

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60846

Deuxième édition
Second edition
2002-06

**Instrumentation pour la radioprotection –
Instruments pour la mesure et/ou la surveillance
de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent
de dose) ambiant et/ou directionnel pour les
rayonnements bêta, X et gamma**

**Radiation protection instrumentation –
Ambient and/or directional dose equivalent
(rate) meters and/or monitors for beta,
X and gamma radiation**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60846:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60846

Deuxième édition
Second edition
2002-06

**Instrumentation pour la radioprotection –
Instruments pour la mesure et/ou la surveillance
de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent
de dose) ambiant et/ou directionnel pour les
rayonnements bêta, X et gamma**

**Radiation protection instrumentation –
Ambient and/or directional dose equivalent
(rate) meters and/or monitors for beta,
X and gamma radiation**

© IEC 2002 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	10
1 Domaine d'application et objet	14
2 Références normatives	16
3 Terminologie.....	18
3.1 Généralités.....	18
3.2 Définitions	18
3.3 Nomenclature des essais.....	22
3.4 Grandeurs et unités	22
4 Caractéristiques générales des instruments de mesure de l'équivalent de dose ambiant et directionnel (ou du débit)	26
4.1 Généralités.....	26
4.1.1 Affichage	26
4.1.2 Lecture	26
4.1.3 Marques et indications de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)	26
4.1.4 Domaine en équivalent de dose et en débit équivalent de dose	28
4.1.5 Etendue de mesure.....	28
4.1.6 Etendue de mesure minimale.....	28
4.1.7 Niveaux d'alarme	28
4.1.8 Indications complémentaires.....	30
4.1.9 Défaut d'affichage.....	30
4.1.10 Facilité de décontamination.....	30
4.2 Classement des caractéristiques de fonctionnement	30
4.3 Procédures générales d'essai.....	30
4.3.1 Nature des essais.....	30
4.3.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	30
4.3.3 Domaine d'utilisation relatif à une grandeur d'influence.....	32
4.3.4 Domaine minimal d'utilisation relatif à une grandeur d'influence.....	32
4.3.5 Positionnement de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) en vue d'essais	32
4.3.6 Faibles débits d'équivalent de dose.....	32
4.3.7 Fluctuations statistiques.....	32
4.3.8 Production de rayonnement de référence	32
4.3.9 Rayonnement de référence photon.....	34
4.3.10 Rayonnement de référence bêta	34
4.3.11 Détermination de l'équivalent de dose (ou du débit) au point d'essai.....	34
5 Caractéristiques sous rayonnement – Instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) directionnel	34
5.1 Erreur relative intrinsèque.....	34
5.1.1 Exigences.....	34
5.1.2 Méthode d'essai.....	34
5.1.3 Exigences sur la précision du niveau d'alarme des appareils de surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit)	38
5.1.4 Méthode d'essai.....	40
5.2 Variation de la réponse avec l'énergie du rayonnement bêta et l'angle d'incidence	40
5.2.1 Exigences.....	40
5.2.2 Méthode d'essai.....	40

CONTENTS

FOREWORD.....	11
1 Scope and object.....	15
2 Normative references.....	17
3 Terminology.....	19
3.1 General.....	19
3.2 Definitions.....	19
3.3 Test nomenclature.....	23
3.4 Quantities and units.....	23
4 General characteristics of ambient and directional dose equivalent (rate) meters.....	27
4.1 General.....	27
4.1.1 Indication.....	27
4.1.2 Read-out.....	27
4.1.3 Dose equivalent (rate) meter labels and markings.....	27
4.1.4 Dose equivalent and dose equivalent rate range.....	29
4.1.5 Effective range of measurement.....	29
4.1.6 Minimum range of measurement.....	29
4.1.7 Alarm levels.....	29
4.1.8 Additional indication.....	31
4.1.9 Failure operation of indication.....	31
4.1.10 Ease of decontamination.....	31
4.2 Classification of the performance characteristics.....	31
4.3 General test procedures.....	31
4.3.1 Nature of tests.....	31
4.3.2 Reference conditions and standard test conditions.....	31
4.3.3 Rated range of an influence quantity.....	33
4.3.4 Minimum rated range of influence quantity.....	33
4.3.5 Position of dose equivalent (rate) meter for purposes of tests.....	33
4.3.6 Low dose equivalent rates.....	33
4.3.7 Statistical fluctuations.....	33
4.3.8 Production of reference radiation.....	33
4.3.9 Reference photon radiation.....	35
4.3.10 Reference beta radiation.....	35
4.3.11 Determination of dose equivalent (rate) at point of test.....	35
5 Radiation characteristics – Directional dose equivalent (rate) meters.....	35
5.1 Relative intrinsic error.....	35
5.1.1 Requirements.....	35
5.1.2 Test method.....	35
5.1.3 Requirements on the accuracy of alarm of dose equivalent (rate) monitors.....	39
5.1.4 Test method.....	41
5.2 Variation of response with beta radiation energy and angle of incidence.....	41
5.2.1 Requirements.....	41
5.2.2 Test method.....	41

5.3	Variation de la réponse avec l'énergie du rayonnement photonique et l'angle d'incidence	42
5.3.1	Exigences.....	42
5.3.2	Méthode d'essai.....	42
5.4	Caractéristiques de surcharge	44
5.4.1	Exigences.....	44
5.4.2	Méthode d'essai.....	44
5.5	Réponse au rayonnement neutronique	44
5.5.1	Exigences.....	44
5.5.2	Méthode d'essai.....	44
5.6	Réponse aux champs de rayonnement ionisants pulsés	44
5.6.1	Exigences.....	44
5.6.2	Méthode d'essai.....	46
5.7	Fluctuations statistiques	46
5.7.1	Exigences.....	46
5.7.2	Méthode d'essai.....	46
5.8	Temps de réponse.....	46
5.8.1	Exigences.....	46
5.8.2	Méthode d'essai.....	46
5.9	Corrélation entre temps de réponse et fluctuations statistiques	48
6	Caractéristiques sous rayonnement – Instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) ambiant.....	48
6.1	Erreur relative intrinsèque.....	48
6.1.1	Exigences.....	48
6.1.2	Méthode d'essai.....	50
6.1.3	Exigences sur la précision du réglage du seuil d'alarme	50
6.1.4	Méthode d'essai.....	50
6.2	Variation de la réponse avec l'énergie des photons et l'angle d'incidence	50
6.2.1	Exigences.....	50
6.2.2	Méthode d'essai.....	52
6.3	Caractéristiques de surcharge	52
6.4	Réponse au rayonnement neutronique	52
6.5	Réponse aux champs de rayonnement ionisants pulsés	52
6.6	Fluctuations statistiques	52
6.7	Temps de réponse.....	54
6.8	Corrélation entre temps de réponse et fluctuations statistiques	54
7	Caractéristiques électriques des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant	54
7.1	Stabilité temporelle de l'affichage du zéro	54
7.1.1	Exigences.....	54
7.1.2	Méthode d'essai.....	54
7.2	Stabilité du zéro en fonction des variations de température	54
7.2.1	Exigences.....	54
7.2.2	Méthode d'essai.....	56
7.3	Temps de chauffage.....	56
7.3.1	Exigences.....	56
7.3.2	Méthode d'essai.....	58
7.4	Alimentation – utilisation de piles ou d'accumulateurs	58
7.4.1	Généralités.....	58
7.4.2	Exigences – piles.....	58
7.4.3	Exigences – accumulateurs.....	58
7.4.4	Méthode d'essai.....	60

5.3	Variation of response with photon radiation energy and angle of incidence	43
5.3.1	Requirements	43
5.3.2	Test method	43
5.4	Overload characteristics	45
5.4.1	Requirements	45
5.4.2	Test method	45
5.5	Response to neutron radiation	45
5.5.1	Requirements	45
5.5.2	Test method	45
5.6	Response to pulsed ionizing radiation fields	45
5.6.1	Requirements	45
5.6.2	Test method	47
5.7	Statistical fluctuations	47
5.7.1	Requirements	47
5.7.2	Test method	47
5.8	Response time	47
5.8.1	Requirements	47
5.8.2	Test method	47
5.9	Interrelation between response time and statistical fluctuations	49
6	Radiation characteristics – ambient dose equivalent (rate) meters	49
6.1	Relative intrinsic error	49
6.1.1	Requirements	49
6.1.2	Test method	51
6.1.3	Requirements on the accuracy of alarm to set value	51
6.1.4	Test method	51
6.2	Variation of response with photon radiation energy and angle of incidence	51
6.2.1	Requirements	51
6.2.2	Test method	53
6.3	Overload characteristics	53
6.4	Response to neutron radiation	53
6.5	Response to pulsed ionizing radiation fields	53
6.6	Statistical fluctuations	53
6.7	Response time	55
6.8	Interrelation between response time and statistical fluctuations	55
7	Electrical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters	55
7.1	Stability of zero indication with time	55
7.1.1	Requirements	55
7.1.2	Test method	55
7.2	Stability of zero indication with variation of temperature	55
7.2.1	Requirements	55
7.2.2	Test method	57
7.3	Warm-up time	57
7.3.1	Requirements	57
7.3.2	Test method	59
7.4	Power supplies – battery operation	59
7.4.1	General	59
7.4.2	Requirements – primary batteries (non-rechargeable)	59
7.4.3	Requirements – secondary batteries (rechargeable)	59
7.4.4	Test method	61

7.5	Alimentations par le réseau.....	62
7.5.1	Exigences.....	62
7.5.2	Méthode d'essai.....	62
8	Caractéristiques mécaniques des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant	62
8.1	Choc mécanique en cours d'utilisation	62
8.2	Orientation de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) (géotropisme).....	64
8.2.1	Exigences.....	64
8.2.2	Méthode d'essai.....	64
9	Caractéristiques d'environnement, exigences de bon fonctionnement et essais	64
9.1	Influence de la température ambiante	64
9.1.1	Exigences.....	64
9.1.2	Méthode d'essai.....	66
9.2	Humidité relative.....	66
9.2.1	Exigences.....	66
9.2.2	Méthode d'essai.....	66
9.3	Pression atmosphérique	66
9.3.1	Exigences.....	66
9.3.2	Méthode d'essai.....	68
9.4	Étanchéité à l'humidité.....	68
9.5	Stockage et transport.....	68
9.6	Compatibilité électromagnétique (EMC)	68
9.6.1	Généralités.....	68
9.6.2	Émission de rayonnement électromagnétique.....	68
9.6.3	Décharge électrostatique	68
9.6.4	Champs de rayonnement électromagnétique.....	70
9.6.5	Perturbations de courant induites par des transitoires rapides ou des impulsions	70
9.6.6	Perturbations de courant induites par des surtensions.....	72
9.6.7	Perturbations de courant induites par des radiofréquences	72
9.6.8	Champ magnétique 50 Hz/60 Hz	72
9.6.9	Chutes de tension et micro-coupures	74
9.7	Vibrations et chocs mécaniques.....	74
9.7.1	Exigences.....	74
9.7.2	Vibrations	74
9.7.3	Choc mécanique.....	74
10	Résumé des caractéristiques	76
11	Documentation	76
11.1	Certificat.....	76
11.2	Manuel d'utilisation et de maintenance	76
	Annexe A (normative) Fluctuations statistiques.....	92
	Bibliographie	96
	Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	78
	Tableau 2 – Limites du coefficient de variation et de l'erreur relative intrinsèque	80
	Tableau 3 – Caractéristiques radiatives des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) directionnel.....	80
	Tableau 4 – Caractéristiques radiatives des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) ambiant	82

7.5	Power supplies – mains operation	63
7.5.1	Requirements	63
7.5.2	Test method	63
8	Mechanical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters	63
8.1	Mechanical shock during operation	63
8.2	Orientation of dose equivalent (rate) meter (geotropism)	65
8.2.1	Requirements	65
8.2.2	Test method	65
9	Environmental characteristics, performance requirements and tests	65
9.1	Ambient temperature influence	65
9.1.1	Requirements	65
9.1.2	Test method	67
9.2	Relative humidity	67
9.2.1	Requirements	67
9.2.2	Test method	67
9.3	Atmospheric pressure	67
9.3.1	Requirements	67
9.3.2	Test method	69
9.4	Sealing against moisture	69
9.5	Storage and transport	69
9.6	Electromagnetic compatibility	69
9.6.1	General	69
9.6.2	Emission of electromagnetic radiation	69
9.6.3	Electrostatic discharge	69
9.6.4	Radiated electromagnetic fields	71
9.6.5	Conducted disturbances induced by fast transients or bursts	71
9.6.6	Conducted disturbances induced by surges	73
9.6.7	Conducted disturbances induced by radio-frequencies	73
9.6.8	50 Hz/60 Hz magnetic field	73
9.6.9	Voltage dips and short interruptions	75
9.7	Vibration and mechanical shock	75
9.7.1	Requirements	75
9.7.2	Vibration	75
9.7.3	Mechanical shock	75
10	Summary of characteristics	77
11	Documentation	77
11.1	Certificate	77
11.2	Operation and maintenance manual	77
	Annex A (normative) Statistical fluctuations	93
	Bibliography	97
	Table 1 – Reference conditions and standard test conditions	79
	Table 2 – Limits of the coefficient of variation and of the relative intrinsic error	81
	Table 3 – Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters	81
	Table 4 – Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters	83

Tableau 5 – Caractéristiques électriques, mécaniques et environnementales des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) ambiant et directionnel	84
Tableau 6 – Valeurs maximales de l'augmentation des valeurs affichées dues aux perturbations électromagnétiques	88
Tableau 7 – Performances mécaniques dans les conditions d'essai.....	88
Tableau 8 – Essais de survie aux vibrations pour différentes valeurs fixes de la fréquence	90
Tableau 9 – Essais de résistance aux vibrations pour une variation lente des fréquences	90
Tableau A.1 – Nombre de lectures requises pour mettre en évidence une réelle différence (95 % du niveau de confiance) entre deux séries de lectures effectuées avec le même appareil	94

Withdrawn

Table 5 – Electrical, mechanical and environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters.....	85
Table 6 – Maximum values of additional indications due to electromagnetic disturbances	89
Table 7 – Mechanical performance under test conditions	89
Table 8 – Tests for vibrating survival capability at various fixed frequencies.....	91
Table 9 – Tests for vibration resistance at smoothly varying frequencies.....	91
Table A.1 – Number of instrument readings required to detect true differences (95 % confidence level) between two sets of instrument readings on the same instrument	95

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – INSTRUMENTS POUR LA MESURE ET/OU LA SURVEILLANCE DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE (OU DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE) AMBIANT ET/OU DIRECTIONNEL POUR LES RAYONNEMENTS BÊTA, X ET GAMMA

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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, spécifications techniques, 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 ou régionale 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 60846 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition, parue en 1989, et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/353/FDIS	45B/361/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
AMBIENT AND/OR DIRECTIONAL DOSE EQUIVALENT (RATE) METERS
AND/OR MONITORS FOR BETA, X AND GAMMA RADIATION**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international 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 specifications, 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 60846 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 1989, and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
45B/353/FDIS	45B/361/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annex A forms an integral part of this standard.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Withdrawn

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007.
At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Withdrawn

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – INSTRUMENTS POUR LA MESURE ET/OU LA SURVEILLANCE DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE (OU DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE) AMBIANT ET/OU DIRECTIONNEL POUR LES RAYONNEMENTS BÊTA, X ET GAMMA

1 Domaine d'application et objet

Cette Norme internationale s'applique aux moniteurs ou appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit), destinés à la mesure de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) et/ou de l'équivalent de dose directionnel (ou du débit) dû à l'exposition externe aux rayonnements bêta, X et gamma, suivant la recommandation de la CIUR, Rapport 47¹.

NOTE 1 Si les deux quantités, équivalent de dose ambiant et équivalent de dose directionnel sont implicites, le terme équivalent de dose peut être utilisé comme abréviation.

Elle s'applique directement aux appareils de mesure de l'équivalent de dose destinés à la détermination de l'équivalent de dose ou du débit d'équivalent de dose dû à l'exposition externe aux rayonnements bêta et/ou X et gamma pour des énergies inférieures à 10 MeV dans un objectif de radioprotection.

Dans cette norme, l'expression "équivalent de dose (ou débit)" est utilisée quand elle s'applique à la fois à la mesure de l'équivalent de dose et à la mesure du débit d'équivalent de dose.

NOTE 2 Elle ne s'applique pas à la radiologie médicale qui est du domaine d'application du comité d'études 62, où les conditions d'exposition au rayonnement peuvent être extrêmement inhomogènes, mais précisément connues.

NOTE 3 Elle ne s'applique pas aux instruments destinés à être portés par un individu dans le but d'estimer la dose de rayonnement reçue directement par cet individu.

L'objet de cette norme est de spécifier les exigences sur la conception et les caractéristiques des performances des appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) destinés à la détermination de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) et de l'équivalent de dose directionnel (ou du débit), comme défini dans le Rapport 47¹ de la CIUR.

En conséquence, cette norme spécifie:

- a) les caractéristiques générales, les fonctions et les caractéristiques des performances des appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit);
- b) les méthodes d'essai à utiliser pour déterminer la conformité avec les exigences de cette norme.

¹ CIUR, Rapport 47: 1992, *Mesure des équivalents de dose pour les expositions externes aux rayonnements photoniques et électroniques*, Commission Internationale des Unités et mesures de Rayonnement, 7910 Woodmont Avenue, Bethesda, Maryland 20814-3095, U.S.A.

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – AMBIENT AND/OR DIRECTIONAL DOSE EQUIVALENT (RATE) METERS AND/OR MONITORS FOR BETA, X AND GAMMA RADIATION

1 Scope and object

This International Standard applies to dose equivalent (rate) meters and/or monitors for the measurement of ambient dose equivalent (rate) and/or directional dose equivalent (rate) from external beta, X and gamma radiation, as recommended in ICRU Report 47¹.

NOTE 1 If both quantities, ambient dose equivalent and directional dose equivalent are meant, the term dose equivalent may be used as an abbreviation.

It applies directly to dose equivalent (rate) meters intended for the determination of the dose equivalent or dose equivalent rate from external beta and/or X and gamma radiation of energies up to 10 MeV for radiation protection purposes.

In this document, the expression "dose equivalent (rate)" is used when the provisions apply to both the measurement of dose equivalent and the measurement of dose equivalent rate.

NOTE 2 It does not apply to medical radiology which is within the scope of technical committee 62, where the conditions of radiation exposure may be extremely inhomogeneous, but precisely known.

NOTE 3 It does not apply directly to instruments intended to be worn by an individual for the purpose of estimating the radiation dose received by that individual.

The object of this standard is to specify the design requirements and the performance characteristics of dose equivalent (rate) meters intended for the determination of ambient dose equivalent (rate) and directional dose equivalent (rate) as defined in ICRU Report 47¹.

Accordingly, this standard specifies:

- a) general characteristics, the functions and performance characteristics of dose equivalent (rate) meters;
- b) the methods of test to be used to determine compliance with the requirements of this standard.

¹ ICRU Report 47: 1992, *Measurements of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiations*, International Commission on Radiation Units and Measurements, 7910 Woodmont Avenue, Bethesda, Maryland 20814-3095, U.S.A.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60038:1983, *Tensions normales de la CEI*

Amendement 1 (1994)

Amendement 2 (1997)

CEI 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

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 – Deuxième partie: Essais. Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60086 (toutes les parties): *Piles électriques*

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 61000-4-4:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

Amendement 1 (2000)

Amendement 2 (2001)

CEI 61000-4-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 5: Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:1996, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 6: Immunité aux perturbations de conduites, induites par des champs radioélectriques*

CEI 61000-4-8:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 8: Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

CEI 61000-4-11:1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 11: Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CEI 61000-6-2:1999, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

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

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

Amendment 1 (1994)

Amendment 2 (1997)

IEC 60050-151: 2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

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 (all parts): *Primary batteries*

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, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test*

Amendment 1 (2000)

Amendment 2 (2001)

IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measuring techniques – Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-6-2:1999, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61187:1993, *Electrical and electronic measuring equipment – 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 4037-3:1999, *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: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et mesurage de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence*

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

3 Terminologie

3.1 Généralités

Sauf s'ils sont spécifiés ci-dessous, tous les termes techniques sont tels que définis dans la CEI 60050, en particulier pour les termes définissant les grandeurs concernant les rayonnements et les grandeurs dosimétriques donnés dans la CEI 60050-393 et la CEI 60050-394. Pour les besoins de cette Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.2 Définitions

3.2.1

valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (ou du débit)

la meilleure estimation de l'équivalent de dose (ou du débit) vrai utilisé pour l'étalonnage d'un appareillage. Cette valeur et son incertitude sont déterminées à partir d'une référence secondaire ou primaire, ou par l'intermédiaire d'un instrument lui-même étalonné à partir d'une référence secondaire ou primaire.

3.2.2

erreur sur l'affichage de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

différence entre la valeur affichée de l'équivalent de dose (ou du débit), H_i , et la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur, H_t , au point de mesure. Elle est exprimée comme $H_i - H_t$.

3.2.3

erreur relative sur l'affichage de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

rapport de l'erreur sur l'affichage de l'équivalent de dose (ou du débit) à la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (ou du débit). Elle peut s'exprimer comme un pourcentage:

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

ISO 4037-1:1996, *X and gamma reference radiation 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 4037-3:1999, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose-rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence*

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*

3 Terminology

3.1 General

Except as specified below, all technical terms are as defined in IEC 60050, particularly for radiation quantities and dosimetric terms in IEC 60050-393 and IEC 60050-394. For the purpose of this International Standard, the following definitions apply.

3.2 Definitions

3.2.1

conventionally true value of dose equivalent (rate)

the best estimate of the true dose equivalent (rate) used for the calibration of equipment. This value and its uncertainty are determined from a secondary or a primary standard, or by a reference instrument which has been calibrated against a secondary or primary standard.

3.2.2

error of indication of a dose equivalent (rate) meter

difference between the indicated value of dose equivalent (rate), H_i , and the conventionally true value of that quantity, H_t , at the point of measurement. It is expressed as $H_i - H_t$.

3.2.3

relative error of an indication of a dose equivalent (rate) meter

ratio of error of indication of the measured dose equivalent (rate) to the conventionally true value of the dose equivalent (rate). It may be expressed as a percentage:

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

3.2.4

erreur relative intrinsèque de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

erreur relative de l'affichage d'un appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) par rapport à l'équivalent de dose (ou au débit) quand il est soumis à un rayonnement de référence spécifié, dans des conditions de référence spécifiées

3.2.5

réponse de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

rapport de la valeur indiquée par un appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) à la valeur conventionnellement vraie

3.2.6

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:

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

3.2.7

point de référence d'un appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

point, matérialisé par une ou plusieurs marques physiques sur l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit), utilisé pour positionner celui-ci au point de mesure ou au point d'essai

3.2.8

point d'essai d'un appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

point pour lequel la valeur conventionnellement vraie est déterminée et où le point de référence de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) est placé en vue d'étalonnage et d'essais

3.2.9

étendue de mesure d'un appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

domaine des valeurs de la grandeur à mesurer, à l'intérieur duquel les performances de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) répondent aux exigences de cette norme

3.2.10

domaine d'utilisation d'un appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

domaine des valeurs d'une grandeur d'influence, ou d'un paramètre instrumental, à l'intérieur duquel l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) opérera dans les limites de variation admises. Ses limites sont les valeurs maximales et minimales d'utilisation.

3.2.11

domaine minimal d'utilisation d'un appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

le plus petit domaine spécifié d'une grandeur d'influence, ou d'un paramètre instrumental, à l'intérieur duquel l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) doit opérer dans les limites de variation spécifiées permettant de satisfaire à la présente norme

3.2.12

valeurs normales d'essai

une ou plusieurs valeurs, ou domaine des valeurs d'une grandeur d'influence ou d'un paramètre instrumental, qui sont admises lors d'un étalonnage ou d'essais effectués sur une autre grandeur d'influence ou paramètre instrumental

NOTE Dans des conditions normales d'essai, les grandeurs d'influence et les paramètres instrumentaux ont les valeurs normales d'essai.

3.2.4**relative intrinsic error of a dose equivalent (rate) meter**

relative error of the indication of a dose equivalent (rate) meter with respect to dose equivalent (rate) when subjected to a specified reference radiation under specified reference conditions

3.2.5**response of a dose equivalent (rate) meter**

ratio of the dose equivalent (rate) meter's indicated value to the conventionally true value

3.2.6**coefficient of variation**

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

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

3.2.7**reference point of a dose equivalent (rate) meter**

physical mark or marks on the outside of the dose equivalent (rate) meter used to position it at the point of measurement or the point of test

3.2.8**point of test of a dose equivalent (rate) meter**

point at which the conventionally true value is determined and at which the reference point of the dose equivalent (rate) meter is placed for calibration and test purposes

3.2.9**effective range of measurement of a dose equivalent (rate) meter**

range of values of the quantity to be measured over which the performance of a dose equivalent (rate) meter meets the requirements of this standard

3.2.10**rated range of a dose equivalent (rate) meter**

range of values of an influence quantity or instrument parameter within which the dose equivalent (rate) meter will operate within the limits of variation. Its limits are the maximum and minimum rated values.

3.2.11**minimum rated range of a dose equivalent (rate) meter**

least range of an influence quantity or instrument parameter being specified over which the dose equivalent (rate) meter shall operate within the specified limits of variation in order to comply with this standard

3.2.12**standard test values**

a value, values, or range of values of an influence quantity or instrument parameter, which are permitted when carrying out calibrations or tests on another influence quantity or instrument parameter

NOTE Under standard test conditions, influence quantities and instrument parameters have their standard test values.

3.2.13

orientation de référence d'un appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

orientation de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) par rapport à la direction du rayonnement incident au cours de l'étalonnage

3.2.14

instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

ensemble destiné à mesurer ou évaluer l'équivalent de dose (ou le débit)

3.3 Nomenclature des essais

3.3.1

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 défini ci-dessous.

3.3.2

essais de type

essai de conformité effectué sur un ou plusieurs exemplaires d'un produit, représentatifs de la production [VEI 151-04-15, modifiée]

3.3.3

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]

3.3.4

essai d'acceptation

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

3.3.5

essais supplémentaires

essais destinés à fournir des informations supplémentaires sur certaines caractéristiques des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

3.4 Grandeurs et unités

3.4.1

unités SI

Dans cette norme, les unités du système international (SI)² sont utilisées.

Les multiples et sous-multiples des unités SI seront également utilisés, selon le SI.

3.4.2

unités autres que SI

Les unités suivantes, autres que SI, sont également utilisées:

- pour l'énergie: l'électronvolt (symbole eV) $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- pour le temps: l'année, le jour, l'heure (symbole h), minute (symbole min)

² Bureau International des Poids et Mesures: *Le Système international d'unités*, 7^e édition, 1998.

3.2.13**reference orientation of a dose equivalent (rate) meter**

orientation of the dose equivalent (rate) meter with respect to the direction of the incident radiation during calibration

3.2.14**dose equivalent (rate) meter**

assembly intended to measure or evaluate the dose equivalent (rate)

3.3 Test nomenclature**3.3.1****qualification tests**

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

3.3.2**type test**

conformity testing on the basis of one or more specimens of a product representative of the production [IEV 151-04-15, modified]

3.3.3**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]

3.3.4**acceptance test**

a contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification [IEV 151-04-20]

3.3.5**supplementary tests**

tests intended to provide supplementary information on certain characteristics of the dose equivalent (rate) meters

3.4 Quantities and units**3.4.1****SI units**

The units of the international system (SI)² are used.

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

3.4.2**units other than SI units**

The following units are used in addition to the SI units:

- for energy: electron-volt (symbol eV) $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- for time: year, day, hour (symbol h), minute (symbol min)

² Bureau International des Poids et Mesures: *The International System of Units (SI)*, 7th edition, 1998

3.4.3

sievert

l'unité SI d'équivalent de dose est le J·kg⁻¹. Son nom spécial est le sievert (Sv).

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

3.4.4

équivalent de dose ambiant $H^*(10)$

équivalent de dose en un point dans un champ de rayonnement qui serait produit par le champ correspondant unidirectionnel et expansé, dans la sphère CIUR, à une profondeur de 10 mm, sur le rayon qui fait face à la direction du champ unidirectionnel

3.4.5

débit d'équivalent de dose ambiant $\dot{H}^*(10)$

rapport de $dH^*(10)$ à dt , où $dH^*(10)$ est la variation de l'équivalent de dose ambiant dans l'intervalle de temps dt

$$\dot{H}^*(10) = \frac{dH^*(10)}{dt}$$

L'unité de débit d'équivalent de dose ambiant dans le système SI est le sievert par seconde (Sv·s⁻¹). Les unités de débit d'équivalent de dose ambiant sont le quotient du sievert ou de ses multiples ou sous-multiples décimaux par une unité de temps convenablement choisie (par exemple mSv·h⁻¹).

3.4.6

équivalent de dose directionnel $H'(0,07)$

équivalent de dose en un point dans un champ de rayonnement qui serait produit par le champ de rayonnement expansé correspondant, dans la sphère CIUR, à une profondeur de 0,07 mm, selon un rayon de direction donnée

3.4.7

débit d'équivalent de dose directionnel $\dot{H}'(0,07)$

rapport de $dH'(0,07)$ à dt , où $dH'(0,07)$ est la variation de l'équivalent de dose directionnel dans l'intervalle de temps dt

$$\dot{H}'(0,07) = \frac{dH'(0,07)}{dt}$$

L'unité de débit d'équivalent de dose directionnel dans le système SI est le sievert par seconde (Sv·s⁻¹). Les unités de débit d'équivalent de dose directionnel sont le quotient du sievert, ou de ses multiples ou sous-multiples décimaux, par une unité de temps convenablement choisie (par exemple mSv·h⁻¹).

NOTE 1 La sphère CIUR (Rapport 33 de la CIUR, 1980) est une sphère de 30 cm de diamètre, en matériau équivalent tissu ayant une densité de 1 g cm⁻³.

NOTE 2 En définissant ces quantités, il est utile de préciser que certains champs de rayonnement sont dérivés du champ de rayonnement réel. Les termes "expansé" et "unidirectionnel" sont utilisés pour caractériser ces champs de rayonnement dérivés. Dans un *champ expansé* la fluence et sa distribution angulaire et énergétique restent les mêmes dans tout le volume d'intérêt ainsi que dans le champ réel au point de référence. Dans le *champ unidirectionnel et expansé* la fluence et sa distribution en énergie sont les mêmes que dans le *champ expansé*, mais la fluence est unidirectionnelle.

NOTE 3 Un instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) qui a une réponse isotrope, et est calibré en termes de $H^*(10)$, mesurera $H^*(10)$ dans tout champ de rayonnement uniforme où il sera placé.

NOTE 4 Quand le mot "tissu" est utilisé dans cette norme, il correspond à la définition de tissu mou telle qu'indiquée dans le Rapport 39 de la CIUR (1985). La composition massique du tissu mou est: 76,2 % O; 10,1 % H; 11,1 % C; 2,6 % N. Les éléments à l'état de traces ne sont généralement pas considérés comme importants pour la dosimétrie et ont été ignorés.

3.4.3**sievert**

the SI unit of dose equivalent is $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ and has been given the special name sievert (Sv)

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$$

3.4.4**ambient dose equivalent $H^*(10)$**

dose equivalent at a point in a radiation field that would be produced by the corresponding aligned and expanded field, in the ICRU sphere at a depth of 10 mm, on the radius opposing the direction of the aligned field

3.4.5**ambient dose equivalent rate $\dot{H}^*(10)$**

ratio of $dH^*(10)$ by dt , where $dH^*(10)$ is the increment of ambient dose equivalent in the time interval dt

$$\dot{H}^*(10) = \frac{dH^*(10)}{dt}$$

The SI unit of ambient dose equivalent rate is the sievert per second ($\text{Sv}\cdot\text{s}^{-1}$). Units of ambient dose equivalent rate are any quotient of the sievert or its decimal multiples or submultiples by a suitable unit of time (e.g. $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$).

3.4.6**directional dose equivalent $H'(0,07)$**

dose equivalent at a point in a radiation field that would be produced by the corresponding expanded field in the ICRU sphere at a depth of 0,07 mm, on a radius in a specified direction

3.4.7**directional dose equivalent rate $\dot{H}'(0,07)$**

ratio of $dH'(0,07)$ by dt , where $dH'(0,07)$ is the increment of directional dose equivalent in the time interval dt

$$\dot{H}'(0,07) = \frac{dH'(0,07)}{dt}$$

The SI unit of directional dose equivalent rate is the sievert per second ($\text{Sv}\cdot\text{s}^{-1}$). Units of directional dose equivalent rate are any quotient of the sievert or its decimal multiples or submultiples by a suitable unit of time (e.g. $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$).

NOTE 1 The ICRU sphere (ICRU Report 33, 1980) is a 30 cm diameter, tissue-equivalent sphere with a density of $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

NOTE 2 In defining these quantities, it is useful to stipulate certain radiation fields that are derived from the actual radiation field. The terms "expanded" and "aligned" are used to characterize these derived radiation fields. In the *expanded field*, the fluence and its angular and energy distribution are the same throughout the volume of interest as in the actual field at the point of reference. In the *aligned and expanded field*, the fluence and its energy distribution are the same as in the expanded field but the fluence is unidirectional.

NOTE 3 A dose equivalent (rate) meter that has an isotropic response and is calibrated in terms of $H^*(10)$ will measure $H^*(10)$ in any radiation fields that are uniform over the dimensions of the dose equivalent (rate) meter.

NOTE 4 When the word "tissue" is used in this standard, the specification of soft tissue given in ICRU Report 39 (1985) is implied. The mass composition of soft tissue is taken as: 76,2 % O; 10,1 % H; 11,1 % C; 2,6 % N. Trace elements are generally not considered important for dosimetric purposes and have been ignored.

NOTE 5 Les caractéristiques de l'équivalent de dose (ou du débit) à mesurer font seulement référence aux caractéristiques de la quantité exprimée par l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) ambiant et directionnel et ne sont en aucun cas considérées comme des caractéristiques propres du montage. La sphère n'est exigée que pour la définition conceptuelle des grandeurs d'équivalent de dose ambiant et directionnel et il est parfaitement admis de parler de l'équivalent de dose ambiant et directionnel en tout point d'un champ de rayonnement hors de la présence de la sphère. En effet, il caractérise la valeur de la grandeur en tout point d'un champ de rayonnement donné, c'est-à-dire, la valeur à laquelle l'indication fournie par l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) est comparée pour étalonnage en estimant sa conformité aux différentes caractéristiques des performances spécifiées dans cette norme. Les méthodes utilisées pour satisfaire aux exigences de cette norme, comme le type ou la conception du sous-ensemble de détection du rayonnement lui-même, sont entièrement du ressort du concepteur. Par exemple, un compteur Geiger-Müller peut, en choisissant des filtres externes adaptés, être conçu pour mesurer l'équivalent de dose ambiant (ou le débit) dans une gamme d'énergie donnée du rayonnement X et gamma. Dans ce cas, le détecteur ne pourrait, par exemple, exiger une épaisseur de paroi de $1\,000\text{ mg cm}^{-2}$ ou nécessiter son montage sur une sphère de 30 cm de diamètre; la spécification exige seulement que l'affichage de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) soit le même, dans les limites de variation permises par cette norme, que la valeur au point de mesure de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) $H^*(10)$.

NOTE 6 L'équivalent de dose ambiant en un point d'un champ de rayonnement de distribution angulaire quelconque est la valeur que l'on obtiendrait dans un champ de rayonnement parallèle (directionnel) présentant la même fluence et la même distribution en énergie du rayonnement. Cela veut dire que la valeur de l'équivalent de dose ambiant en un point est indépendante de la distribution angulaire du champ de rayonnement. Ceci implique que l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) a une réponse isotrope pour mesurer l'équivalent de dose ambiant dans un angle solide de 4π stéradians. L'équivalent de dose directionnel est concerné pour les rayonnements faiblement pénétrants pour lesquels le corps, s'il est présent, présenterait un blindage sur l'une de ses hémisphères. Dans ce cas, il convient que la réponse de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) à la mesure de l'équivalent de dose directionnel soit limitée à un angle solide de 2π stéradians et accepte le rayonnement diffusé par les matériaux situés derrière le détecteur et provenant du rayonnement incident frontal. La valeur de l'équivalent de dose directionnel sera décroissante quand l'angle d'incidence du rayonnement croît, par rapport à l'orientation de référence. Ceci à cause de l'augmentation du parcours du rayonnement, dans cette partie de la sphère, près de sa surface. Les exigences concernant la réponse angulaire de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) s'appuient sur ces considérations.

NOTE 7 L'équivalent de dose ambiant (ou débit), utilisé pour la surveillance des rayonnements fortement pénétrants, n'est pas une grandeur adaptée aux rayonnements bêta, même quand ils sont considérés comme pénétrants (CIUR, Rapport 47, 1992).

NOTE 8 Dans cette norme, quand le terme équivalent de dose est utilisé seul, les quantités équivalent de dose ambiant et équivalent de dose directionnel sont implicitement supposées.

4 Caractéristiques générales des instruments de mesure de l'équivalent de dose ambiant et directionnel (ou du débit)

4.1 Généralités

4.1.1 Affichage

Les indications fournies par l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) doivent être affichées en unités d'équivalent de dose ou de débit d'équivalent de dose, par exemple en millisieverts ou en millisieverts par heure, respectivement.

4.1.2 Lecture

Le changement d'échelle de mesure et de la lecture doivent être simultanés et doivent être clairement affichés. Toutes les échelles doivent être lisibles dans des conditions normales d'éclairage.

4.1.3 Marques et indications de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

Un instrument destiné à la mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) du rayonnement bêta, X et gamma doit porter une indication spécifique de l'usage auquel il est destiné (type de rayonnement (par exemple rayonnement X et gamma, bêta) et domaine de mesure, grandeur opérationnelle ($H^*(10)$, $H'(0,07)$, étendue de mesure combinée en énergie et en angle d'incidence).

L'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) doit comporter un point de référence (voir 3.2.7). Le point de référence pour étalonnage et pour essai doit être apparent sur l'extérieur de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit).

NOTE 5 The specifications of the dose equivalent (rate) to be measured refer only to the specification of the quantity to be indicated by ambient and directional dose equivalent (rate) meters and are not in any way intended as a specification of the detector assemblies themselves. The sphere is only required for the conceptual definition of the quantities' ambient and directional dose equivalent and it is perfectly permissible to speak of the ambient and directional dose equivalent at any point in a radiation field without the sphere being present. In effect, it specifies the value of the quantity to be indicated at any point in any given radiation field, that is, the value against which the indication of the dose equivalent (rate) meter should be compared for calibration purposes in assessing its compliance with the various performance characteristics specified in the standard. The methods used to meet the requirements of this standard such as the type and design of the radiation detection sub-assembly itself are entirely at the discretion of the designer. As an example, a Geiger-Müller tube detector may, by the choice of suitable external filters, be designed to indicate an ambient dose equivalent (rate) over a certain range of X and gamma radiation energies. In this case, the detector would not, for example, require a wall thickness of $1\,000\text{ mg cm}^{-2}$ or need to be mounted on a 30 cm diameter sphere; the requirement is only that the indication of the dose equivalent (rate) meter shall be the same, within the limits of variation permitted in this standard, as the value at the point of measurement of the ambient dose equivalent (rate), $H^*(10)$.

NOTE 6 The ambient dose equivalent at a point in a radiation field of any angular distribution is the value that would have occurred had that same fluence and energy distribution of radiation been present as a parallel beam (aligned). This means that the value of the ambient dose equivalent at a point is independent of the angular distribution of the radiation field. This implies that a dose equivalent (rate) meter to measure ambient dose equivalent should have an isotropic response over a solid angle of 4π steradians. Directional dose equivalent is of concern for radiation of low penetrating power for which the body, if present, would provide shielding over one hemisphere. Accordingly, the response of a dose equivalent (rate) meter for the measurement of directional dose equivalent should be restricted to a solid angle of 2π steradians and should allow for backscatter from material behind the detector of radiation incident on the front. The value of the directional dose equivalent will decrease as the angle of incidence of the radiation is increased, relative to the reference orientation, due to the increasing path length of the radiation, in those portions of the sphere near to its surface. The requirements for the angular response of dose equivalent (rate) meters are based on these considerations.

NOTE 7 The ambient dose equivalent (rate), used for the monitoring of strongly penetrating radiation, is not an appropriate quantity for any beta radiation even that which is nominally penetrating (ICRU Report 47, 1992).

NOTE 8 When the term dose equivalent alone is used in this standard, the quantities ambient dose equivalent and directional dose equivalent are implied.

4 General characteristics of ambient and directional dose equivalent (rate) meters

4.1 General

4.1.1 Indication

The indications of the dose equivalent (rate) meter shall be in units of dose equivalent or dose equivalent rate, for example millisieverts or millisieverts per hour, respectively.

4.1.2 Read-out

The changing of measuring range and read-out scale shall be simultaneous and shall be clearly displayed. All scales shall be readable under normal lighting conditions.

4.1.3 Dose equivalent (rate) meter labels and markings

A dose equivalent (rate) meter for the measurement of beta, X and gamma dose equivalent (rate) shall be labelled with a specific indication of its intended use (type of radiation (e.g. X and gamma radiation, beta radiation), effective range of measurement and measuring quantity ($H^*(10)$, $H'(0,07)$), combined rated ranges of energy and angle of radiation incidence).

The dose equivalent (rate) meter shall have a reference point (see 3.2.7). The reference point for calibration and test purposes shall be indicated on the outside of the dose equivalent (rate) meter.

4.1.4 Domaine en équivalent de dose et en débit équivalent de dose

L'application des recommandations de la CIPR implique de déterminer le débit d'équivalent de dose pour un domaine étendu de valeurs. Dans certains cas, il est nécessaire de mesurer des débits d'équivalent de dose jusqu'à $10 \text{ Sv}\cdot\text{h}^{-1}$. À l'opposé, on peut rencontrer des débits d'équivalent de dose de $0,1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (voir CIUR, Rapport 20). Pour la plupart des applications, le débit d'équivalent de dose se situe approximativement entre $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ et $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$.

4.1.5 Étendue de mesure

L'étendue de mesure ne doit pas être inférieure aux indications suivantes:

- pour un instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) comportant un affichage de type analogique (par exemple linéaire ou logarithmique) de 10 % à 100 % du maximum de déflexion angulaire de l'échelle, ceci pour chaque échelle de mesure;
- pour un instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) comportant un affichage digital, depuis la première valeur non nulle de l'avant-dernier chiffre significatif jusqu'à l'affichage maximal de chaque niveau d'échelle (par exemple, si l'indication maximale de l'afficheur est 199,9, l'étendue de mesure doit s'étendre de 1,0 à 199,9);
- pour un instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) comportant un affichage digital scientifique (par exemple $x,yz E \pm ab$) la mantisse doit avoir deux digits, au moins (par exemple 1,0 à 9,9). Le fabricant doit définir l'étendue de mesure (par exemple $1,0 \text{ E}-7$ à $9,9 \text{ E}-2$ en $\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$).

Pour les instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) ayant plus d'une échelle, l'étendue de mesure doit couvrir de 10 % de l'échelle la plus faible à 100 % de l'échelle la plus grande et toutes les échelles doivent être conçues de manière à ce qu'elles couvrent l'ensemble de l'étendue mesure.

Quand les méthodes d'essai ne couvrent pas la totalité de l'étendue de mesure et que des variations observées sont proches des limites admises, des essais supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour démontrer l'accord avec l'exigence concernée sur l'ensemble de l'étendue de mesure. Les essais supplémentaires doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le vendeur.

4.1.6 Étendue de mesure minimale

L'étendue de mesure minimale du débit d'équivalent de dose doit couvrir au moins trois ordres de grandeur. L'étendue de mesure minimale de l'équivalent de dose doit couvrir au moins quatre ordres de grandeur et doit contenir la valeur de 1 mSv.

Les appareils de mesure et/ou de surveillance de l'équivalent de dose destinés à une utilisation en situations incidentelles ou accidentelles doivent pouvoir mesurer sur tout le domaine de $100 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à $10 \text{ Sv}\cdot\text{h}^{-1}$. S'ils comportent une possibilité d'intégration, le domaine doit être au moins de 100 μSv à 2 Sv.

4.1.7 Niveaux d'alarme

Il convient que les alarmes visuelles et/ou sonores (si elles existent) de débit d'équivalent de dose et/ou d'équivalent de dose soient directement préréglables.

Il doit être possible de couper l'alarme sonore, si nécessaire.

Il doit être possible de régler l'alarme d'équivalent de dose à une valeur quelconque de l'étendue de mesure ou au moins pour une valeur dans chaque ordre de grandeur de ce domaine, par exemple 3 μSv , 30 μSv , 300 μSv , 3 mSv, 30 mSv et 300 mSv.