

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61526

Première édition
First edition
1998-04

**Instrumentation pour la radioprotection –
Mesure des équivalents de dose individuels
 $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X,
gamma et bêta –
Dosimètre personnel à lecture directe d'équivalent
de dose et/ou de débit d'équivalent de dose**

**Radiation protection instrumentation –
Measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$
and $H_p(0,07)$ for X, gamma and beta radiations –
Direct reading personal dose equivalent and/or
dose equivalent rate dosimeters**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61526:1998

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
61526**

Première édition
First edition
1998-04

**Instrumentation pour la radioprotection –
Mesure des équivalents de dose individuels
 $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X,
gamma et bêta –
Dosimètre personnel à lecture directe d'équivalent
de dose et/ou de débit d'équivalent de dose**

**Radiation protection instrumentation –
Measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$
and $H_p(0,07)$ for X, gamma and beta radiations –
Direct reading personal dose equivalent and/or
dose equivalent rate dosimeters**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	10
3 Définitions et unités	12
4 Nomenclature des essais	16
5 Caractéristiques mécaniques	18
6 Caractéristiques générales	18
7 Procédures générales d'essai	22
8 Spécifications et essais des performances aux rayonnements	24
9 Prescriptions et essais de bon fonctionnement électrique	38
10 Prescriptions de bon fonctionnement mécanique et essais	40
11 Caractéristiques d'environnement, prescriptions de bon fonctionnement et essais	42
12 Documentation	48
13 Mode d'emploi et manuel de maintenance	48
Tableau 1 Conditions de référence et conditions normales d'essai	50
Tableau 2 Essais exécutés en faisant varier les grandeurs d'influence	52
Annexe A (normative) Etalonnage et essai de type des dosimètres individuels	54
Annexe B (informative) Fluctuations statistiques	64

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
 Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative references	11
3 Definitions and units	13
4 Test nomenclature	17
5 Mechanical characteristics	19
6 General characteristics	19
7 General test procedures	23
8 Radiation performance requirements and tests	25
9 Electrical performance requirements and tests	39
10 Mechanical performance requirements and tests	41
11 Environmental characteristics, performance requirements and tests	43
12 Documentation	49
13 Operation and maintenance manual	49
 Table 1 Reference conditions and standard test conditions	51
Table 2 Tests performed with variations of influence quantities	53
 Annex A (normative) Calibration and type testing of personal dosimeters	55
Annex B (informative) Statistical fluctuations	65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MESURE DES ÉQUIVALENTS DE DOSE INDIVIDUELS $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ POUR LES RAYONNEMENTS X, GAMMA ET BÊTA – DOSIMÈTRE PERSONNEL 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 concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61526 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/222/FDIS	45B/229/RVD

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
MEASUREMENT OF PERSONAL DOSE EQUIVALENTS $H_p(10)$
AND $H_p(0,07)$ FOR X, GAMMA AND BETA RADIATIONS –
DIRECT READING PERSONAL DOSE EQUIVALENT
AND/OR DOSE EQUIVALENT RATE DOSEMETERS**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61526 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

FDIS	Report on voting
45B/222/FDIS	45B/229/RVD

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

INTRODUCTION

La présente norme s'applique aux dosimètres utilisés pour mesurer les équivalents de dose individuels (débit) $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$, pour les rayonnements X et gamma d'énergie comprise respectivement entre 20 keV et 1,5 MeV et 10 keV et 1,5 MeV, et pour le rayonnement bêta d'énergie moyenne $>0,06$ MeV (énergie nécessaire pour pénétrer la couche morte de peau de 0,07 mm). Toutefois, il convient de noter que l'état des techniques de dosimétrie des photons limitera celle-ci, pour les années à venir, aux photons d'énergie >20 keV, et aux émetteurs bêta d'énergies moyennes $>0,25$ MeV. Si le dosimètre doit être utilisé pour mesurer l'équivalent de dose individuel (débit) pour les photons d'énergie jusqu'à 10 MeV, c'est-à-dire dans une installation comprenant un réacteur nucléaire où un rayonnement de photons de 6 MeV est présent, il sera nécessaire de déterminer la réponse à l'énergie appropriée.

Des établissements, dans certains pays, peuvent souhaiter utiliser ce type de dosimètre comme service de surveillance individuel de base, approuvé pour le recueil des doses des travailleurs sous rayonnement.

INTRODUCTION

This International Standard applies to dosimeters used for measuring the personal dose equivalents (rate) $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$, from X and gamma radiation of energies 20 keV to 1,5 MeV and 10 keV to 1,5 MeV respectively, and from beta radiation of mean energy $>0,06$ MeV (the energy required to penetrate the dead layer of skin 0,07 mm). However, it should be noted that state-of-the-art methods, for photon dosimetry will, for the foreseeable future, limit this to photons with energies >20 keV, and beta emitters with mean energies $>0,25$ MeV. If the dosimeter is to be used to measure personal dose equivalent (rate) for photon energies up to 10 MeV, e.g. at a nuclear reactor installation where 6 MeV photon radiation is present, it will be necessary to determine the response at the appropriate energy.

Establishments in some countries may wish to use this type of dosimeter as the basis of a personal monitoring service approved for dose record-keeping purposes for radiation workers.

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MESURE DES ÉQUIVALENTS DE DOSE INDIVIDUELS $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ POUR LES RAYONNEMENTS X, GAMMA ET BÊTA – DOSIMÈTRE PERSONNEL À LECTURE DIRECTE D'ÉQUIVALENT DE DOSE ET/OU DE DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE

1 Domaine d'application et objet

La présente norme s'applique aux dosimètres qui sont portés sur le tronc du corps et qui sont utilisés pour la mesure des équivalents de dose individuels $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ ou des débits d'équivalent de dose individuel des rayonnements X, gamma et bêta auxquels sont soumis ceux qui les portent.

NOTE – Quand, dans cette norme, il est fait référence au terme «dose» sans autre précision, cela signifie l'équivalent de dose individuel.

Cette norme spécifie les exigences pour le dosimètre 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, et celles qui concernent l'influence du lecteur sur le dosimètre.

Dans cette norme, aucun essai n'est spécifié pour les exigences de performance du dosimètre en champs de rayonnements pulsés, et il est admis qu'un dosimètre conçu selon cette norme peut ne pas convenir pour une utilisation en champs de rayonnements pulsés.

Cette norme spécifie, pour les dosimètres décrits ci-dessus, les caractéristiques générales, les procédures générales des essais, les caractéristiques des rayonnements, les caractéristiques électriques, mécaniques, de sécurité et d'environnement. Les seules exigences spécifiées pour les systèmes de lecture associés sont celles qui touchent leurs précisions de lecture ou leurs précisions de réglage des alarmes.

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

Le but de cette norme est de spécifier les exigences de conception et les caractéristiques de fonctionnement de dosimètres personnels utilisés pour la détermination des équivalents de dose totaux et/ou des débits d'équivalents de dose totaux séparément visualisés pour des profondeurs de 10 mm, $H_p(10)$ et 0,07 mm, $H_p(0,07)$ dans le corps du porteur pour les rayonnements X, gamma et bêta. Ces dosimètres, conçus pour la mesure de la somme de l'équivalent de dose X, gamma et bêta (débit), peuvent aussi indiquer séparément l'équivalent de dose (débit) pour chacune de ces composantes.

Cette norme ne s'applique pas à la mesure de l'équivalent de dose individuel des rayonnements neutroniques, 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.

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
MEASUREMENT OF PERSONAL DOSE EQUIVALENTS $H_p(10)$
AND $H_p(0,07)$ FOR X, GAMMA AND BETA RADIATIONS –
DIRECT READING PERSONAL DOSE EQUIVALENT
AND/OR DOSE EQUIVALENT RATE DOSEMETERS**

1 Scope and object

This International Standard applies to dosimeters which are worn on the trunk of the body and are used for the measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ or personal dose equivalent rates, to its wearer from external X, gamma and beta radiation.

NOTE – When reference is made in this standard to "dose", this is meant to indicate personal dose equivalent, unless otherwise stated.

This standard specifies requirements for the dosimeter and, if supplied, for its associated readout system.

The only requirements specified for associated readout systems are those which affect its accuracy of readout of dose equivalent and alarm settings and those which concern the influence of the reader on the dosimeter.

No tests are specified in this standard for the performance requirements of the dosimeter in pulsed radiation fields and it is considered that a dosimeter designed to meet this standard may not be suitable for use in pulsed radiation fields.

This standard specifies, for the dosimeters described above, general characteristics, general test procedures, radiation characteristics as well as electrical, mechanical, safety and environmental characteristics. The only requirements specified for associated readout systems are those that affect its accuracy of readout or accuracy of alarm settings.

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

The purpose of the standard is to specify the design requirements and the performance characteristics of personal dosimeters used for the determination of the total personal dose equivalents and/or the total personal dose equivalent rates separately displayed for depths of 10 mm, $H_p(10)$ and 0.07 mm, $H_p(0,07)$ in the body of the wearer from X, gamma and beta radiations. Such dosimeters are designed to measure the sum of the X, gamma and beta dose equivalent (rate) although they may, in addition, also separately indicate a dose equivalent (rate) from each of these components.

This standard does not provide for the measurement of personal dose equivalent from neutrons, nor are passive devices such as photographic film dosimeters, thermoluminescent dosimeters, solid-state nuclear track detectors or quartz fibre electrometers covered by this standard.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales actuellement en vigueur.

CEI 60050(151):1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*
Modification n° 1 (1987)

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

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

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais. Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60086, *Piles électriques*

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

CEI 61000-4-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: techniques d'essai et de mesure – Section 2: Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

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

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

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

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

ISO 6980:1996, *Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta* (publiée actuellement en anglais seulement)

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*

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

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through references 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 60050(151):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*
Amendment 1 (1987)

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

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

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

IEC 60086, *Primary batteries*

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

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test*

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

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

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

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

ISO 6980:1996, *Reference beta radiations for calibrating dosimeters and dose-rate meters 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*

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

Rapport 39 de la CIUR:1985, *Détermination des équivalents de dose produits par des sources de rayonnements externes*

Rapport 47 de la CIUR:1991, *Détermination des équivalents de dose pour les rayonnements externes de photons et d'électrons*

Bureau International des Poids et Mesures BIPM:1991, *Le système international d'unités (SI)*

3 Définitions et unités

Excepté si d'autres précisions sont données ci-dessous, tous les termes techniques définis dans la CEI 60050(393), la CEI 60050(394) et la CEI 60359 sont applicables. Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

valeur conventionnellement vraie d'une grandeur

meilleure estimation d'une valeur, déterminée à partir d'un étalon primaire ou secondaire ou par un instrument de référence qui a été calibré par rapport à un étalon primaire ou secondaire

3.2

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 $H_i - H_t$.

3.3

erreur relative de l'indication

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

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

3.4

réponse

réponse, R , d'un dosimètre est le rapport de la valeur indiquée à la valeur conventionnellement vraie

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

3.5

erreur relative intrinsèque

erreur relative de l'indication pour un rayonnement de référence spécifié dans des conditions de référence spécifiées

3.6

domaine effectif de mesure

domaine des valeurs de la grandeur à mesurer dans lequel les performances du dosimètre respectent les exigences de cette norme

3.7

coefficient de variation

rapport V de l'estimation de l'écart-type s à la moyenne arithmétique $\bar{x}$ d'un ensemble de n mesures x_i , donné par la formule suivante:

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

ICRU Report 47:1991, *Determination of dose equivalents from external photon and electron radiations*

BIPM (Bureau International des Poids et Mesures):1991, *The international system of units (SI)*

3 Definitions and units

Except as specified below, all technical terms are as defined in IEC 60050(393) and IEC 60050(394) and IEC 60359. For the purpose of this International Standard the following definitions apply.

3.1

conventional true value of a quantity

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

3.2

error of indication

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

3.3

relative error of indication

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

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

3.4

response

response, R , of a dosimeter is the ratio of the dosimeter's indicated value to the conventional true value

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

3.5

relative intrinsic error

relative error of indication to a specified reference radiation under specified reference conditions

3.6

effective range of measurement

range of values of the quantity to be measured over which the performance of a dosimeter meets the requirements of this standard

3.7

coefficient of variation

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

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

3.8

point de référence du dosimètre

point matériellement indiqué sur l'enveloppe du dosimètre pour le positionner au point où la valeur conventionnellement vraie de la grandeur à mesurer est connue (voir figure A.1)

3.9

point de mesure

point où les valeurs conventionnellement vraies sont déterminées et où le point de référence du dosimètre est placé pour les essais

3.10

orientation de référence et direction d'étalonnage

orientation de référence du dosimètre par rapport à la direction du rayonnement telle qu'indiquée par le fabricant

3.11

tissu

quand le mot «tissu» est utilisé dans cette norme, la spécification donnée dans le CIUR 33 s'applique

3.12

équivalent de dose

l'équivalent de dose, H , est le produit de D et Q au point considéré dans le tissu, où D est la dose absorbée et Q le facteur de qualité

$$H = D Q$$

NOTE – Pour les rayonnements bêta, X et gamma, Q peut être pris égal à l'unité pour les rayonnements externes.

3.13

débit d'équivalent de dose $\dot{H}$

quotient de dH par dt , où dH est l'accroissement de l'équivalent de dose dans l'intervalle de temps dt .

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

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.).

3.14

équivalent de dose individuel $H_p(d)$

équivalent de dose dans le tissu au point spécifié sur le corps à la profondeur d . La valeur de d est exprimée en millimètres.

NOTE 1 – Cette grandeur, $H_p(d)$, peut être mesurée avec un détecteur porté à la surface du corps et recouvert d'une épaisseur appropriée de matériau équivalent au tissu (ou d'un matériau de substitution), mais les caractéristiques de réponse exigées peuvent être aussi obtenues par conception dans le dosimètre.

NOTE 2 – La profondeur recommandée, d , pour la mesure des rayonnements fortement pénétrants est de 10 mm, et $H_p(d)$ peut s'écrire $H_p(10)$.

NOTE 3 – La profondeur recommandée, d , pour la mesure des rayonnements faiblement pénétrants est de 0,07 mm, et $H_p(d)$ peut s'écrire $H_p(0,07)$.

NOTE 4 – Les dosimètres qui respectent les exigences de cette norme donnent l'évaluation de $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$.

NOTE 5 – L'étalonnage et l'essai de type des dosimètres sont donnés à l'annexe A.

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

3.8

reference point of a dosimeter

reference point of a dosimeter is physically marked on the outside of the dosimeter used to position it at a point where the conventionally true value of the quantity to be measured is known (see figure A.1)

3.9

point of measurement

point at which conventional true values are determined and at which reference point of the dosimeter is placed for test purposes

3.10

reference orientation and calibration direction

reference orientation of the dosimeter with respect to the direction of radiation as indicated by the manufacturer

3.11

tissue

where the word "tissue" is used in this standard, the specification given in ICRU 33 is implied

3.12

dose equivalent

dose equivalent, 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:

$$H = D Q$$

Note – For beta, X and gamma radiation, Q may be taken as equal to unity for external radiation.

3.13

dose equivalent rate $\dot{H}$

quotient of dH by dt , where dH is the increment of dose equivalent in the time interval dt

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

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

3.14

personal dose equivalent $H_p(d)$

dose equivalent in soft tissue below a specified point on the body at a depth, d . The value of d is indicated in millimetres.

NOTE 1 – This quantity, $H_p(d)$, can be measured with a detector worn at the surface of the body and covered with an appropriate thickness of tissue equivalent (or surrogate) material, but the required response characteristics may also be built into the design of the dosimeter.

NOTE 2 – The recommended depth, d , for measuring strongly penetrating radiation is 10 mm, and $H_p(d)$ may be written as $H_p(10)$.

NOTE 3 – The recommended depth, d , for weakly-penetrating radiation is 0,07 mm, and $H_p(d)$ may then be written as $H_p(0,07)$.

NOTE 4 – Dosimeters which meet the requirements of this standard provide an assessment of both $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$.

NOTE 5 – The calibration and type testing of dosimeters is dealt with in annex A.

NOTE 6 – Une évaluation de $H_p(10)$ est une estimation raisonnable de la grandeur limitative de dose effective pour les rayonnements externes pénétrants, et $H_p(0,07)$ est une estimation de l'équivalent de dose à la peau.

NOTE 7 – Il convient que le transfert des données dans les deux directions, c'est-à-dire du dosimètre vers le système de lecture et du système de lecture vers le dosimètre, soit précis à un chiffre près de la décade la moins significative.

NOTE 8 – Il convient que le dosimètre fournisse une lecture directe; il peut aussi permettre une lecture indirecte par le système de lecture associé d'équivalent de dose et/ou de débit d'équivalent de dose. Il convient que les alarmes visuelles et/ou sonores pour le débit d'équivalent de dose et/ou l'équivalent de dose soient préréglables.

NOTE 9 – Le système de lecture associé, s'il est fourni, peut être utilisé pour régler les niveaux d'alarme du dosimètre et/ou pour afficher/enregistrer les lectures.

NOTE 10 – Le dosimètre étant conçu pour mesurer les équivalents de dose individuels $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ et porté par une personne, il n'est donc pas approprié comme dispositif portable de mesure des équivalents de dose ambiant et directionnel. Quand un fonctionnement en mesure de débit de dose est prévu, il convient qu'il soit possible de le désactiver.

3.15

unités

dans la norme présente, les unités du système international (SI) sont utilisées. La définition des grandeurs radiologiques et les termes dosimétriques sont donnés dans la CEI 60050(393), et la CEI 60050(394). Néanmoins, les unités suivantes peuvent être utilisées:

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

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

L'unité SI d'équivalent de dose est le sievert (symbole Sv).

4 Nomenclature des essais

4.1

essais de qualification

essais qui sont effectués afin de vérifier que les exigences de la spécification sont 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

essai d'acceptation

essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de ses spécifications [VEI 151-04-20]

4.3

essais supplémentaires

essais destinés à fournir des informations supplémentaires sur certaines caractéristiques des dosimètres

NOTE 6 – An assessment of $H_p(10)$ is meant to give a reasonable estimate of the limiting quantity effective dose from penetrating external radiation and $H_p(0,07)$ is meant to give an estimate of the equivalent dose to skin.

NOTE 7 – The transfer of data in both directions, i.e. from the dosimeter to the readout system, and from the readout system to the dosimeter, should be accurate to within one digit of the least significant decade.

NOTE 8 – The dosimeter should provide direct reading and may also have indirect reading by its associated readout system of dose equivalent and/or dose equivalent rate. The visual and/or audible alarms for dose equivalent rate and/or dose equivalent should be presettable.

NOTE 9 – The associated readout system, if supplied, may be used for the setting of the dosimeter alarm levels and/or for readout/record-keeping of the readings.

NOTE 10 – As the dosimeter is designed to measure the personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ and is worn by the individual, it is not appropriate for use as a portable measuring device for the measurement of ambient or directional dose equivalents. Where a dose rate facility is provided it should be capable of being inhibited.

3.15 units

in the present standard the units of the international system (SI) are used. The definition of radiation quantities and dosimetric terms are given in IEC 60050(393) and IEC 60050(394). Nevertheless, the following units may be acceptable in common usage:

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

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

The SI unit of dose equivalent is the sievert (symbol Sv).

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 test

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 test

test intended to provide supplementary information on certain characteristics of the dosimeters

5 Caractéristiques mécaniques

5.1 Encombrement

Les dimensions ne doivent pas dépasser 15 cm de longueur, 3 cm d'épaisseur et 8 cm de largeur, en excluant une pince ou un dispositif de maintien, et de plus le volume ne doit pas dépasser 250 cm³ en excluant une pince ou un autre dispositif de fixation.

5.2 Masse

La masse ne doit pas dépasser 200 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 dosimètre aux vêtements, par exemple une pince forte ou un anneau pour une courroie. Il convient de porter une attention particulière à la nécessaire orientation du détecteur et des indicateurs d'alarmes.

5.4 Interrupteurs

Si des interrupteurs externes sont prévus, ceux-ci doivent être protégés de façon adéquate contre toute manipulation accidentelle ou interdite. Le fonctionnement de ces interrupteurs ne doit pas interférer avec la fonction d'intégration du dosimètre. Il convient que les interrupteurs soient actionnables sous un sac plastique et avec des mains gantées, si cette méthode est utilisée pour maîtriser la dispersion de la contamination.

6 Caractéristiques générales

6.1 Classification des instruments

- Classe 1: dosimètres qui conservent l'information concernant la dose enregistrée dans toutes les circonstances normales.
- Classe 2: dosimètres susceptibles de perdre l'information concernant la dose enregistrée en cas de perte de l'alimentation principale.

6.2 Repères d'échelle

L'indication des dosimètres à lecture directe doit être numérique et doit être donnée en unités d'équivalent de dose ou de débit d'équivalent de dose, par exemple en microsieverts (μSv) ou en microsieverts par heure (μSv h⁻¹) respectivement. L'afficheur doit être clairement visible et facile à lire par celui qui le porte. L'afficheur doit clairement indiquer la grandeur mesurée.

6.3 Repères sur le dosimètre

Le point de référence dans un but d'étalonnage et d'essai doit être indiqué à l'extérieur du dosimètre (voir 3.8). L'orientation de référence par rapport au porteur doit aussi être marquée sur le dosimètre.

6.4 Mesures préventives contre la contamination radioactive

Le dosimètre doit être conçu pour minimiser la rétention de la contamination et pour faciliter la décontamination. Un dosimètre peut être fourni avec une enveloppe de protection complémentaire. Le dosimètre ainsi protégé doit être conforme aux prescriptions de cette norme.

5 Mechanical characteristics

5.1 Size

The dimensions shall not exceed 15 cm in length, 3 cm in depth, 8 cm in width, excluding any clip or retaining device, and in addition the volume shall not exceed 250 cm³ excluding the clip or other fixing arrangement.

5.2 Mass

The mass shall not exceed 200 g.

5.3 Case

The case should be smooth, rigid, shock resistant, dust and showerproof. Means shall be provided for fixing the dosimeter to clothing, e.g. a strong clip or a ring or a lanyard. 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 such switches shall not interfere with the integrating function of the dosimeter. Switches should be operable beneath a plastic bag and with gloved hands, if this method is used for controlling the spread of contamination.

6 General characteristics

6.1 Dosimeter classification

- Class 1: dosimeter which retains the stored dose information under all normal circumstances.
- Class 2: dosimeter whose stored dose information may be lost in the event of the loss of the principal power supply.

6.2 Scale markings

The indication for direct reading dosimeters shall be digital and shall be shown in units of dose equivalent or dose equivalent rate, for example microsieverts (μSv) or microsieverts per hour (μSv h⁻¹) respectively. The display shall be clearly visible and be easy to read by the wearer. The display shall clearly indicate the quantity being measured.

6.3 Dosimeter markings

The reference point for calibration and test purposes shall be indicated on the outside of the dosimeter (see 3.8). The reference orientation with respect to the wearer shall also be marked on the dosimeter.

6.4 Retention of radioactive contamination

The dosimeter shall be designed to minimize the retention of contamination and to ease its removal. A dosimeter may be provided with an additional protective cover; if fitted, the dosimeter shall still conform to the requirements of this standard.

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

Pour la plupart des applications, les débits d'équivalent de dose à mesurer par le dosimètre sont dans le domaine de $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ à 1 Sv h^{-1} pour les rayonnements X, gamma et bêta.

Les équivalents de dose à mesurer sont dans le domaine de $1 \mu\text{Sv}$ à 1 Sv pour les rayonnements X, gamma et bêta.

6.6 Indication du domaine effectif de mesure

Le domaine effectif de mesure doit s'étendre au moins de la première indication non nulle du deuxième chiffre le moins significatif jusqu'à l'indication maximale de chaque 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 soit pour les photons soit pour les particules bêta, les résultats doivent être élaborés et affichés automatiquement. Quand le dosimètre possède un changement de domaine de mesure, celui-ci doit être automatique.

6.7 Niveaux d'alarme préréglables

Il ne doit pas être possible de régler les niveaux des alarmes à l'aide d'interrupteurs externes placés sur le dosimètre. Les niveaux des alarmes doivent être réglés par le système de lecture associé, ou alors il doit être possible d'inhiber tout changement interdit du niveau d'alarme par un système d'accès limité électroniquement ou mécaniquement.

6.7.1 Alarmes d'équivalent de dose

Il doit être possible de régler l'alarme à une valeur quelconque du domaine effectif de mesure du dosimètre, ou bien au moins à une valeur de chaque décade du domaine de mesure (par exemple $3 \mu\text{Sv}$; $30 \mu\text{Sv}$; $0,3 \text{ mSv}$; 3 mSv ; 30 mSv et 300 mSv).

6.7.2 Alarmes de débit d'équivalent de dose

Il doit être possible de régler l'alarme à une valeur quelconque du domaine effectif de mesure du dosimètre, ou bien au moins à une valeur de chaque décade du domaine (par exemple $3 \mu\text{Sv h}^{-1}$; $30 \mu\text{Sv h}^{-1}$; $0,3 \text{ mSv h}^{-1}$; 3 mSv h^{-1} ; 30 mSv h^{-1} et 300 mSv h^{-1}).

6.7.3 Caractéristiques de l'alarme

a) Emplacement

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

b) Alarme sonore

Il convient que la fréquence soit comprise entre 1 000 Hz et 5 000 Hz. Dans le cas d'une alarme intermittente, l'intervalle entre deux signaux successifs ne doit pas dépasser 2 s. Lorsque le dosimètre est porté sur le corps dans la position recommandée, le volume sonore doit être supérieur à 80 dBA au niveau de l'oreille du porteur et ne doit pas dépasser 100 dBA à 30 cm de la source sonore de l'alarme. Quand le niveau de bruit ambiant peut rendre cette alarme inaudible, un signal visuel ou un écouteur doit être fourni.

6.7.4 Indication complémentaire

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

6.5 Dose equivalent rate and dose equivalent ranges

For most applications the dose equivalent rates to be measured by the dosimeter are within the range from $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ to 1 Sv h^{-1} for X, gamma and beta radiations.

The dose equivalents to be measured are within the range $1 \mu\text{Sv}$ to 1 Sv for X, gamma and beta radiations.

6.6 Effective range of measurement indication

The effective range of measurement shall be from the first non-zero indication in the second least significant digit up to the maximum indication on each range. (As an example, for a display with a maximum indication 199,9 the effective range shall extend from 1,0 to 199,9.)

Where more than one detector is used for measurement over the complete range for either the photons or beta particles, the results shall be derived and displayed automatically. Where the dosimeter has range change facilities these shall be automatic.

6.7 Presetable alarm levels

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

6.7.1 Dose equivalent alarms

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

6.7.2 Dose equivalent rate alarms

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

6.7.3 Alarm output

a) Location

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

b) Audible alarm

The frequency should be within the range 1 000 Hz to 5 000 Hz. Where an intermittent alarm is provided the signal interval shall not exceed 2 s. When the dosimeter is worn in the recommended position on the body the volume at the user's ears shall exceed 80 dBA. The A-weighted sound level shall not exceed 100 dBA at 30 cm from the alarm source. Where ambient noise levels would make this alarm inaudible, either a visual signal or ear phones shall be provided.

6.7.4 Additional indication

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

7 Procédures générales d'essai

7.1 Nature des essais

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

7.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai

Les conditions de référence sont données dans la seconde colonne du tableau 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. Il convient que les valeurs des corrections soient notées.

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 dosimètre pour les essais

Pour tous les essais impliquant l'utilisation d'un rayonnement, le point de référence du dosimètre (voir 3.8.) doit être placé au point où la valeur conventionnellement vraie de la grandeur à mesurer est connue et où l'orientation indiquée par le fabricant est en accord avec la direction du champ du rayonnement. Cela ne doit pas être exigé dans le cas des essais de variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence.

7.4 Faibles débits d'équivalent de dose individuel

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 de tout effet inhérent (bruit électronique ou radioactivité inhérente). Il est opportun que le dosimètre soit construit avec des composants qui produisent un signal parasite total correspondant à un débit d'équivalent de dose individuel inférieur à $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$.

7.5 Fluctuations statistiques

Si, pour tout essai impliquant l'utilisation d'un rayonnement, l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication est une fraction significative de la variation de l'indication permise dans l'essai, alors des lectures en nombre suffisant doivent être faites pour s'assurer que la valeur moyenne de telles lectures peut être estimée avec une précision suffisante pour déterminer si les exigences pour la caractéristique en essai sont atteintes. Des exemples sont donnés à l'annexe 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 spécifié de rayonnement (voir tableau 1). La construction et les conditions d'utilisation des sources de rayonnements doivent être en accord avec les recommandations de l'ISO 4037-1, de l'ISO 4037-2 et de l'ISO 6980.

7 General test procedures

7.1 Nature of tests

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

7.2 Reference conditions and standard test conditions

Reference conditions are given in the second column of table 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. The values of any corrections should be stated.

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 dosimeter for the purpose of testing

For all tests involving the use of radiation the reference point of the dosimeter (see 3.8) shall be placed at the point where the conventional true value of the quantity to be measured is known and oriented with respect to the direction of the radiation field as indicated by the manufacturer. This shall not be required for test of variation of response with angle of incidence.

7.4 Low personal 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 that the dosimeter is constructed from components that produce a total interfering signal corresponding to a personal dose equivalent rate of less than $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$.

7.5 Statistical fluctuations

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

7.6 Reference radiations

Unless otherwise specified in the individual methods of test, all tests involving the use of radiation should be carried out with the specified type of radiation (see table 1). The production and conditions of use of the radiation sources shall be in accordance with ISO 4037-1, ISO 4037-2 and ISO 6980.

7.6.1 Rayonnement de référence gamma et bêta

Le rayonnement gamma de référence doit être celui du nucléide ^{137}Cs .

Le rayonnement bêta de référence doit être celui des nucléides $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

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 dosimètre ne doit pas dépasser $\pm 15\%$ sur tout le domaine effectif de la mesure d'équivalent de dose et ne doit pas dépasser $\pm 20\%$ sur tout le domaine effectif de la mesure du débit d'équivalent de dose. Pour la plus petite décade ou la plus petite échelle du domaine effectif de mesure du débit d'équivalent de dose, l'erreur intrinsèque relative $\pm 30\%$ ne doit pas être dépassée. Ces exigences sont applicables pour les rayonnements de photon et de bêta et pour les grandeurs $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$.

8.1.2 Détermination de l'erreur relative intrinsèque (méthode d'essai)

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 meilleure que 10% . Ces essais doivent être exécutés avec des sources de ^{137}Cs pour $H_p(10)$ et $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ pour $H_p(0,07)$ irradiant le dosimètre sur un fantôme approprié (voir annexe A) dans la direction d'étalonnage. Les écrans des sources doivent respecter les prescriptions des normes ISO appropriées. Dans le cas où plusieurs sources sont utilisées, les activités relatives des sources utilisées doivent être telles que le domaine utile des équivalents de dose (débits) pouvant être obtenu avec chaque source au point d'essai (par modification de la distance entre la source et le détecteur du dosimètre) recouvre le domaine utile des équivalents de dose (débits) pouvant être obtenu avec au moins une des autres sources utilisées. De cette manière, les équivalents de dose (débits) de toutes les sources utilisées peuvent être étalonnés en fonction d'une source particulière qui peut être considérée comme la source de référence. Quand c'est possible, il convient d'utiliser des débits d'équivalent de dose $< 1 \text{ mSv h}^{-1}$ pour déterminer l'erreur relative intrinsèque pour les dosimètres mesurant l'équivalent de dose. Quand pour des raisons pratiques ce n'est pas possible – par exemple les temps d'exposition seraient trop longs – des équivalents de dose plus élevés (débits) doivent être utilisés et, si nécessaire, des corrections pour non-linéarité du dosimètre doivent être appliquées. Le paragraphe 8.7 décrit les essais pour déterminer la dépendance au débit d'équivalent de dose des dosimètres mesurant l'équivalent de dose.

b) Essais à exécuter

Un essai de type doit être effectué sur au moins un dosimètre de la série et des essais de série doivent être effectués sur chaque dosimètre. Les essais doivent être effectués séparément avec un rayonnement bêta, avec un rayonnement de photon et avec un mélange de rayonnements bêta et photon (avec une contribution de dose approximativement égale de chaque source).

Essai de type

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

Essai de série

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

7.6.1 Reference gamma and beta radiation

The reference gamma radiation shall be that provided by the nuclide ^{137}Cs .

The reference beta radiation shall be that provided by the nuclides $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

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 dosimeter shall not exceed $\pm 15\%$ over the whole effective range of dose equivalent measurement and shall not exceed $\pm 20\%$ over the whole effective range of dose equivalent rate measurement. For the lowest decade or scale of dose equivalent rate of the effective range $\pm 30\%$ shall not be exceeded. These requirements are applicable for both photon and beta radiations and for both quantities $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$.

8.1.2 Determination of relative intrinsic error (method of test)

a) Source to be used

For the purpose of this test, the conventional true value of the personal dose equivalent, or rate, at the point of test shall be known with an uncertainty of better than 10 %. The tests shall be performed with sources of ^{137}Cs for $H_p(10)$ and $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ for $H_p(0,07)$ irradiating the dosimeter on an appropriate phantom (see annex A) in the calibration direction. Shielding of sources shall meet requirements of appropriate ISO standards. In the case where multiple sources are used, 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 dosimeter) overlaps the useful range of dose equivalent (rates) obtainable from at least one other of the sources used. In this way, the dose equivalent (rates) from all sources used may be normalised with respect to one particular source, which may be considered as the reference source. Where possible dose equivalent rates of $< 1 \text{ mSv h}^{-1}$ should be used for determining the relative intrinsic error for dose equivalent measuring dosimeters. Where for practical reasons this is not possible, e.g. exposure times would be too long, higher dose equivalent (rates) shall be used, and where applicable, corrections for non-linearity of the dosimeter be applied. Subclause 8.7 describes the tests for determining dose equivalent rate dependence of dose equivalent measuring dosimeters.

b) Tests to be performed

A type test shall be carried out on at least one dosimeter of the series, and routine tests shall be performed on each dosimeter. The tests shall be performed separately with beta radiation, with photon radiation and with a mixture of both beta and photon radiations (with approximately equal dose contributions from each source).

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 above 50 % of the maximum of the range of measurement.

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 ne doit excéder $\pm(15 + x) \%$ pour l'équivalent de dose, où x est l'incertitude en pourcentage sur la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (remarquer que x doit être inférieure à 10 %). Pour le débit d'équivalent de dose, aucune valeur de l'erreur intrinsèque relative ne doit dépasser $\pm(20 + x) \%$, 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 (remarquer que x doit être inférieure à 10 %).

Il est admis qu'il n'y a pas d'incertitude associée aux facteurs utilisés pour convertir le kerma air en équivalent de dose individuel.

Les prescriptions ci-dessus sont applicables à tout système de lecture associé qui serait fourni.

8.2 Temps de réponse

Ces essais doivent être réalisés séparément pour $H_p(10)$ et pour $H_p(0,07)$.

8.2.1 Fonctionnement en débit d'équivalent de dose

8.2.1.1 Prescriptions

Quand le dosimètre est exposé à un échelon croissant ou décroissant du débit d'équivalent de dose à l'intérieur du domaine effectif du dosimètre, l'afficheur doit indiquer le nouveau débit d'équivalent de dose avec une erreur inférieure à 10 % en moins de 5 s pour un échelon croissant et 10 s pour un échelon décroissant. Ou, en variante, aucun délai de réaction de l'alarme ne doit conduire à une dose reçue dépassant $1 \mu\text{Sv}$. Ces prescriptions doivent s'appliquer pour un débit d'équivalent de dose initial supérieur à $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$.

8.2.1.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, le dosimètre doit être placé dans le champ de photons de référence, avec un débit d'équivalent de dose $>10 \mu\text{Sv h}^{-1}$; après stabilisation la valeur est lue, soit $\dot{H}$ bas. Le débit d'équivalent de dose doit ensuite être augmenté presque instantanément d'un facteur de dix approximativement et les lectures enregistrées en continu jusqu'à ce que le dosimètre se stabilise au nouveau débit d'équivalent de dose plus élevé. L'accroissement jusqu'à 90 % de la lecture haute $\dot{H}$ haut doit être effectué en moins de 5 s. Ensuite le débit d'équivalent de dose doit être réduit presque instantanément à la valeur initiale $\dot{H}$ bas. La lecture du dosimètre doit correspondre à 10 % près à la lecture $\dot{H}$ bas en moins de 10 s. L'accroissement de dose pendant le temps que met l'alarme à répondre doit être mesuré et doit être inférieur à $1 \mu\text{Sv}$.

8.3 Précision de l'alarme pour une valeur présélectionnée

Ces essais doivent être réalisés séparément pour $H_p(10)$ et pour $H_p(0,07)$.

8.3.1 Fonctionnement en débit d'équivalent de dose

8.3.1.1 Prescriptions

Pour un dosimètre exposé à un débit d'équivalent de dose de 20 % inférieur au débit d'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme pendant 10 min, l'alarme ne doit pas s'activer. De même, pour un dosimètre exposé à un débit d'équivalent de dose de 20 % supérieur au débit d'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme, l'alarme doit s'activer. Pour un dosimètre exposé à un débit d'équivalent de dose de 20 % supérieur au débit d'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme, il convient que l'alarme s'active en moins de 5 s ou en un temps tel que son produit par le débit d'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme soit inférieur à $10 \mu\text{Sv}$.

8.1.3 Interpretation of the results

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

No single value of the relative intrinsic error shall exceed $\pm(15 + x)$ % for dose equivalent, where x is the uncertainty of the conventional true value of the dose equivalent (note that x must be less than 10 %). For dose equivalent rate no single value of the relative intrinsic error shall exceed $\pm(20 + x)$ % or for the lowest decade or scale $\pm(30 + x)$ %, where x % is the uncertainty of the conventional true value of the dose equivalent rate (note that x % must be less than 10 %).

It is assumed that there is no uncertainty associated with the factors used to convert photon air kerma to personal dose equivalent).

The above requirements are applicable to any associated readout system supplied.

8.2 Response time

These tests shall be performed separately for $H_p(10)$ and for $H_p(0,07)$.

8.2.1 Dose equivalent rate facility

8.2.1.1 Requirements

When the dosimeter is subjected to a step increase or decrease in dose equivalent rate within the effective range of the dosimeter, the readout shall indicate the new dose equivalent rate with an error of less than 10 % within 5 s for a step increase and 10 s for a step decrease. Alternatively, any delay in the alarm responding shall not result in the receipt of a dose in excess of 1 μSv . These requirements shall apply for initial dose equivalent rates greater than 10 $\mu\text{Sv h}^{-1}$.

8.2.1.2 Method of test

For this test the dosimeter shall be placed in the reference photon field with a dose equivalent rate of $>10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ and allowed to stabilize and the reading taken, say $\dot{H}$ low. The dose equivalent rate shall then be increased instantaneously by approximately a factor of 10 and readings recorded continuously until the dosimeter stabilizes at the new higher dose equivalent rate. The change to 90 % of the high reading $\dot{H}$ high shall take less than 5 s. Next the dose equivalent rate shall be reduced instantaneously to the initial value $\dot{H}$ low. The dosimeter reading shall be within 10 % of the new reading $\dot{H}$ low within 10 s. The dose accrued during the delay in the alarm responding shall be measured and shall be less than 1 μSv .

8.3 Accuracy of alarm to set value

These tests shall be performed separately for $H_p(10)$ and for $H_p(0,07)$.

8.3.1 Dose equivalent rate facility

8.3.1.1 Requirements

When the dosimeter is subjected to a dose equivalent rate of 20 % less than of the dose equivalent rate alarm set point for 10 min, the alarm shall not be activated. Similarly at a dose equivalent rate of 20 % greater than the alarm level set, this alarm shall be activated. When the dosimeter is subjected to a dose equivalent rate of 20 % greater than the dose equivalent rate alarm set point, the alarm should actuate within 5 s or within a time such that the product of this time and the dose equivalent rate of the alarm point is less than 10 μSv .

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

8.3.1.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, le dosimètre doit être placé sur un fantôme approprié (voir l'annexe A). Exposer le dosimètre au plus faible débit d'équivalent de dose, $0,80 (1 - x/100)$ multiplié par la valeur du niveau de réglage de l'alarme, pendant 10 min. Pendant ce temps l'alarme ne doit pas s'activer.

Exposer le dosimètre au plus fort débit d'équivalent de dose, $1,20 (1 + x/100)$ multiplié par la valeur du 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 μSv . Pendant toute la durée de l'essai l'alarme doit être active.

8.3.2 Fonctionnement en équivalent de dose

8.3.2.1 Prescriptions

Pour un dosimètre irradié à un équivalent de dose de 15 % inférieur à la valeur de l'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme, aucune alarme ne doit s'activer et, pour le dosimètre irradié à un équivalent de dose de 15 % supérieur à la valeur de l'équivalent de dose du point présélectionné de l'alarme, l'alarme doit s'activer.

Deux essais au moins doivent être effectués, l'un avec l'alarme réglée près de la valeur maximale de l'étendue 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 dosimètre doit être placé sur un fantôme approprié (voir l'annexe A). Le dosimètre doit être remis à zéro et ensuite irradié avec un débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai tel que l'alarme n'apparaisse pas pendant au moins 100 s. Le temps d'exposition du dosimètre jusqu'à ce que l'alarme apparaisse doit être mesuré, et les critères suivants doivent être vérifiés.

Le quotient de [(la valeur du point de réglage de l'alarme en Sv multipliée par 3 600] par [(la valeur du débit d'équivalent de dose utilisé en Sv h^{-1} multipliée par la valeur du temps mesurée en secondes)] doit être compris entre $0,85 (1 - x/100)$ et $1,15 (1 + x/100)$, où x est l'incertitude en pourcentage du débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai utilisé.

8.4 Variation de la réponse avec l'énergie du rayonnement

8.4.1 Prescriptions: rayonnement bêta

La réponse en terme de $H_p(0,07)$, dans la direction d'étalonnage, au rayonnement bêta incident d'énergie $E_{\text{max}} = 0,78 \text{ MeV}$ et $E_{\text{max}} = 3,5 \text{ MeV}$ doit être, à ± 30 % près, égale à la réponse au rayonnement de référence du $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

De plus le fabricant doit donner la réponse au rayonnement bêta du ^{147}Pm ($E_{\text{max}} = 0,225 \text{ MeV}$).

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

8.3.1.2 Method of test

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

Expose the dosimeter 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 this time multiplied by the dose equivalent rate shall be less than $10 \mu\text{Sv}$. Over the whole period of the test, the alarm shall be activated.

8.3.2 Dose equivalent facility

8.3.2.1 Requirements

When the dosimeter is subjected to a dose of 15 % less than the dose equivalent alarm set point, no alarm shall be given and when the dosimeter is subjected to a dose equivalent of 15 % greater than the dose equivalent alarm set point, the alarm shall sound.

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

8.3.2.2 Method of test

For this test the dosimeter shall be placed on an appropriate phantom (see annex A). The dosimeter shall be reset and then subjected to a conventional true dose equivalent rate such that the alarm will not occur for at least 100 s. The time of exposure of the dosimeter until the alarm occurs is to be measured and the following criteria shall be met:

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

8.4 Variation of response with radiation energy

8.4.1 Requirements: beta radiation

The $H_p(0,07)$ response, in the calibration direction to incident beta radiation of energy $E_{\text{max}} = 0,78 \text{ MeV}$ and $E_{\text{max}} = 3,5 \text{ MeV}$ shall be within $\pm 30\%$ of the response to the $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ reference radiation.

In addition, the manufacturer shall state the response to the beta radiation from ^{147}Pm ($E_{\text{max}} = 0,225 \text{ MeV}$).

8.4.2 Méthode d'essai

Pour cet essai le dosimètre doit être placé sur un fantôme approprié (voir l'annexe A). Les qualités de rayonnements de références suivantes, sélectionnées à partir de la liste des rayonnements de référence bêta spécifiés dans l'ISO 6980, doivent être utilisées:

- ^{147}Pm ($E_{\text{max}} = 0,225 \text{ MeV}$);
- ^{204}Tl ($E_{\text{max}} = 0,78 \text{ MeV}$);
- $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ($E_{\text{max}} = 2,2 \text{ MeV}$);
- $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ ($E_{\text{max}} = 3,5 \text{ MeV}$).

En pratique, la difficulté d'obtenir une source convenable de $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ peut être rencontrée. Dans ce cas, aucun essai n'est fait avec cette source.

Les résultats doivent être exprimés par le rapport de la valeur indiquée à la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose individuel (débit) $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour chaque énergie de rayonnement. En principe il est souhaitable que cet essai soit exécuté au même équivalent de dose (débit) pour chaque qualité de rayonnement. En pratique, cela peut ne pas être possible. Dans ce cas, l'équivalent de dose indiqué (débit) pour chaque qualité de rayonnement doit être corrigé de l'erreur intrinsèque relative (interpolée si nécessaire) de l'équivalent de dose (débit) indiqué pour le rayonnement de référence bêta (voir 8.1.2).

8.4.3 Prescriptions: rayonnement de photons

La réponse pour $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ dans la direction d'étalonnage, pour un rayonnement incident d'énergie comprise entre 20 keV et 1,5 MeV, ne doit pas différer de plus de $\pm 30 \%$ de la réponse au rayonnement de référence gamma ^{137}Cs (662 keV). Si le dosimètre doit être utilisé pour mesurer des doses au voisinage de réacteur nucléaire produisant un rayonnement gamma d'énergies atteignant 10 MeV, sa réponse à 6 MeV ne doit pas différer de plus de -50% à $+100 \%$ de sa réponse au rayonnement de référence du ^{137}Cs .

8.4.4 Méthode d'essai

Pour cet essai le dosimètre doit être placé sur un fantôme approprié (voir l'annexe A). Les énergies moyennes suivantes sélectionnées à partir de la liste des rayonnements de référence spécifiés dans l'ISO 4037 pour la série à faible débit de kerma dans l'air doivent être utilisées:

- a) rayons X filtrés de 17, 26, 30, 48, 60 (ou ^{241}Am), 87, 109, 148, 185 et 211 keV;

NOTE – Les détails de ces rayonnements de référence sont donnés dans l'ISO 4037-1.

- b) rayonnement gamma du ^{137}Cs (662 keV) et ^{60}Co (1,17 MeV et 1,33 MeV). Si, pour la conception du dosimètre, les débits de kerma dans l'air de la série à faible débit de kerma dans l'air sont insuffisants pour exécuter l'essai convenablement, alors les énergies suivantes de la série étroite doivent être utilisées (20, 24, 33, 48, 65, 83, 100, 118, 164 et 208 keV).

Pour l'étalonnage à 6 MeV, il convient que le dosimètre soit irradié avec des couches additionnelles de matériau équivalent au tissu dans le faisceau pour que la réponse de l'instrument soit déterminée dans les conditions de l'équilibre électronique. Il convient que l'épaisseur de la couche additionnelle assure que la mesure soit faite pour une épaisseur totale, détecteur et paroi du dosimètre + matériau d'enrichissement de 40 mm de matériau équivalent au tissu. Toutefois, en pratique, la dose à 10 mm de profondeur peut être plus grande que celle à 40 mm à cause de la présence d'électrons dans le faisceau incident. La valeur indiquée du dosimètre à cette énergie est alors égale à la valeur extrapolée sur la courbe d'atténuation des photons à 10 mm de profondeur (voir ISO 4037-1). Les résultats doivent être exprimés par le rapport des valeurs indiquées aux valeurs conventionnellement vraies de l'équivalent de dose individuel (débit) $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$, pour chaque énergie de rayonnement.

8.4.2 Method of test

For this test the dosimeter shall be placed on an appropriate phantom (see annex A). The following reference radiation qualities selected from the list of beta reference radiations specified in ISO 6980 shall be used:

- ^{147}Pm ($E_{\text{max}} = 0,225 \text{ MeV}$);
- ^{204}Tl ($E_{\text{max}} = 0,78 \text{ MeV}$);
- $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ($E_{\text{max}} = 2,2 \text{ MeV}$);
- $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ ($E_{\text{max}} = 3,5 \text{ MeV}$).

In practice difficulty in obtaining a suitable $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ source may be experienced. In this case, no test is made with that source.

The results shall be expressed as the ratio of the indicated value to the conventional true value of the personal dose equivalent (rate) $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ for each radiation energy. In principle, it is desirable that this test be performed at the same dose equivalent (rate) for each radiation quality. In practice this may not be possible, in which case the indicated dose equivalent (rate) for each radiation quality shall be corrected for the relative intrinsic error (interpolated if necessary) at that indicated dose equivalent (rate) for the reference beta radiation quality (see 8.1.2).

8.4.3 Requirements: photon radiation

The response for $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ in the calibration direction, to incident radiation of energy between 20 keV and 1,5 MeV shall not differ by more than $\pm 30 \%$ from the response to the ^{137}Cs (662 keV) reference gamma radiation. If the dosimeter is to be used for measuring doses in the vicinity of nuclear reactor installations producing gamma radiation with energies up to 10 MeV, its response at 6 MeV shall not differ by more than -50% to $+100 \%$ from its response to the ^{137}Cs reference radiation quality.

8.4.4 Method of test

For this test the dosimeter shall be placed on an appropriate phantom (see annex A). The following mean energies selected from the list of photon reference radiations specified in ISO 4037 for the low air kerma rate series shall be used:

- a) filtered X-rays of 17, 26, 30, 48, 60 (or ^{241}Am), 87, 109, 148, 185, and 211 keV;

NOTE – Details of these reference radiations are given in ISO 4037-1.

- b) gamma radiation from ^{137}Cs (662 keV) and ^{60}Co (1,17 MeV and 1,33 MeV). If, because of the design of dosimeter, the air kerma rates from the low air kerma rate series are insufficient to perform the test conveniently, then the following energies of the narrow series shall be used (20, 24, 33, 48, 65, 83, 100, 118, 164 and 208 keV).

For calibration at 6 MeV, the dosimeter should be exposed with additional layers of tissue-equivalent material in the beam so that the response of the instrument can be determined under conditions of transient electronic equilibrium. The thickness of the added layer should enable a measurement to be made for a total thickness, detector and dosimeter wall plus build-up material, of 40 mm of tissue-equivalent material. However, in practice the dose at 10 mm depth may be greater than that at 40 mm due to the presence of electrons in the incident beam. The dosimeter's indicated value at this energy is then taken as the extrapolated value over the photon attenuation part of the curve to the reading at 10 mm depth (see ISO 4037-1). The results shall be expressed as the ratio of the indicated values to the conventionally true value of the personal dose equivalent (rate), $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$, for each radiation energy.

En principe, il est souhaitable que ces essais soient exécutés au même équivalent de dose (débit) pour chaque énergie de rayonnement. En pratique, cela peut ne pas être possible. Dans ce cas l'équivalent de dose indiqué (débit) à chaque énergie de rayonnement doit être corrigé de l'erreur intrinsèque relative (par interpolation – voir 8.1.2).

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

8.5.1 Prescriptions: rayonnement bêta

Pour deux plans, l'un horizontal et l'autre vertical, passant par le point de référence du dosimètre (voir figure A.1), le rapport de la lecture $H_p(0,07)$ du dosimètre à l'angle α à la lecture du dosimètre à $\alpha = 0^\circ$ pour les angles de 0° , $\pm 20^\circ$, $\pm 40^\circ$ et $\pm 60^\circ$ doit correspondre à $\pm 30\%$ près aux rapports donnés dans le tableau A.4 pour une source de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$. Il convient de déterminer les caractéristiques de réponse angulaire du dosimètre en tournant le dosimètre autour de deux axes à angle droit parallèles à la face avant du fantôme (voir 8.5.2 et 8.5.3), avec le point de référence du dosimètre sur l'axe de rotation.

8.5.2 Méthode d'essai

Placer le dosimètre sur un fantôme approprié (voir l'annexe A) dans la position normale d'utilisation, la source de rayonnement dirigée selon la direction de référence pour l'étalonnage spécifiée par le fabricant. La lecture dans cette position doit être relevée. Pour les deux plans, horizontal et vertical, le dosimètre et son fantôme doivent être orientés dans les deux directions aux angles de $+20^\circ$ et -20° , $+40^\circ$ et -40° , $+60^\circ$ et -60° par rapport à l'incidence normale. Les lectures doivent être prises pour toutes ces orientations et les rapports calculés pour les lectures à ces angles par rapport à la lecture à 0° . Ces rapports doivent être à $\pm 30\%$ près des valeurs appropriées pour le $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

8.5.3 Prescriptions: rayonnement de photons

Pour deux plans, l'un horizontal et l'autre vertical, passant par le point de référence du dosimètre (voir figure A.1), le rapport des lectures $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ du dosimètre à l'angle α à la lecture du dosimètre à $\alpha = 0^\circ$ pour les angles de 0 à $+60^\circ$ et -60° par pas de 15° doit correspondre à $\pm 20\%$ près aux rapports donnés dans le tableau A.5 pour le ^{137}Cs , et à $\pm 50\%$ près aux rapports pour l' ^{241}Am (ou le rayonnement X filtré de 60 keV).

Pour connaître la sensibilité du dosimètre dans toutes les directions, le fabricant doit fournir les valeurs de la réponse en fonction de l'angle pour les deux plans sur 360° dans l'air.

8.5.4 Méthode d'essai

L'essai doit être réalisé pour le rayonnement de photons de l' ^{241}Am (59,5 keV) (ou le rayonnement X filtré de 60 keV) et du ^{137}Cs (662 keV). Il convient que la réalisation et les conditions d'utilisation des sources de rayonnement soient en accord avec les recommandations de l'ISO 4037-1.

Placer le dosimètre sur un fantôme approprié (voir l'annexe A) dans la position normale d'utilisation, la source de rayonnement dirigée selon la direction de référence pour l'étalonnage spécifiée par le fabricant. La lecture dans cette position doit être relevée. Pour les deux plans, horizontal et vertical, le dosimètre et son fantôme doivent être orientés aux angles de $+15^\circ$, -15° , $+30^\circ$, -30° , $+45^\circ$, -45° , $+60^\circ$ et -60° .

Les lectures doivent être prises pour toutes ces orientations et les rapports calculés pour les lectures à ces angles par rapport à la lecture à 0° .

In principle, it is desirable that these tests 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 – see 8.1.2).

8.5 Variation of response with angle of incidence of radiation

8.5.1 Requirements: beta radiation

For two planes, one horizontal and one vertical through the reference point of the dosimeter (see figure A.1), the ratio of the dosimeter reading $H_p(0,07)$ at α relative to the reading at $\alpha = 0^\circ$ for angles 0° , $\pm 20^\circ$, $\pm 40^\circ$ and $\pm 60^\circ$ shall be within $\pm 30\%$ of the ratios given in table A.4 for the $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ source. The dosimeter's angular response characteristics should be determined by rotating the dosimeter about two axes at right angles in the front face of the phantom (see 8.5.2 and 8.5.3), with the reference point of the dosimeter on the axes of rotation.

8.5.2 Method of test

Place the dosimeter on an appropriate phantom (see annex A) in its normal position of use, with the source of radiation in the reference direction for calibration purposes specified by the manufacturer. The reading in this position shall be noted. For the two planes, horizontal and vertical, the dosimeter and its phantom shall be rotated in both directions to angles of $+20^\circ$ and -20° , $+40^\circ$ and -40° and $+60^\circ$ and -60° 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 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

8.5.3 Requirements: photon radiation

For two planes, one horizontal and one vertical through the reference point of the dosimeter (see figure A.1), the ratio of the dosimeter $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ readings at α relative to the reading at $\alpha = 0^\circ$ for angles from 0° to $\pm 60^\circ$ in 15° steps shall be within $\pm 20\%$ of the ratios given in table A.5 for ^{137}Cs and within $\pm 50\%$ of the ratios for ^{241}Am (or 60 keV filtered X radiation).

In order to know the sensitivity of the dosimeter in all directions, the manufacturer shall provide the angular response data for the two planes over 360° in air.

8.5.4 Method of test

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

Place the dosimeter on an appropriate phantom (see annex A) in its normal position of use, with the source of radiation in the reference direction for calibration purposes specified by the manufacturer. The reading in this position shall be noted. For two planes, horizontal and vertical, the dosimeter and the phantom shall be rotated to angles of $+15^\circ$, -15° , $+30^\circ$, -30° , $+45^\circ$, -45° , $+60^\circ$ and -60° .

The readings shall be taken at all these orientations and the ratios at these angles relative to 0° calculated.

8.6 Conservation de la lecture

Cela s'applique au fonctionnement du dosimètre en mesure d'équivalent de dose, mais ne s'applique pas au fonctionnement du dosimètre en mesure de débit d'équivalent de dose.

Ces exigences doivent être vérifiées séparément pour $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$.

8.6.1 Prescriptions

- A la fin de chaque période d'exposition, la lecture du dosimètre et de celle indiquée par un système quelconque de lecture associé, s'il est fourni, ne doit pas varier de plus de la plus grande des deux valeurs, $\pm 2 \%$ ou une unité du chiffre le moins significatif, pendant les 8 h qui suivent.
- Cette exigence n'est pas applicable aux dosimètres de la classe 2. Vingt-quatre heures après la perte ou l'arrêt de la tension d'alimentation principale, l'équivalent de dose intégré mesuré par le dosimètre, ou par un système quelconque de lecture associé, avant cette perte ou cet arrêt, ne doit pas changer de plus de $\pm 5 \%$, ou une unité du chiffre le moins significatif, après rétablissement de la tension d'alimentation principale.

8.6.2 Méthode d'essai

- Exposer le dosimètre à une source de rayonnement de photons et ensuite une source de rayonnement bêta donnant un équivalent de dose suffisamment élevé pour que toute accumulation ultérieure due au rayonnement du bruit de fond puisse être négligée. Cesser l'irradiation immédiatement après la fin de la période d'intégration et relever la valeur affichée. Chaque heure jusqu'à 8 h, après la fin de la période d'intégration, lire l'affichage. Aucune de ces huit lectures ne doit différer de la plus grande des deux valeurs, $\pm 2 \%$ de la valeur initiale de lecture ou une unité du chiffre le moins significatif.
- Pour les dosimètres de la classe 1 seulement, exposer le dosimètre à une source de rayonnement donnant un équivalent de dose suffisamment élevé pour que toute accumulation due au rayonnement du bruit de fond puisse être négligée. Relever la valeur affichée. Les piles principales doivent alors être retirées du dosimètre. (Quand la pile principale tombe en panne ou est enlevée, l'affichage de la lecture peut disparaître ou être remplacé par une information.) Après 24 h, les piles principales du dosimètre doivent être remises ou rechargées. La lecture de l'équivalent de dose obtenu ne doit pas différer de plus de $\pm 5 \%$ de la dernière valeur obtenue avant que les piles ne soient enlevées, ou il convient qu'il n'y ait pas de modification du chiffre le moins significatif.

8.7 Influence du débit d'équivalent de dose pour la mesure de la dose

8.7.1 Prescriptions

La réponse du dosimètre doit être telle que l'erreur intrinsèque relative de l'équivalent de dose reste comprise dans une fourchette de $\pm 20 \%$ pour tous les débits d'équivalent de dose jusqu'à 1 Sv h^{-1} .

Cette exigence doit être vérifiée séparément pour le rayonnement de photons et le rayonnement bêta.

8.7.2 Méthode d'essai (uniquement pour l'essai de type)

Déterminer l'erreur intrinsèque relative du dosimètre à 80% de chaque décade quand le dosimètre est exposé à une source de référence correspondant approximativement aux débits d'équivalent de dose suivants:

10 mSv h^{-1} , 100 mSv h^{-1} et 1 Sv h^{-1}

8.6 Retention of dose equivalent reading

This applies to the dosimeter facility that measures dose equivalent, i.e. it does not apply to the facility for the measurement of dose equivalent rate.

These requirements shall be tested separately for both $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$.

8.6.1 Requirements

- a) At the end of any exposure period, the reading of the dosimeter and that indicated by any associated readout system, if supplied, shall not change by more than $\pm 2\%$ or a single change in at least significant digit, whichever is the greatest, over the next 8 h.
- b) This requirement is not applicable to class 2 dosimeters. After 24 h from the loss or interruption of the principal voltage supply, the integrated dose equivalent measured by the dosimeter, and from any associated readout system, prior to this loss or interruption, shall not change by more than $\pm 5\%$, or a change in the least significant digit, upon replacement of the principal voltage supply.

8.6.2 Method of test

- a) Expose the dosimeter to a source of photon and subsequent beta radiation giving a dose equivalent sufficiently high that any subsequent accumulation due to background radiation can be neglected. Cease the irradiation immediately when the integration period is completed and note the displayed reading. Every hour up to 8 h after the end of the integration period, read the display. None of these eight readings shall differ by more than a least significant digit or by more than $\pm 2\%$ compared with the initial reading, whichever is the greatest.
- b) For class 1 dosimeters only, expose the dosimeter to a source of radiation giving a dose equivalent sufficiently high that any subsequent accumulation due to background radiation can be neglected. Note the displayed reading. The principal batteries shall then be removed from the dosimeter. (When the principal battery fails or is removed the reading may disappear or be replaced by some instruction.) After 24 h the principal batteries of the dosimeter shall be replaced or recharged. The reading of dose equivalent obtained shall not differ by more than $\pm 5\%$ from the last value obtained before the principal batteries were removed, or there should be no change in the least significant digit.

8.7 Dose equivalent rate dependence for dose measurements

8.7.1 Requirements

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

This requirement shall be tested separately for both photon radiation and beta radiation.

8.7.2 Method of test (type test only)

Determine the relative intrinsic error of the dosimeter at 80 % of each decade when the dosimeter is exposed to a reference source at approximately the following dose equivalent rates:

10 mSv h⁻¹, 100 mSv h⁻¹ and 1 Sv h⁻¹

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

Toutefois, puisque le dosimètre peut être porté de façon opérationnelle dans des zones de forts débits transitoires d'équivalent de dose, le dosimètre doit être essayé pour de courtes expositions dans ces conditions. Le dosimètre doit être exposé pendant 5 s à un débit approximatif de 1 Sv h^{-1} et la lecture doit être à $\pm 20 \%$ près de la valeur de l'équivalent de dose calculée pour 5 s d'irradiation. Par accord entre le fabricant et l'acheteur, l'essai à 1 Sv h^{-1} avec le rayonnement bêta peut être remplacé par un essai approprié avec un rayonnement de photons.

8.8 Caractéristiques de surcharge

8.8.1 Prescriptions

Cette exigence doit être vérifiée séparément pour $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$.

Pour un équivalent de dose (débit) plus grand que celui correspondant à la valeur maximale de la plus haute décade et jusqu'à dix fois l'indication maximale, le dosimètre doit être «hors échelle» au-delà du maximum de la plus haute échelle et doit rester ainsi tant que persiste le champ de rayonnement. Le fabricant doit donner le temps que prennent les dosimètres fonctionnant en débit d'équivalent de dose pour revenir à la lecture appropriée du débit d'équivalent de dose «en fonctionnement normal» suivant l'irradiation où il était en surexposition.

Pour l'exposition en équivalent de dose, l'indication doit rester «hors échelle» jusqu'à ce qu'on l'enlève du champ d'irradiation. Pour les dosimètres mesurant l'équivalent de dose lorsque le débit d'équivalent de dose dépasse le débit mesurable, une condition de surcharge doit être indiquée et rester jusqu'à la réinitialisation. Les débits mesurables sont ceux pour lesquels les prescriptions de 8.8 sont vérifiées. Le fabricant doit donner la limite supérieure de ces débits. Le dosimètre doit continuer à fonctionner correctement après achèvement de ces essais.

8.8.2 Méthode d'essai

Il convient que cet essai soit exécuté en utilisant une source de ^{137}Cs . Quand les débits de dose du ^{137}Cs ne sont pas assez hauts, une source de ^{60}Co peut être utilisée.

8.8.2.1 Dosimètres d'équivalent de dose

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

8.8.2.2 Dosimètres de débit d'équivalent de dose

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

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

8.9 Réponse au rayonnement neutronique

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

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

However, since the dosimeter may be worn operationally in areas of transient high dose equivalent rates the dosimeter shall be tested for short exposure under these conditions. The dosimeter shall be exposed for 5 s at approximately 1 Sv h^{-1} and it shall then read within $\pm 20\%$ of the calculated dose equivalent for 5 s irradiation. By agreement between the manufacturer and the purchaser, the test at 1 Sv h^{-1} with beta radiation is permitted to be replaced by an appropriate test with photon radiation.

8.8 Overload characteristics

8.8.1 Requirements

These requirements shall be separately tested for both $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$.

For dose equivalent (rates) greater than that corresponding to the maximum value of the upper decade and up to ten times the maximum indication, the dosimeter shall be "off-scale" at the higher end of the scale and shall remain so whilst in that radiation field. The manufacturer shall state the time taken for dosimeters that indicate dose equivalent rate to return to the appropriate "on-scale" dose equivalent rate reading following their radiation to this over-exposure.

For the dose equivalent irradiation, the indication shall remain "off-scale" upon removal from the radiation field. For dose equivalent dosimeters where the dose equivalent rate during integration exceeds the measurable rate, then an overload condition shall be indicated and remain until reset. The measurable rates are those for which the requirements of 8.8 are met; the manufacturer shall state the upper limits of such rates. The dosimeter shall continue to function satisfactorily upon completion of these tests.

8.8.2 Method of test

This test should be performed using a ^{137}Cs source. Where ^{137}Cs dose rates are not high enough, a ^{60}Co source may be used.

8.8.2.1 Dose equivalent dosimeters

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

8.8.2.2 Dose equivalent rate dosimeters

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

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

8.9 Response to neutron radiation

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

8.9.1 Prescriptions

La réponse aux neutrons doit être inférieure à 5 %. Il convient que cette exigence soit vérifiée séparément pour $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$.

8.9.2 Méthode d'essai

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

9 Prescriptions et essais de bon fonctionnement électrique

9.1 Alimentation – Fonctionnement avec piles ou batteries

9.1.1 Informations générales

Des aménagements pour faire l'essai de l'alimentation sous charge maximale pendant l'utilisation doivent être prévus. De plus, il doit être indiqué que le fonctionnement opérationnel est disponible pendant au moins 8 h pour un débit d'à peu près $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ dans les conditions normales, incluant le fonctionnement en alarme pendant 1 min, et cette indication peut être obtenue au moyen du système de lecture externe. Des dispositions doivent également être prises pour indiquer le moment où les conditions d'alimentation ne permettent plus au dosimètre de respecter les exigences de la présente norme. Les piles peuvent être connectées de n'importe quelle manière; la polarité correcte doit être clairement indiquée sur le dosimètre par le fabricant.

9.1.2 Prescriptions pour les piles

Ces exigences doivent être vérifiées séparément pour le rayonnement de photons et le rayonnement bêta.

- Quand l'alimentation électrique est fournie par des piles, la capacité de celles-ci doit être telle qu'après 100 h de fonctionnement continu dans les conditions normales d'essai, la réponse du dosimètre ne change pas de plus de $\pm 15 \%$, les autres fonctions restant aussi dans leurs spécifications. Le dosimètre doit satisfaire à la présente spécification dans des champs de $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ à $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$.
- Immédiatement après la remise en place de piles neuves, le dosimètre doit être capable de fonctionner avec les alarmes sonore et visuelle activées pendant au moins 15 min.
Il est recommandé d'utiliser les piles spécifiées dans la CEI 60086.
- Les piles ne doivent pas pouvoir être ôtées sans l'emploi d'un outil spécial.

9.1.3 Prescriptions pour les accumulateurs

Ces exigences doivent être vérifiées séparément pour le rayonnement de photons et le rayonnement bêta.

- Quand l'alimentation électrique est fournie par des accumulateurs, la capacité de ceux-ci doit être telle qu'après au moins 24 h de fonctionnement continu dans les conditions normales d'essai, la réponse du dosimètre ne change pas de plus de $\pm 15 \%$, les autres fonctions restant aussi dans leurs spécifications. Le dosimètre doit satisfaire à la présente spécification dans des champs de $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ à $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$.
- Immédiatement après recharge, le dosimètre doit être capable de fonctionner avec les alarmes sonore et visuelle activées pendant au moins 15 min.

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

8.9.1 Requirements

The response to neutrons shall be less than 5 %. This requirement should be tested separately for $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$.

8.9.2 Method of test

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

9 Electrical performance requirements and tests

9.1 Power supplies – Battery operation

9.1.1 General

Facilities shall be provided for testing the battery under maximum load during use. In addition, an indication shall be provided when the remaining operational life is at least 8 h at dose rates of about $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ under normal conditions; this time includes 1 min of alarm operation and this may be achieved by means of the external readout system. Also, provision shall be made for indicating when the battery condition is no longer adequate for the dosimeter to meet the performance requirements of this standard. Primary batteries may be connected in any desired manner; the correct polarity shall be clearly indicated on the dosimeter by the manufacturer.

9.1.2 Primary batteries requirements

These requirements shall be separately tested for photon and beta radiations.

- When power is supplied by primary batteries, the capacity of these shall be such that, after 100 h of continuous operation under standard test conditions the response of the dosimeter shall not change by more than $\pm 15 \%$, other functions remaining within their specifications. The dosimeter shall meet this specification in fields of $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ to $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$.
- Immediately after new batteries are fitted, the dosimeter shall be capable of operating for at least 15 min with the alarm sounding and with the visual alarm displayed.
It is recommended that batteries as specified in IEC 60086 be used.
- Primary batteries shall not be able to be removed without the use of a special tool.

9.1.3 Secondary batteries requirements

These requirements shall be separately tested for photon radiation and for beta radiation.

- When power is supplied by secondary batteries, the capacity of these shall be such that after at least 24 h of continuous use under standard test conditions, the response of the dosimeter shall not change by more than $\pm 15 \%$, other functions remaining within their specifications. The dosimeter shall meet this specification in fields of $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ to $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$.
- Immediately upon re-charge, the dosimeter shall be capable of operating for at least 15 min with the alarm sounding and with the visual alarm displayed.

It shall be possible to fully re-charge the batteries from the main supply within 12 h.

9.1.4 Méthode d'essai (piles et accumulateurs)

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

- a) Exposer le dosimètre à un champ de rayonnement suffisant pour obtenir une indication valable. Laisser le dosimètre fonctionner dans ce champ pendant une ou des périodes précisées dans les articles appropriés 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 des articles appropriés 9.1.2 a) ou 9.1.3 a).
- b) Régler l'alarme du dosimètre sur la plus faible valeur d'équivalent de dose et/ou de débit d'équivalent de dose. Exposer le dosimètre à un débit d'équivalent de dose compris entre $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ et $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ jusqu'à ce que l'alarme sonne et que l'alarme visuelle soit activée, puis, après 15 min d'irradiation, s'assurer que l'alarme continue de sonner et que l'alarme visuelle est encore activée.
- c) Essai de la prescription générale de 8 h de fonctionnement (voir 9.1.1).

Exposer le dosimètre à une source de rayonnement jusqu'à ce que l'indication complémentaire que 8 h de fonctionnement actif sont disponibles soit activée. Il convient que le dosimètre soit alors mis à zéro en utilisant le dispositif approprié (par exemple le système de lecture). Après 7 h 59 min de fonctionnement continu dans les conditions normales d'essai, mais exposé à un débit d'équivalent de dose d'environ $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ et avec l'alarme en équivalent de dose (ou débit) prête à fonctionner, la réponse du dosimètre ne doit pas changer de plus de $\pm 15 \%$ et l'alarme doit continuer à tinter pendant une minute supplémentaire.

10 Prescriptions de bon fonctionnement mécanique et essais

10.1 Essai de chute

Le dosimètre doit pouvoir résister aux chutes de hauteurs de 1,5 m sur une surface de bois dur (CEI 60068-2-27) sans voir sa réponse au rayonnement de référence affectée à $\pm 10 \%$ près. Ces essais doivent être effectués sur chaque face du dosimètre. L'information de dose enregistrée ne doit pas être perdue dans ces chutes.

10.2 Essai de vibration

10.2.1 Prescriptions

La réponse moyenne du dosimètre ne doit 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 la gamme de fréquences de 10 Hz à 33 Hz. La condition physique des dosimètres ne doit pas être affectée par cette vibration (par exemple les joints soudés doivent tenir, les écrous et les boulons ne doivent pas se perdre).

10.2.2 Méthode d'essai

Le dosimètre doit être exposé dans une géométrie reproductible séparément auprès d'une source de rayonnement de photons et auprès d'une source de rayonnement bêta, ces sources ayant une intensité suffisante pour minimiser l'effet des fluctuations statistiques sur les lectures du dosimètre. La lecture moyenne de l'instrument doit être déterminée. Le dosimètre doit alors être soumis à des contraintes harmoniques de $2 g_n$ pendant 15 min dans chacune des trois directions orthogonales à une ou plusieurs fréquences dans chacune des gammes suivantes: 10 Hz à 21 Hz et 22 Hz à 33 Hz. Après chaque période de vibration de 15 min, les lectures moyennes de l'instrument doivent être déterminées avec une irradiation de même géométrie que celle qui a été utilisée précédemment et les lectures moyennes de l'instrument comparées à l'ensemble des lectures précédant les vibrations.

Le dosimètre doit être examiné et l'état physique doit faire l'objet d'un rapport écrit.

9.1.4 Method of test (primary and secondary batteries)

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

- a) Expose the dosimeter to a radiation field sufficient to provide a suitable indication on the assembly. Leave the dosimeter working in this field for a period or periods as indicated in 9.1.2 a) or 9.1.3 a) as appropriate, and note the reading at the end of each period. Each reading shall conform with the requirements of 9.1.2 a) or 9.1.3 a), as appropriate.
- b) Set the dosimeter to alarm on its lowest dose equivalent and/or dose equivalent rate setting. Expose the dosimeter to a dose equivalent rate of between $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ to $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ 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.
- c) Test for general requirement of 8 h operation (see 9.1.1).

Expose the dosimeter to a source of radiation until the additional indication that 8 h operational life is available. The dosimeter should then be zeroed using the appropriate device (e.g. a readout system). After 7 h 59 min of continuous operation under standard test conditions, but exposed to a dose equivalent rate of about $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ and with a dose equivalent (or rate) alarm set to operate, the dosimeter response shall not change by more than $\pm 15 \%$, and the alarm shall continue to sound for a further minute.

10 Mechanical performance requirements and tests

10.1 Drop test

The dosimeter shall be able to withstand drops from heights of 1,5 m onto a hard wood surface (IEC 60068-2-27) without affecting its response to the reference radiations, within $\pm 10 \%$. These tests shall be made on each face of the dosimeter. The stored dose information shall not be lost by these drops.

10.2 Vibration test

10.2.1 Requirements

The mean dosimeter response shall not vary by 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 – 33 Hz. The physical condition of dosimeters shall not be affected by this vibration (e.g. solder joints shall hold, nuts and bolts shall not come loose).

10.2.2 Method of test

The dosimeter shall be exposed in a reproducible geometry separately to both a source of photon radiation and to a source of beta radiation, these sources providing a sufficient dose rate indication in order to minimize the effect of the statistical fluctuations of the dosimeter readings. The mean dosimeter reading shall be determined. The dosimeter 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 – 21 Hz and 22 Hz – 33 Hz. After each 15 min vibration interval, the mean dosimeter readings shall be determined in the same exposure geometry as used initially and the mean dosimeter readings compared with the pre-vibration set of readings.

The dosimeter shall be inspected and the physical condition documented.

10.3 Essai microphonique

10.3.1 Prescriptions

Le dosimètre doit être insensible à des chocs répétés, chacun correspondant à une chute de 10 cm sur une surface de bois dur.

10.3.2 Méthode d'essai

Le dosimètre doit tomber 60 fois sur une surface de bois dur (CEI 60068-2-27), d'une hauteur de 10 cm, de telle manière que chacune des six faces principales soit soumise à 10 chocs. Cet essai doit être exécuté dans les conditions de rayonnement de bruit de fond: le débit de dose doit être inférieur à 200 nGy/h. Les 60 chutes doivent être faites en un temps inférieur à 30 min.

La dose enregistrée par le dosimètre pendant l'essai ne doit pas dépasser 1 μ Sv.

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

11.1 Température ambiante

11.1.1 Prescriptions

Les dosimètres doivent être essayés séparément pour le rayonnement de photon et le rayonnement bêta.

a) Température stable

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

b) Choc thermique

La réponse moyenne du dosimètre ne doit pas varier de plus de ± 15 % pour un ensemble de lectures de référence pris à la température de 20 °C, quand le dosimètre est porté de 20 °C à 50 °C et de 20 °C à –10 °C, chacun en moins de 5 min.

La réponse moyenne du dosimètre ne doit pas varier de plus de ± 15 % pour un ensemble de lectures de référence prises à la température de 50 °C ou –10 °C lorsque le dosimètre est porté à 20 °C à partir de chacune de ces deux températures de départ.

11.1.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, le dosimètre doit être exposé à une source de référence (les essais doivent être accomplis séparément avec une source de photons et ensuite une source bêta) 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 dosimètre doit être mesurée durant les 30 dernières minutes de cette période. Les limites de variation de l'indication doivent être comprises dans les valeurs données au tableau 2.

b) Le dosimètre doit être placé à la température de 20 °C $\pm$ 2 °C pendant au moins 60 min afin de se stabiliser. Le dosimètre doit être exposé selon une géométrie reproductible à une source de référence d'intensité suffisante pour minimiser l'effet des fluctuations statistiques des lectures et pour donner une réponse qui soit approximativement au milieu de la seconde décade la moins significative. La lecture moyenne du dosimètre doit être déterminée en prenant en compte un nombre suffisant de lectures qui soit en accord avec les recommandations données en 7.5. Le dosimètre et la source doivent être enlevés de

10.3 Microphony test

10.3.1 Requirements

The dosimeter shall be insensitive to repeated shocks, each shock corresponding to a drop from a height of 10 cm, on to a hard wooden surface.

10.3.2 Method of test

The dosimeter shall be dropped 60 times on a hard wood surface (IEC 60068-2-27), from a height of 10 cm, so that 10 shocks occur on each of the six main faces. This test shall be carried out under background radiation conditions: the dose rate shall be less than 200 nGy h⁻¹. The 60 drops shall be carried out in less than 30 min.

The dose recorded by the dosimeter during the test shall not exceed 1 µSv.

11 Environmental characteristics, performance requirements and tests

11.1 Ambient temperature

11.1.1 Requirements

Dosimeters shall be tested separately for both photon radiation and for beta radiation.

a) Stable temperature

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

b) Temperature shock

The mean dosimeter response shall not vary by more than ±15 % from a set of reference readings taken at a temperature of 20 °C, when the dosimeter is taken from 20 °C to 50 °C and from 20 °C to –10 °C each in less than 5 min.

The mean dosimeter response shall not vary more than ±15 % from a set of reference readings taken at a temperature of 50 °C or –10 °C when the dosimeter is taken from either one of those temperatures to one of 20 °C.

11.1.2 Method of test

For this test the dosimeter shall be exposed to a reference source (tests shall be performed separately with a photon source and then a beta source) 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 dosimeter measured during the last 30 min of this period. The limits of variation of indication shall be within the value given in table 2.

b) The dosimeter shall be placed in a temperature of 20 °C ± 2 °C and allowed to stabilize for a minimum of 60 min. The dosimeter shall be exposed in a reproducible geometry to the reference source of sufficient intensity to minimize the effect of statistical fluctuations of the dosimeter readings and to produce a response in approximately the middle of the second least significant decade. The mean dosimeter reading shall be determined after a sufficient number of readings have been taken, in accordance with the guidance given in 7.5. The dosimeter and the source shall be removed from this environment and placed directly into

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 dosimètre soit maintenue entre 45 °C et 50 °C. Cette procédure doit être exécutée en moins de 5 min. La lecture moyenne du dosimètre doit être déterminée à ce moment et par la suite toutes les 15 min pendant 2 h. Si le dosimètre passe avec succès l'essai durant la première heure, les données n'ont pas besoin d'être relevées la deuxième heure; toutefois, il convient que le dosimètre reste dans cet environnement durant la période d'obtention de la stabilisation de la température. Le dosimètre et la source doivent être enlevés de l'enceinte climatique et remis dans le premier environnement de telle sorte que soit rétablie la même géométrie d'irradiation et que la température à proximité du dosimètre soit de $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. 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 dosimètre passe avec succès l'essai durant la première heure, les données n'ont pas besoin d'être relevées à la deuxième heure; toutefois, il convient que le dosimètre 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 dosimètre soit maintenue entre -10 °C et -5 °C .

11.2 Humidité relative

11.2.1 Prescriptions

Cet essai doit être effectué séparément pour le rayonnement de photons et le rayonnement bêta.

La variation de l'indication due à l'effet de l'humidité relative comprise entre 40 % et 90 % ne doit pas dépasser $\pm 10\%$.

11.2.2 Méthode d'essai

L'essai doit être effectué à la seule température de $+35\text{ °C}$ en utilisant une enceinte climatique. Pour cet essai, le dosimètre doit être exposé à une source de référence au contact du dosimètre (l'essai est effectué d'abord pour le rayonnement de photons et ensuite pour le rayonnement bêta) et fournissant une indication suffisante dans les conditions normales d'essai pour que l'essai soit réalisable.

L'humidité doit être maintenue à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et l'indication du dosimètre doit être relevée durant les 30 dernières minutes de cette période. La variation permise ($\pm 10\%$) de l'indication – comme il est spécifié au 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 sont effectués doit être donnée, et les effets de la variation de la pression atmosphérique doivent être donnés par le fabricant.

Des essais représentatifs à d'autres pressions atmosphériques doivent être effectués si nécessaire.

11.4 Étanchéité

Le fabricant doit donner 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. C'est un facteur très important pour l'utilisation du dosimètre en plein air.

an environmental chamber such that the same exposure geometry is established and the temperature near the dosimeter is maintained between 45 °C and 50 °C. This procedure shall be performed in less than 5 min. The mean dosimeter reading shall be determined at this point, and then every 15 min for 2 h. If the dosimeter does not fail the test within the first hour, data does not need to be taken during the second hour; however, the dosimeter should remain in this environment during the period required to reach temperature stabilization. The dosimeter and source shall be removed from the environmental chamber and returned to the first environment such that the same exposure geometry is established and the temperature near the dosimeter is $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. This procedure shall be performed in less than 5 min. The mean dosimeter reading shall be determined at this point and then every 15 min for 2 h. If the dosimeter does not fail within the first hour, data does not need to be taken during the second hour; however, the dosimeter should remain in this environment during the period required to reach temperature stabilization.

The test shall be repeated with the temperature inside the environmental chamber near the dosimeter maintained between -10 °C and -5 °C .

11.2 Relative humidity

11.2.1 Requirements

This test shall be performed separately for both photon radiation and for beta radiation.

The variation in the indication due to the effect of relative humidity from 40 % to 90 % shall be within $\pm 10\text{ %}$.

11.2.2 Method of test

The test shall be carried out at a single temperature of $+35\text{ °C}$ using an environmental chamber. For this test the dosimeter shall be exposed to a reference source in contact with the dosimeter (the test is performed first for photon radiation and then for beta radiation) and providing a sufficient indication under standard test conditions for the test to be carried out.

The humidity shall be maintained at each of its extreme values for at least 4 h and the indication of the dosimeter noted during the last 30 min of this period. The permitted variation of $\pm 10\text{ %}$ 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 this case, the atmospheric pressure at which all tests are performed shall be stated, and the effects of variation in atmospheric pressure shall be stated by the manufacturer.

Representative tests at other values of atmospheric pressure shall be performed if required.

11.4 Sealing

The manufacturer shall state the precautions that have been taken to prevent the ingress of moisture and describe the tests and results used to demonstrate the effectiveness of the sealing. This is a very important factor for outdoor use of the dosimeter.

11.5 Champs électromagnétiques externes

Si aucune précaution particulière n'est prise lors de la conception du dosimètre, ce dernier peut être rendu inopérant ou donner des indications incorrectes de l'équivalent de dose (débit) en présence de champs électromagnétiques externes, en particulier les champs radio-fréquences (voir CEI 61000-4-3).

11.5.1 Prescriptions générales

Si l'indication d'un dosimètre peut être influencée par la présence de champs électromagnétiques externes, un avertissement de cet effet doit être donné par le fabricant et cela doit être aussi noté dans le manuel d'emploi. Si le fabricant affirme que le dosimètre est insensible aux champs électromagnétiques, la gamme des fréquences et des types de rayonnements électromagnétiques incluant la forme de l'onde avec lesquels le dosimètre a subi les essais doivent être donnés par le fabricant, ainsi que le maximum de l'intensité utilisée (voir tableau 2).

11.5.2 Prescriptions spécifiques

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

11.5.3 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 11.5.2 doivent faire l'objet d'essais.

11.6 Champs magnétiques externes

11.6.1 Prescriptions générales

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

11.6.2 Prescriptions spécifiques

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

11.6.3 Méthode d'essai

La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, mais les prescriptions spécifiques de 11.6.2 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 dosimètre est soumis à une décharge électrostatique à travers le boîtier de 8 kV avec une énergie de 2 mJ sur un châssis mis à la masse et avec un délai minimal de 10 s entre deux décharges successives (voir CEI 61000-4-2). La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

11.5 External electromagnetic fields

Unless special precautions are taken in the design of a dosimeter, it may be rendered inoperative or give incorrect indications of dose equivalent (rate) in the presence of external electromagnetic fields, particularly radio-frequency fields (see IEC 61000-4-3.)

11.5.1 General requirements

If the indication of a dosimeter may be influenced by the presence of external electromagnetic fields, a warning to this effect shall be given by the manufacturer and this shall also be stated in the operation manual. If a manufacturer claims that a dosimeter is insensitive to electromagnetic fields, the range of frequencies and types of electromagnetic radiation including the type of waveform in which the dosimeter has been tested shall be stated by the manufacturer, together with the maximum intensity used (see table 2).

11.5.2 Specific requirements

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

11.5.3 Method of test

The methods of test shall be subject to agreement between the manufacturer and the user. Particular care must be taken to detect any enhanced response at a particular frequency. The specific requirements of 11.5.2 shall be tested.

11.6 External magnetic fields

11.6.1 General requirements

If the indication of a dosimeter may be influenced by the presence of external magnetic fields, a warning to this effect shall be given by the manufacturer and this shall also be stated in the operation manual.

11.6.2 Specific requirements

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

11.6.3 Method of test

This shall be subject to agreement between the manufacturer and the user, but the specific requirements of 11.6.2 shall be tested.

11.7 Electrostatic discharge

11.7.1 Requirements

The variation of response shall be not greater than $\pm 10\%$ when the dosimeter is exposed to an electrostatic discharge across the case of 8 kV with energy of 2 mJ on earthed chassis and with a minimum of 10 s between individual discharges (see IEC 61000-4-2). The method of test shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

11.7.2 Méthode d'essai

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

11.8 Magasinage

Tous les dosimètres 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 trois 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 telles que la possibilité de résister au transport aérien à faible pression ambiante.

12 Documentation

12.1 Rapport d'essai de type

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

12.2 Certificat

Un certificat doit être fourni avec chaque dosimètre comprenant au moins les informations suivantes en accord avec la CEI 61187:

- nom du fabricant ou marque déposée;
- type du dosimètre et numéro de série;
- classification (c'est-à-dire classe 1 ou classe 2);
- type du détecteur;
- nature des rayonnements devant être mesurés par le dosimètre;
- point de référence du dosimètre, direction d'étalonnage et orientation de référence relative aux sources de rayonnements;
- position et dimensions des volumes sensibles des détecteurs;
- masse surfacique des parois entourant les volumes sensibles (en mg cm^{-2});
- domaine effectif de mesure et erreur intrinsèque;
- réponse en fonction de l'énergie du rayonnement (pour les rayonnements bêta et de photons);
- réponse en fonction de l'angle d'incidence (pour les rayonnements bêta et de photons);
- réponse au rayonnement de neutrons;
- masse et dimensions du dosimètre;
- spécifications de l'alimentation;
- résultats de l'essai en température (résultats de l'essai de type).

13 Mode d'emploi et manuel de maintenance

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

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

11.7.2 Method of test

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

11.8 Storage

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

12 Documentation

12.1 Type test report

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

12.2 Certificate

A certificate shall be provided with each dosimeter with at least the following information in accordance with IEC 61187:

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

13 Operation and maintenance manual

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

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

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

Grandeurs d'influence	Conditions de référence (sauf indication contraire du fabricant)	Conditions normales d'essai (sauf indication contraire du fabricant)
Rayonnement gamma de référence	^{137}Cs	^{137}Cs
Rayonnement bêta de référence	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$
Temps de stabilisation	15 min	15 min
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C **
Humidité relative	65 %	50 % à 75 % **
Pression atmosphérique	101,3 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 *	Sinusoidale	Sinusoidale avec une distorsion harmonique totale inférieure à 5 %
Bruit de fond de l'irradiation gamma	Débit d'équivalent de dose ambiant de 0,1 $\mu\text{Sv h}^{-1}$ ou moins si possible	Inférieur au débit d'équivalent de dose ambiant de 0,25 $\mu\text{Sv h}^{-1}$
Angle d'incidence du rayonnement	Direction d'étalonnage donnée par le fabricant	Direction donnée à ±5° 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 du rayonnement neutronique	Négligeable	Négligeable
Orientation du dosimètre (géotropisme)	Donnée par le fabricant	Orientation donnée à ±5° près
Commandes de l'appareil	Réglées pour un fonctionnement normal	Réglées pour un fonctionnement normal
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 inférieure 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 photon radiation	^{137}Cs	^{137}Cs
Reference beta radiation	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$
Stabilization time	15 min	15 min
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C**
Relative humidity	65 %	50 % to 75 %**
Atmospheric pressure	101,3 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	Ambient dose equivalent rate of $0,1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ or less if practical	Less than ambient dose equivalent rate of $0,25 \mu\text{Sv h}^{-1}$
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
Neutron radiation background	Negligible	Negligible
Orientation of dosimeter (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
* Only for readout systems which are operated from the mains. ** 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.		

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

Caractéristique à l'essai ou grandeur d'influence	Domaine de variation de la grandeur d'influence	Limites de variation de l'indication	Méthode d'essai (paragraphe)
Erreur intrinsèque relative	Domaine effectif de mesure	Equivalent de dose ±15 % ^{1), 2)} Débit d'équivalent de dose ±20 % ^{1), 3)}	8.1.2
Temps de réponse	<5 s (croissance) <10 s (décroissance)	< ±10 %	8.2.1.2
Précision des niveaux des alarmes	Tous les paramètres	±15 % ^{1), 2)} ±20 % ^{1), 2)}	Equivalent de dose 8.3.2.2 Débit d'équivalent de dose 8.3.1.2
Energie du rayonnement: – bêta – photon	$>E_{\max} = 0,78 \text{ MeV}$ 20 keV à 1,5 MeV 6 MeV ⁴⁾	± 30 % ¹⁾ ± 30 % ¹⁾ –50 % à 100 % ¹⁾	8.4.2 8.4.4 8.4.4
Angle d'incidence: – bêta – photon	0° à ±60° 0° à ±60°	±30 % pour ⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y ±20 % pour ¹³⁷ Cs ±50 % pour ²⁴¹ Am	8.5.2 8.5.4 8.5.4
Rétention de la lecture: – dosimètre de classes 1 et 2 – dosimètre de classe 1 seulement	8 h 24 h après un défaut d'alimentation	±5 % ±5 %	8.6.2 a) 8.6.2 b)
Influence du débit d'équivalent de dose	Jusqu'à 1 Sv h ⁻¹	< ±20 %	8.7.2
Surcharge	10 fois le maximum du domaine	Indication > pleine échelle	8.8.2
Tension d'alimentation: – piles – accumulateurs	Après 100 h d'utilisation continue Après 10 h d'utilisation continue	±15 % ⁵⁾ ±15 % ⁵⁾	9.1.4 9.1.4
Essai de chute	1,5 m	±10 %	10.1
Essai de vibration	2 g _r pour les fréquences variant de 10 Hz à 33 Hz	±15 %	10.2.2
Microphonie	10 cm	Erreur de dose <1 µSv	10.3.2
Température ambiante ⁶⁾	–10 °C à 40 °C –20 °C à 50 °C	±20 % ¹⁾ ±50 % ¹⁾	11.1.2
Choc thermique	–10 °C et 50 °C	±15 % par rapport à 20 °C	11.1.2
Humidité relative	40 % à 90 % à +35 °C	±10 % ¹⁾	11.2.2
Pression atmosphérique	⁷⁾	⁷⁾	11.3
Champ électromagnétique d'origine externe	100 V m ⁻¹ de 100 kHz à 500 MHz et 1 V m ⁻¹ de 500 MHz à 1 GHz	±10 % ±10 %	11.5.2 11.5.2
Champ magnétique d'origine externe	60 A m ⁻¹ à 50 Hz ou 60 Hz	±10 %	11.6.2
Décharge électrostatique	8 kV, 2 mJ	±10 %	11.7.2

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

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

³⁾ Pour le plus petit multiple de dix ou la plus petite échelle de débit d'équivalent de dose, l'erreur admise est de ±30 %.

⁴⁾ Cette exigence complémentaire s'applique uniquement aux dosimètres utilisés pour mesurer les doses au voisinage des réacteurs de puissance produisant un rayonnement gamma de 6 MeV issu de ¹⁶N.

⁵⁾ De l'indication initiale.

⁶⁾ Dosimètres prévus pour un emploi dans les climats tempérés. Pour des climats plus chauds ou plus froids, d'autres limites peuvent être spécifiées. Pour les dosimètres prévus pour fonctionner à très basses températures, des moyens de chauffage des batteries peuvent être fournis.

⁷⁾ Aucune spécification générale. La gamme 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 variations of influence quantities

Characteristic under test or influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation of indication	Method of test (subclause)
Relative intrinsic error	Effective range of measurement	Dose equivalent $\pm 15\%$ ^{1), 2)} Dose equivalent rate $\pm 20\%$ ^{1), 3)}	8.1.2
Response time	<5 s (increase) <10 s (decrease)	< $\pm 10\%$	8.2.1.2
Accuracy of alarm levels	All settings	$\pm 15\%$ ^{1), 2)} $\pm 20\%$ ^{1), 2)}	Dose equivalent 8.3.2.2 Dose equivalent rate 8.3.1.2
Radiation energy: – beta – photon	$>E_{\max} = 0,78 \text{ MeV}$ 20 keV to 1,5 MeV 6 MeV ⁴⁾	$\pm 30\%$ ¹⁾ $\pm 30\%$ ¹⁾ -50% to $+100\%$ ¹⁾	8.4.2 8.4.4 8.4.4
Angle of incidence: – beta – photon	0° to $\pm 60^\circ$ 0° to $\pm 60^\circ$	$\pm 30\%$ for $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ $\pm 20\%$ for ^{137}Cs $\pm 50\%$ for ^{241}Am	8.5.2 8.5.4 8.5.4
Retention of reading: – class 1 and class 2 dosimeters – class 1 dosimeters only	8 h 24 h after loss of principal power supply	$\pm 5\%$ $\pm 5\%$	8.6.2 a) 8.6.2 b)
Dose equivalent rate dependence	Up to 1 Sv h^{-1}	< $\pm 20\%$	8.7.2
Overload	10 times maximum range	Indication > full scale	8.8.2
Power supply voltage: – primary batteries – secondary batteries	After 100 h continuous use After 10 h continuous use	$\pm 15\%$ ⁵⁾ $\pm 15\%$ ⁵⁾	9.1.4 9.1.4
Drop test	1,5 m	$\pm 10\%$	10.1
Vibration test	2 g_r over frequencies 10 Hz to 33 Hz	$\pm 15\%$	10.2.2
Microphony	40 cm	Spurious dose < $1 \mu\text{Sv}$	10.3.2
Ambient temperature ⁶⁾	-10°C to 40°C -20°C to 50°C	$\pm 20\%$ ¹⁾ $\pm 50\%$ ¹⁾	11.1.2
Temperature shock	-10°C and 50°C	$\pm 15\%$ relative to $+20^\circ\text{C}$	11.1.2
Relative humidity	40 % to 90 % at $+35^\circ\text{C}$	$\pm 10\%$ ¹⁾	11.2.2
Atmospheric pressure ⁷⁾		⁷⁾	11.3
Electromagnetic field of external origin	100 V m^{-1} at 100 kHz to 500 MHz and 1 V m^{-1} at 500 MHz to 1 GHz	$\pm 10\%$ $\pm 10\%$	11.5.2 11.5.2
Magnetic field of external origin	60 A m^{-1} at 50 Hz or 60 Hz	$\pm 10\%$	11.6.2
Electrostatic discharge	8 kV, 2 mJ	$\pm 10\%$	11.7.2

¹⁾ Of the indication under standard test conditions.

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

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

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

⁵⁾ Of the initial indication.

⁶⁾ Dosimeters intended for use in temperate climates. In hotter or colder climates other limits may be specified. For dosimeters intended for operation at very low temperatures, means of heating the batteries may be provided.

⁷⁾ 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

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

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 pénétrants et fortement pénétrants, les profondeurs recommandées sont respectivement 0,07 mm et 10 mm. Cela conduit à deux variantes de cette grandeur qui s'écrivent $H_p(0,07)$ et $H_p(10)$ et qui sont pratiquement identiques à $H_s(0,07)$ et $H_p(10)$ respectivement, comme défini auparavant dans le rapport 39 de la CIUR.

La définition de l'équivalent de dose individuel est, pour des étalonnages pratiques, considérée comme 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 30 cm × 30 cm × 15 cm. Les coefficients de conversion, pour les photons, reliant le kerma air d'un faisceau parallèle et uniforme, aux équivalents de dose individuels à des profondeurs de 0,07 mm, 3 mm et 10 mm dans un fantôme plaque fait en tissu CIUR ont été calculés^{[1][2]*}. Les valeurs sont non seulement données pour une incidence normale, mais aussi pour un certain nombre d'angles d'incidences.

Les étalonnages et les essais de type sont normalement faits avec des rayonnements de référence ISO^[3] qui ont des largeurs spectrales fines. Les coefficients de conversion pour les rayonnements de référence ISO ont été déduits, par pondération, des spectres des rayonnements ISO^[4] à partir des valeurs données pour des photons monoénergétiques^{[1][2]}. Les valeurs résultantes sont présentées dans les tableaux A.1, A.2 et A.3. Les facteurs de conversions définissant la réponse angulaire exigée des dosimètres au rayonnement bêta sont donnés au tableau A.4 et les coefficients de conversions définissant la réponse angulaire exigée des dosimètres pour le rayonnement de photons sont donnés au tableau A.5.

Une difficulté existe encore: il n'est pas possible de faire un fantôme avec la composition exacte du tissu CIUR, et un remplaçant doit être choisi. Divers matériaux de substitution sont disponibles, tels que le MS20^{[5][6]}, qui sont de très bons remplaçants du tissu CIUR. Le fantôme-plaque utilisé peut être construit avec un de ces matériaux, mais les coefficients de conversion pour le tissu CIUR donnés aux tableaux A.1, A.2 et A.3 doivent être utilisés pour calculer la dose dans le fantôme contre lequel le dosimètre est placé pendant l'étalonnage ou l'essai de type. La CIUR fait remarquer qu'il est souhaitable d'obtenir l'uniformité dans les procédures d'étalonnage et dans les situations ultérieures, que le fantôme-plaque de PMMA a une masse spécifique proche de celle de la sphère CIUR et que ses caractéristiques de rétrodiffusion sont suffisamment proche de celles du tronc humain pour les rayonnements de photons et de neutrons. Pour ces raisons la CIUR accepte l'utilisation d'un fantôme-plaque de PMMA de 30 cm × 30 cm × 15 cm. Il est souligné de nouveau, toutefois, que le fantôme doit être utilisé avec les coefficients de conversion, donnés aux tableaux A.1, A.2 et A.3, pour une plaque de tissu CIUR. Toutefois, l'ISO^[3] prépare une norme sur l'étalonnage des dosimètres et elle recommandera qu'un fantôme-plaque d'eau de 30 cm × 30 cm × 15 cm soit utilisé pour l'étalonnage des dosimètres individuels en utilisant les rayonnements de référence ISO

¹⁾ Rapport 47 de la CIUR, *Détermination des équivalents de dose pour les rayonnements externes de photons et d'électrons* (1991).

* Les chiffres entre crochets renvoient à la liste des documents de référence (A.2).

Annex A (normative)

Calibration and type testing of personal dosimeters

A.1 Personal dose equivalent, $H_p(d)^{1)}$

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 ICRU Report 39.

The definition of personal dose equivalent is, for practical calibrations, also considered applicable to the dose equivalent at appropriate depths in a suitable 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 photons have been calculated^{1)[2]*} relating the air kerma in a uniform parallel beam to the personal dose equivalents at depths of 0,07 mm, 3 mm and 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.

Calibrations and type testing are normally carried out with ISO reference radiations^[3] which have finite spectral widths. Conversion coefficients for the ISO reference radiations have been derived by folding the data given for monoenergetic photons^{[1][2]} into the spectra of the ISO radiations^[4]. The resultant data are presented in tables A.1, A.2 and A.3. Conversion factors defining the required angular response of dosimeters to beta radiation are given in table A.4 and conversion coefficients defining the required angular response of dosimeters to photon radiation are given in table A.5.

One more difficulty exists, i.e. it is impossible to make a phantom with exactly the composition of ICRU tissue and a substitute must be chosen. Various surrogate materials are available, such as MS20^{[5][6]} which are very good substitutes for ICRU tissue. The slab phantom used may be constructed of any such material but the conversion coefficients for ICRU tissue given in tables A.1, A.2 and A.3 must be used to calculate the dose in the phantom against which the response of the dosimeter is compared during calibration or type testing. ICRU points out that it is desirable to achieve uniformity in calibration procedures and further states that a slab phantom of PMMA has a mass close to that of the ICRU sphere and its backscatter characteristics are acceptably close to those of the human trunk for both photon and neutron radiations. For these reasons ICRU accepts the use of a PMMA slab phantom of dimensions 30 cm × 30 cm × 15 cm deep. It is emphasized again, however, that the phantom shall be used with the conversion coefficients for a slab constructed in ICRU tissue as given in tables A.1, A.2 and A.3. However, ISO^[3] is in the process of preparing a standard on dosimeter calibration and it will recommend that a slab water phantom of 30 cm × 30 cm × 15 cm depth be used for calibrating personal dosimeters using the appropriate ISO reference radiations.

¹⁾ ICRU Report 47, *Determination of dose equivalents from external photon and electron radiations* (1991).

* Figures in square brackets refer to the list of reference documents (A.2).

appropriés. La face avant du fantôme d'eau se compose d'une plaque de 2,5 mm de PMMA et les autres faces du fantôme doivent être des plaques de PMMA de 10 mm. Ce fantôme fournit des résultats plus proches du tissu CIUR que le fantôme solide de PMMA et peut être facilement construit.

La disposition expérimentale pour l'étalonnage et l'essai de type des dosimètres est montrée à la figure A.1. En pratique, un faisceau rigoureusement parallèle n'est pas réalisable mais, si une distance de la source au dosimètre d'au moins 2 m est choisie, l'erreur résultante sera suffisamment petite. Il convient que cette distance soit mesurée à partir du point de référence du dosimètre. Il convient que le kerma air pour le rayonnement de photons soit aussi déterminé à cette position (en l'absence du dosimètre et du fantôme) et multiplié par le coefficient de conversion approprié pour obtenir les valeurs conventionnellement vraies de $H_p(10)$ et de $H_p(0,07)$.

Il convient que les caractéristiques de réponse angulaire soient déterminées en tournant le dosimètre autour de deux axes à angle droit (voir 8.5.2 et 8.5.3), avec le point de référence du dosimètre sur l'axe de rotation.

A.2 Documents de référence

- [1] Grosswendt, B. «Conversion coefficients for calibrating individual photon dosimeters in terms of dose equivalents defined in an ICRU tissue cube and PMMA slabs» *Rad. Prot. Dosim.*, Vol. **32**, N° 4, pp 219-231 (1990)
- [2] Grosswendt, B. «The angular dependence and irradiation geometry factor for the dose equivalent for photons in PMMA slab phantoms and tissue equivalent material» (à paraître dans *Rad. Prot. Dosim.*)
- [3] ISO/FDIS 4037-3: *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 3: Dosimètres de zone ou d'ambiance*
- [4] Iles, W.J., Communication personnelle (à paraître)
- [5] Bartlett, D.T., Francis, T.M., et Dimbylow, P.J. «The calibration of photon personal dosimeters». *Rad. Prot. Dosim.*, Vol. **28**, N° 1 et 2, pp 63-67 (1988)
- [6] White, D.R., Martin, R.J., et Darlison, R. «Epoxy resin based tissues substitutes». *Br. J. Radiol.*, **50**, pp 814-821 (1977)

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 plates. This phantom will yield results nearer to ICRU tissue than the solid PMMA phantom and can be easily constructed.

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 dosimeter. The air kerma for photon radiation should also be determined at this position (in the absence of both the dosimeter and the phantom) and be multiplied by the appropriate conversion coefficient to obtain the conventionally true values of $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$.

Angular response characteristics should be determined by rotating the dosimeter about two axes at right angles (see 8.5.2 and 8.5.3), with the reference point of the dosimeter on the axis of rotation.

A.2 Reference documents

- [1] Grosswendt, B. Conversion coefficients for calibrating individual photon dosimeters in terms of dose equivalents defined in an ICRU tissue cube and PMMA slabs. *Rad. Prot. Dosim.*, Vol. **32**, No 4, pp 219-231 (1990)
- [2] Grosswendt, B. The angular dependence and irradiation geometry factor for the dose equivalent for photons in PMMA slab phantoms and tissue equivalent material (to be published in *Rad. Prot. Dosim.*)
- [3] ISO/FDIS 4037-3: *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 3: Area and personal dosimeters*
- [4] Iles, W.J., Private communication (to be published)
- [5] Bartlett, D.T., Francis, T.M., and Dimbylow, P.J. The calibration of photon personal dosimeters. *Rad. Prot. Dosim.*, Vol. **28**, Nos 1 and 2, pp 63-67 (1988)
- [6] White, D.R., Martin, R.J., and Darlison, R. Epoxy resin based tissue substitutes. *Br. J. Radiol.*, **50**, pp 814-821 (1977)

Tableau A.1 – Coefficients de conversion pour obtenir les équivalents de dose individuel $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ dans le fantôme-plaque d'équivalent tissu CIUR de 30 cm × 30 cm × 15 cm à partir du kerma air pour les séries de rayonnement X filtrés à faible débit de kerma air ISO

Qualité	Energie moyenne keV	Coefficients de conversion Sv/Gy	
		$H_p(10)$	$H_p(0,07)$
L – 10	8,5	–	0,93
L – 20	17	0,37	1,00
L – 30	26	0,91	1,14
L – 35	30	1,09	1,22
L – 55	48	1,67	1,57
L – 70	60	1,87	1,71
L – 100	87	1,87	1,71
L – 125	109	1,77	1,64
L – 170	149	1,62	1,53
L – 210	185	1,52	1,45
L – 240	211	1,47	1,42

Tableau A.2 – Coefficients de conversion pour obtenir les équivalents de dose individuels $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ dans le fantôme-plaque d'équivalent tissu CIUR de 30 cm × 30 cm × 15 cm à partir du kerma air pour les séries de rayonnement X filtrés étroites ISO

Qualité	Energie moyenne keV	Coefficients de conversion Sv/Gy	
		$H_p(10)$	$H_p(0,07)$
N – 10	8	–	0,91
N – 15	12	0,06	0,96
N – 20	16	0,27	0,98
N – 25	20	0,55	1,03
N – 30	24	0,79	1,10
N – 40	33	1,17	1,27
N – 60	48	1,65	1,55
N – 80	65	1,88	1,72
N – 100	83	1,88	1,72
N – 120	100	1,81	1,67
N – 150	118	1,73	1,61
N – 200	164	1,57	1,49
N – 250	208	1,48	1,42
N – 300	250	1,42	1,38