetrating radiations, the recommended depths are 0,07 mm and 10 mm respectively. This leads to two variants of this quantity written as $H_p(0,07)$ and $H_p(10)$, which are identical in a practical sense to $H_s(0,07)$ and $H_p(10)$ respectively, as previously defined in Report 39.

Secondly, the definition of personal dose equivalent is, for practical calibrations, also considered to apply to the dose equivalent at appropriate depths in a phantom of ICRU tissue. The recommended shape of the phantom is now a slab of dimensions 30 cm × 30 cm × 15 cm deep. Conversion coefficients for neutrons have been calculated [5] relating the neutron fluence in a uniform parallel beam to the personal dose equivalents at a depth of 10 mm in the slab phantom constructed in ICRU tissue. Values are not only given for normal incidence, but also for a number of angles of incidence between 0° and 75° for neutron energies in the range thermal to 20 MeV (table A.2). Calibrations and type testing are normally carried out with ISO reference radiations which have finite spectral widths. Conversion coefficients for the ISO neutron reference radiations have been derived by folding the data given for monoenergetic neutrons into the spectra of the ISO radiations [6]. The resultant data are presented in table A.3.

One more difficulty exists, that is, it is impossible to make a phantom with exactly the composition of ICRU tissue and a substitute shall be chosen. The slab phantom used may be constructed of any such material, but the conversion coefficients for ICRU tissue given in table A.3 shall be used to calculate the dose in the phantom against which the response of the dosimeter is compared during calibration or type testing. ISO recommended that a slab water phantom of 30 cm × 30 cm × 15 cm depth shall be used for calibrating personal dosimeters using the ISO reference radiations. The front face of the water phantom consists of a 2,5 mm thick PMMA plate and the other phantom sides shall be 10 mm thick PMMA. It is emphasized again, however, that the phantom should be used with the conversion coefficients for a slab constructed in ICRU tissue as given in table A.3.

The experimental arrangement for the calibration and type testing of dosimeters is shown in figure A.1. In practice, a strictly parallel beam is not achievable, but if a source-to-dosimeter distance of at least 2 m is chosen, the resultant error will be acceptably small. This distance should be measured to the reference point of the monitor (dosimeter).

The neutron fluence should also be determined at this position (in the absence of both the monitor and the phantom) and be multiplied by the appropriate conversion coefficient to obtain the value of $H_p(10)$ at a point P at 10 mm depth in the phantom, against which the dosimeter response should be compared.

Unless the dosimeter is highly symmetrical, angular response characteristics should be determined by rotating the dosimeter about two axes at right angles in the front face of the phantom (see 8.5.1 and figure A.1), with the reference point of the monitor on the axis of rotation.