

**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

AVA Documents
Document Sharing Hub

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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 Sv = 1 J kg⁻¹ [4]. Le rem peut être utilisé temporairement mais son utilisation ultérieure devrait être découragée.
1 rem = 0,01 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)
 $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;
- 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 *Presetable 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.