

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61005

Deuxième édition
Second edition
2003-02

**Instrumentation pour la radioprotection –
Appareils de mesure de l'équivalent de dose
ambiant neutron (ou de son débit d'équivalent
de dose)**

**Radiation protection instrumentation –
Neutron ambient dose equivalent (rate) meters**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61005:2003

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**

61005

Deuxième édition
Second edition
2003-02

**Instrumentation pour la radioprotection –
Appareils de mesure de l'équivalent de dose
ambiant neutron (ou de son débit d'équivalent
de dose)**

**Radiation protection instrumentation –
Neutron ambient dose equivalent (rate) meters**

© IEC 2003 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

W

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	12
3.1 Généralités	12
3.2 Termes de dosimétrie et quantités	12
3.3 Définitions	14
3.4 Nomenclature des essais	18
4 Caractéristiques générales des appareils de mesure	20
4.1 Étiquetage et marquage des appareils	20
4.2 Indication de l'appareil	20
4.3 Lecture déportée	20
4.4 Domaine de mesure	20
5 Procédures générales d'essai	22
5.1 Exigences pour les essais	22
5.2 Essais réalisés dans les conditions normales d'essai	22
5.3 Essais effectués avec des variations des grandeurs d'influence	22
5.4 Fluctuations statistiques	22
5.5 Rayonnement neutron de référence	24
6 Caractéristiques sous rayonnements	24
6.1 Erreur relative intrinsèque sur l'indication du débit d'équivalent de dose ambiant	24
6.2 Exigences sur la précision de réglage des alarmes	28
6.3 Variation de la réponse avec l'énergie du rayonnement neutronique	30
6.4 Variations de l'indication avec l'angle d'incidence du rayonnement	32
6.5 Réponse dans les champs de neutrons au poste de travail	32
6.6 Réponse aux autres rayonnements ionisants	34
7 Caractéristiques électriques	34
7.1 Fluctuations statistiques	34
7.2 Temps de réponse	36
7.3 Relation entre le temps de réponse et les fluctuations statistiques	38
7.4 Stabilité du zéro	38
7.5 Temps de chauffage	40
7.6 Alimentation – piles ou batteries	40
7.7 Alimentation par le secteur	42
8 Compatibilité électromagnétique	44
8.1 Généralités	44
8.2 Décharge électrostatique	44
8.3 Champs électromagnétiques	44
8.4 Perturbations dans les conducteurs induites par les radiofréquences	46
8.5 Perturbations dans les conducteurs induites par les surtensions et les régimes oscillatoires	48
8.6 Perturbations dans les conducteurs induites par des transitoires rapides ou des impulsions	48
8.7 Champs magnétiques externes (50 Hz/60 Hz)	48
8.8 Émission de rayonnement électromagnétique	50

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope and object	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	13
3.1 General	13
3.2 Dosimetric terms and quantities	13
3.3 Definitions	15
3.4 Test nomenclature	19
4 General characteristics of the measuring assemblies	21
4.1 Assembly labels and markings	21
4.2 Indication of the assembly	21
4.3 External signal connections	21
4.4 Effective range of measurement	21
5 General test procedures	23
5.1 Test requirements	23
5.2 Tests performed under standard test conditions	23
5.3 Tests performed with variation of influence quantities	23
5.4 Statistical fluctuations	23
5.5 Reference neutron radiation	25
6 Radiation characteristics	25
6.1 Relative intrinsic error in ambient dose equivalent rate indication	25
6.2 Requirements on the accuracy of alarm settings	29
6.3 Variation of response with neutron radiation energy	31
6.4 Variation of indication with angle of incidence of radiation	33
6.5 Response in workplace neutron fields	33
6.6 Response to other external ionising radiations	35
7 Electrical characteristics	35
7.1 Statistical fluctuations	35
7.2 Response time	37
7.3 Relationship between response time and statistical fluctuations	39
7.4 Zero drift	39
7.5 Warm-up time	41
7.6 Power supplies – battery operation	41
7.7 Power supplies – Mains operations	43
8 Electromagnetic compatibility	45
8.1 General	45
8.2 Electrostatic discharge	45
8.3 Radiated electromagnetic fields	45
8.4 Conducted disturbances induced by radio-frequencies	47
8.5 Conducted disturbances induced by surges and oscillatory waves	49
8.6 Conducted disturbances induced by fast transients or bursts	49
8.7 External magnetic fields (50 Hz/60 Hz)	49
8.8 Emission of electromagnetic radiation	51

9	Caractéristiques mécaniques	50
9.1	Chocs mécaniques	50
9.2	Orientation de l'appareil (géotropisme)	50
9.3	Essai de vibrations	50
10	Caractéristiques de sécurité	52
10.1	Caractéristiques de surcharge	52
10.2	Facilité de décontamination	52
11	Caractéristiques environnementales	52
11.1	Influence de la température ambiante	52
11.2	Choc thermique	54
11.3	Humidité relative	56
11.4	Pression atmosphérique	56
11.5	Étanchéité	56
11.6	Stockage et transport	56
12	Documentation	56
12.1	Certificat d'identification	56
12.2	Manuel d'utilisation et de maintenance	58
Annexe A (normative) Coefficients de conversion de la fluence neutron en débit d'équivalent de dose ambiant		68
Figure A.1 – Coefficients de conversion fluence neutron – débit d'équivalent de dose ambiant pour les neutrons mono-énergétiques (données issues du CIUR 57 (1998))		70
Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai		60
Tableau 2 – Essais réalisés dans les conditions normales d'essai		62
Tableau 3 – Essais réalisés avec variations des grandeurs d'influences		64
Tableau 4 – Limites de variation des caractéristiques dues aux effets des grandeurs d'influence		66
Tableau A.1 – Coefficients de conversion fluence neutron – débit d'équivalent de dose ambiant pour les neutrons mono-énergétiques (valeurs données dans le CIUR 57 (1998))		68
Tableau A.2 – Coefficients de conversion fluence neutron – débit d'équivalent de dose ambiant pour les sources de références neutron (données issues du CIUR 57 (1998) et ISO 8529-3)		70

9	Mechanical characteristics	51
9.1	Mechanical shocks	51
9.2	Orientation of assembly (geotropism)	51
9.3	Vibration test	51
10	Safety characteristics.....	53
10.1	Overload characteristics	53
10.2	Ease of decontamination	53
11	Environmental characteristics	53
11.1	Ambient temperature influence	53
11.2	Temperature shock.....	55
11.3	Relative humidity	57
11.4	Atmospheric pressure	57
11.5	Sealing	57
11.6	Storage and transport.....	57
12	Documentation.....	57
12.1	Identification certificate	57
12.2	Operation and maintenance manual.....	59
	Annex A (normative) Neutron fluence-to-ambient dose equivalent conversion coefficients	69
	Figure A.1 – Neutron fluence-to-ambient dose equivalent conversion coefficients for mono-energetic neutrons (data taken from ICRU 57 (1998)).....	71
	Table 1 – Reference conditions and standard test conditions	61
	Table 2 – Tests performed under standard test conditions.....	63
	Table 3 – Tests performed with variation of influence quantities	65
	Table 4 – Limits of variation of performance characteristics due to effects of influence quantities	67
	Table A.1 – Neutron fluence-to-ambient dose equivalent conversion coefficients for mono-energetic neutrons (data taken from ICRU 57 (1998)).....	69
	Table A.2 – Neutron fluence-to-ambient dose equivalent conversion coefficients for the neutron reference radiation sources (data taken from ICRU 57 (1998) and ISO 8529-3).....	71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – APPAREILS DE MESURE DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT NEUTRON (OU DE SON 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, 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 61005 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1990, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/397/FDIS	45B/400/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 2.

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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
NEUTRON AMBIENT DOSE EQUIVALENT (RATE) METERS**

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 61005 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, published in 1990, and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
45B/397/FDIS	45B/400/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 2.

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.

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – APPAREILS DE MESURE DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT NEUTRON (OU DE SON DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE)

1 Domaine d'application et objet

Cette Norme internationale est applicable à tous les appareils destinés à la mesure de l'équivalent de dose ambiant (ou le débit) dû au rayonnement neutronique pour les énergies jusqu'à 16 MeV, et qui comprennent au moins:

- a) un sous-ensemble de détection qui peut comprendre, par exemple, un détecteur des neutrons thermalisés et un dispositif comportant des matériaux modérateurs et absorbants entourant le détecteur;
- b) un sous-ensemble de mesure avec un affichage du résultat de la mesure, qui peut être inclus dans un seul appareil ou connecté par le moyen d'un câble flexible.

Les exigences exprimées ci-dessous concernent les appareils de mesure tels que définis dans le premier paragraphe. Il est cependant acceptable d'utiliser des appareils ne satisfaisant pas aux exigences ci-dessous, si celles-ci ne sont pas jugées essentielles pour une application donnée. Dans ce cas, il convient que les exigences à appliquer à ces appareils de mesure soient spécifiées par accord entre le fabricant et l'acheteur, mais il convient que les méthodes de détermination des caractéristiques des appareils de mesure soient conformes à la présente norme.

Cette Norme ne spécifie aucun essai concernant les performances des appareils dans des champs de rayonnement pulsés, et l'on considère qu'un appareil conçu pour répondre aux exigences de cette norme peut ne pas convenir à une utilisation dans de tels champs de rayonnement.

L'objet de cette norme est de spécifier quelles sont les caractéristiques exigées pour les instruments de mesure de l'équivalent de dose ambiant neutron (ou du débit) et de décrire les méthodes d'essai mises en œuvre pour démontrer la conformité à cette norme. Pour les appareils de mesure décrits dans le premier paragraphe, cette norme spécifie les caractéristiques générales, les procédures générales d'essai, les caractéristiques sous rayonnement, électriques, mécaniques, les caractéristiques de sécurité et environnementales et le certificat d'identification. Elle spécifie également les exigences pour les performances des alarmes des appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) qui en sont équipés.

NOTE La réponse des appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) pour les neutrons présente une dépendance en énergie de la réponse en équivalent de dose ambiant qui peu faire qu'elle s'écarte considérablement de l'unité. Pour des spectres réalistes au poste de travail, la réponse est telle que ces déviations dans les différents domaines d'énergie tendent à se compenser. De ce fait, la réponse dans des spectres réalistes est généralement plus proche de l'unité.

La norme ISO 12789 donne une liste des sources neutron à spectres larges convenant aux essais de tels instruments. Aussi les postes de travail peuvent être spécifiés, par accord entre le fabricant et l'acheteur comme convenant aux essais, si l'environnement spectral est bien défini.

Depuis peu, des appareils non conventionnels de mesure du débit d'équivalent de dose comportant plus d'un détecteur sont disponibles. Pour de tels appareils, une évaluation s'appuyant sur les neutrons monocinétiques ne convient pas. Pour ces débitmètres, les considérations ci-dessus peuvent s'appliquer.

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).

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – NEUTRON AMBIENT DOSE EQUIVALENT (RATE) METERS

1 Scope and object

This International Standard is applicable to all assemblies designed to measure the ambient dose equivalent (rate) due to neutron radiation of energy up to 16 MeV, and which comprise at least:

- a) a detection assembly, which may, for example, consist of a detector probe for thermalised neutrons and an arrangement of moderating and absorbing media surrounding the detector;
- b) a measuring assembly with a display for the measuring result, which may be incorporated into a single assembly or connected by means of a flexible cable.

The requirements given below pertain to assemblies as defined in the first paragraph. It is acceptable, however, to use assemblies, which do not meet the requirements below when such requirements are not deemed essential for a given purpose. In such cases, the requirements to be applied to the assemblies should be specified by agreement between the manufacturer and the purchaser, but the methods of determination of the characteristics of the assemblies should conform to this standard.

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

The object of this standard is to specify requirements for the performance characteristics of neutron ambient dose equivalent (rate) meters, and to prescribe the methods of testing in order to determine compliance with this standard. This standard specifies, for the assemblies described in the first paragraph, general characteristics, general test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics, and also the identification certificate. Requirements and test procedures are also specified for the alarm performance of the dose equivalent (rate) meters, which are equipped with alarm provisions.

NOTE Dose equivalent (rate) meters for neutrons have an energy dependence of ambient dose equivalent response, which may deviate considerably from unity. The response in realistic spectra encountered in workplace fields is such that the deviations in different energy ranges tend to neutralise each other. Consequently, the response in realistic fields is generally much closer to unity.

ISO 12789 specifies a list of appropriate neutron sources having broad spectra suitable for the testing of such (rate) meters. Also work places may be specified by agreement between manufacturer and purchaser to be appropriate for testing when the spectral environment is well defined.

Unconventional dose equivalent ratemeters, for example consisting of more than one detector probe, have recently become available. For such instruments, evaluation based on mono-energetic neutrons is not relevant. Also for those ratemeters, the above considerations may apply.

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.

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

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

CEI 60086-1:2000, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*

CEI 61000-4-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 2: Essai d'immunité aux décharges électrostatiques. Publication fondamentale en CEM*
Amendement 1 (1998)

CEI 61000-4-3:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – 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. Publication fondamentale en CEM*

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*
Amendement 1 (2000)

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*
Amendement 1 (2000)

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*
Amendement 1 (2000)

CEI 61000-4-12:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 12: Essai d'immunité aux ondes oscillatoires*
Amendement 1 (2000)

CEI 61187:1993, *Équipement 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 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: Étalonnage 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*

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

IEC 60050-394:1995, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 394: Nuclear instrumentation: Instruments*

IEC 60086-1:2000, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test*. Basic EMC Publication Amendment 1 (1998)

IEC 61000-4-3:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques - 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*. Basic EMC Publication

IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test* Amendment 1 (2000)

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* Amendment 1 (2000)

IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test* Amendment 1 (2000)

IEC 61000-4-12:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 12: Oscillatory waves immunity test* Amendment 1 (2000)

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

ISO 4037-1:1996, *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and doserate 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 radiations for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges from 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV*

ISO 4037-3:1999, *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and doserate 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 8529-1:2001, *Rayonnement neutroniques de référence – Partie 1: Caractéristiques et méthodes de production*

ISO 8529-2:2000, *Rayonnement neutroniques de référence – Partie 2: Concepts d'étalonnage des dispositifs de radioprotection en relation avec les grandeurs fondamentales caractérisant le champ de rayonnement*

ISO 8529-3:1998, *Rayonnement neutronique de référence – Partie 3: Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et détermination de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence*

ISO 11929-1:2000, *Détermination de la limite de détection et du seuil de décision des mesurages des rayonnements ionisants – Partie 1: Principes fondamentaux et application aux mesurages par comptage, sans l'influence du traitement de l'échantillon*

ISO 12789:2000, *Rayonnements neutroniques de référence – Caractéristiques et méthodes de production de champs de neutrons simulant ceux de postes de travail*

CIPR Publication 74:1996, *Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against External Radiation*, Annals of the ICRP Vol. 26, 2/4

CIUR Rapport 43:1988, *Détermination de l'équivalent de dose pour des sources de rayonnement externe – Partie 2.*

CIUR Rapport 51:1993, *Unités et grandeurs en dosimétrie de radioprotection.*

CIUR Rapport 57:1998, *Coefficients de conversion à utiliser en radioprotection contre l'irradiation externe.*

3 Termes et définitions

3.1 Généralités

Les termes généraux concernant les quantités de rayonnement et la dosimétrie, la détection et la mesure des rayonnements ionisants ainsi que l'instrumentation nucléaire sont donnés dans la CEI 60050-393 et la CEI 60050-394. Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.2 Termes de dosimétrie et quantités

NOTE Le système d'unités de mesure des rayonnements utilisé dans la présente norme est le système SI. Les multiples et sous-multiples des unités sont utilisés en accord avec le système SI. Les grandeurs spécifiques à la radioprotection et leurs unités sont utilisées conformément au rapport CIUR 51 (1993) et à l'ISO 8529-1. De plus, les unités de temps sont exprimées en heures (h) et en minutes (min).

3.2.1

fluence
m⁻²

quotient de dN par da, où dN est le nombre de particules qui entrent dans une sphère de section efficace da:

$$\Phi = \frac{dN}{da}$$

ISO 8529-1:2001, *Reference neutron radiations – Part 1: Characteristics and methods of production.*

ISO 8529-2:2000, *Neutron reference radiations – Part 2: Calibration fundamentals of radiation protection devices related to the basic quantities characterising the radiation field*

ISO 8529-3:1998, *Neutron reference radiations – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of response as a function of energy and angle of incidence*

ISO 11929-1:2000, *Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements – Part 1: Fundamentals and application to counting measurements without the influence of sample treatment*

ISO 12789:2000, *Reference neutron radiations – Characteristics and methods of production of simulated workplace neutron fields.*

ICRP Publication 74:1996, *Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against External Radiation*, Annals of the ICRP Vol. 26, 2/4

ICRU Report 43:1988, *Determination of Dose Equivalents from External Radiation Sources – Part 2.*

ICRU Report 51:1993, *Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry.*

ICRU Report 57:1998, *Conversion coefficients for use in radiation protection against external radiation.*

3 Terms and definitions

3.1 General

The general terminology concerning radiation quantities and dosimetric terms, the detection and measurement of ionising radiation, and nuclear instrumentation is given in IEC 60050-393 and IEC 60050-394. For the purpose of this International Standard, the following definitions apply.

3.2 Dosimetric terms and quantities

NOTE The system of radiation units used in this standard is the SI system. Multiples and sub-multiples of the units are used in accordance with SI. The specific radiation protection quantities and units are used in accordance with ICRU 51 (1993) and ISO 8529-1. In addition, for time, the units hour (h) and minute (min) are used.

3.2.1

fluence m⁻²

quotient of dN by da , where dN is the number of particles which enter a sphere of cross-sectional area da :

$$\Phi = \frac{dN}{da}$$

3.2.2

débit de fluence (densité de flux)

$\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

quotient de $d\Phi$ par dt , où $d\Phi$ est la variation de la fluence des particules dans l'intervalle de temps dt :

$$\dot{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt}$$

3.2.3

équivalent de dose ambiant

équivalent de dose, $H^*(10)$, qui serait produit par un champ de rayonnement expansé et unidirectionnel en un point, dans la sphère CIUR, à une profondeur de 10 mm sur le rayon faisant face à la direction du champ unidirectionnel (CIPR 74, 1996, CIUR 57, 1998).

NOTE Un instrument ayant une réponse isotrope et calibré en termes de $H^*(10)$ mesurera $H^*(10)$, s'il est exposé à un champ de rayonnement uniforme sur les dimensions de l'instrument.

3.2.4

débit d'équivalent de dose ambiant

quotient de $dH^*(10)$ par dt , où $dH^*(10)$ est la variation de l'équivalent de dose dans l'intervalle de temps dt :

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

NOTE Les unités de débit d'équivalent de dose s'expriment comme le quotient du sievert (Sv) ou un de ses multiples ou sous-multiples par l'unité de temps qui convient ($\text{Sv} \cdot \text{s}^{-1}$, $\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, etc.).

3.2.5

coefficient de conversion fluence équivalent de dose ambiant

rapport de l'équivalent de dose ambiant, $H^*(10)$, à la fluence Φ

NOTE Les coefficients de conversion fournis en Annexe A sont issus du CIUR 57 (1998) et sont utilisés dans cette norme.

3.3 Définitions

3.3.1

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

appareil destiné à mesurer ou évaluer le débit d'équivalent de dose ambiant du rayonnement neutronique. Il peut comprendre un ou plusieurs détecteurs et sous-ensembles associés ou unités fonctionnelles de base.

NOTE L'appareil peut être transportable ou portable. Pour une utilisation de routine, le ou les détecteurs de rayonnement et les appareils associés peuvent être assemblables en position fixe.

3.3.2

point de référence d'un appareil de mesure

repère physique ou virtuel ou repère sur l'appareil de mesure destiné à positionner celui-ci au point d'essai. Habituellement, ce repère est le centre géométrique du détecteur ou son centre efficace.

3.2.2**fluence rate (flux density)****m⁻².s⁻¹**

quotient of $d\Phi$ by dt , where $d\Phi$ is the increment of particle fluence in the time interval dt :

$$\dot{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt}$$

3.2.3**ambient dose equivalent**

dose equivalent, $H^*(10)$, 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 (ICRP 74, 1996, ICRU 57, 1998).

NOTE An instrument that has an isotropic response and is calibrated in terms of $H^*(10)$ will measure $H^*(10)$ in a radiation field that is uniform over the dimensions of the instrument.

3.2.4**ambient dose equivalent rate**

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

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

NOTE Units of dose equivalent rate are any quotient of the sievert (Sv) or its multiple or submultiple by a suitable unit of time (Sv.s⁻¹, mSv.h⁻¹, etc.).

3.2.5**fluence-to-ambient dose equivalent conversion coefficient**

ratio of ambient dose equivalent, $H^*(10)$, to fluence, Φ

NOTE The conversion coefficients given in Annex A are taken from ICRU 57 (1998) and used throughout this standard.

3.3 Definitions**3.3.1****neutron ambient dose equivalent (rate) meter**

assembly intended to measure or evaluate the ambient dose equivalent rate from neutron radiation. It may include one or more radiation detectors and associated assemblies or basic function units.

NOTE The assembly may be transportable or portable. For routine use, the radiation detector(s) and associated assemblies may also be mountable in a fixed position.

3.3.2**reference point of an assembly**

physical or virtual mark or marks on the assembly to be used in order to position it at the test point. This mark is usually either the geometric centre of the detector or its effective centre.

3.3.3

point d'essai

point du champ de rayonnement où la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) est connue. Pour tous les essais impliquant l'utilisation de rayonnement, il est convenu de placer le point de référence de l'appareil de mesure au point d'essai dans l'orientation indiquée par le fabricant. Font exception les essais de variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence.

3.3.4

orientation de référence

orientation de l'appareil de mesure par rapport à la direction du rayonnement incident au cours de l'étalonnage

3.3.5

distance d'étalonnage

distance entre le point de référence de l'appareil de mesure et le centre de la source d'étalonnage

3.3.6

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

meilleure estimation de l'équivalent de dose ambiant vrai (ou du débit), $H^*_t(10)$, utilisé pour l'étalonnage de l'appareil de mesure. Cette valeur et ses incertitudes sont déterminées à partir d'un étalon primaire ou secondaire, ou à l'aide d'un instrument de référence, lui-même étalonné à partir d'un étalon primaire ou secondaire.

NOTE Pour le rayonnement neutronique, les étalons primaires ou secondaires sont habituellement étalonnés en termes de fluence (ou débit de fluence). Pour convertir la fluence (ou le débit de fluence) en la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit), on doit d'utiliser les valeurs appropriées des coefficients de conversion de la fluence en équivalent de dose ambiant qui sont données dans l'Annexe A.

3.3.7

débit d'équivalent de dose ambiant indiqué

valeur $H^*_i(10)$ du débit d'équivalent de dose ambiant tel qu'il est indiqué par l'appareil de mesure en cours d'essai

3.3.8

réponse en équivalent de dose ambiant

rapport, R , de la valeur indiquée de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit), $H^*_i(10)$, à la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit), $H^*_t(10)$:

$$R = \frac{H^*_i(10)}{H^*_t(10)}$$

3.3.9

erreur sur l'indication

différence entre la valeur indiquée de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit), $H^*_i(10)$, et la valeur conventionnellement vraie, $H^*_t(10)$, de cette quantité au point d'essai

3.3.10

erreur relative sur l'indication

rapport, I , de l'erreur sur la valeur indiquée à la valeur conventionnellement vraie, $H^*_t(10)$:

$$I = \frac{H^*_i(10) - H^*_t(10)}{H^*_t(10)}$$

3.3.3**point of test**

point in the radiation field at which the conventional true value of ambient dose equivalent (rate) is known. For all tests involving the use of radiation, the reference point of the assembly is placed at the point of test in the orientation indicated by the manufacturer. An exception is the test of variation in response with angle of incidence.

3.3.4**reference orientation**

orientation of the assembly with respect to the direction of the incident radiation during calibration

3.3.5**calibration distance**

distance between the reference point of the assembly and the centre of the calibration source

3.3.6**conventional true value of ambient dose equivalent (rate)**

best estimate of the true ambient dose equivalent (rate), $H^*_t(10)$, used for calibration of the assembly. This value and its uncertainty are determined from a primary or a secondary standard, or by a reference instrument which has been calibrated against a secondary or a primary standard.

NOTE Primary or secondary standards for neutron radiation are usually standardized in terms of fluence (rate). For converting the fluence (rate) to the conventional true value of the ambient dose equivalent (rate), the appropriate fluence to ambient dose equivalent conversion coefficients given in Annex A shall be used.

3.3.7**indicated ambient dose equivalent rate**

value $\dot{H}^*_i(10)$ of the ambient dose equivalent rate as indicated by the measuring assembly under test

3.3.8**ambient dose equivalent response**

ratio, R , of the indicated ambient dose equivalent (rate), $H^*_i(10)$, to the conventional true value of the ambient dose equivalent (rate), $H^*_t(10)$:

$$R = \frac{H^*_i(10)}{H^*_t(10)}$$

3.3.9**error of an indication**

difference between the indicated ambient dose equivalent (rate), $H^*_i(10)$, and the conventional true value, $H^*_t(10)$, of that quantity at the point of test

3.3.10**relative error of an indication**

ratio, I , of the error of an indication to the conventional true value, $H^*_t(10)$:

$$I = \frac{H^*_i(10) - H^*_t(10)}{H^*_t(10)}$$

3.3.11

erreur relative intrinsèque

erreur relative sur la valeur indiquée fournie par un appareil exposé à un rayonnement de référence spécifié, dans des conditions de référence spécifiées

3.3.12

coefficient de variation

rapport, v , de l'écart type expérimental s à la moyenne arithmétique $\bar{H}_i$ pour une série de n valeurs indiquées H_{ij} . Il est donné par la formule suivante:

$$v = \frac{s}{\bar{H}_i} = \frac{1}{\bar{H}_i} \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (H_{ij} - \bar{H}_i)^2}$$

3.3.13

domaine de mesure

domaine des valeurs de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) à l'intérieur duquel les performances de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) satisfont aux exigences de la présente norme

3.3.14

domaine nominal d'utilisation

domaine des valeurs d'une grandeur d'influence, ou d'un paramètre d'un instrument, à l'intérieur duquel l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) répond dans les limites de variation. Ses limites sont le maximum et le minimum des valeurs autorisées

3.3.15

domaine nominal minimal d'utilisation

plus petit domaine spécifié d'une grandeur d'influence ou d'un paramètre d'un instrument à l'intérieur duquel l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) fonctionne dans les limites de variations spécifiées pour satisfaire à la présente norme

3.4 Nomenclature des essais

3.4.1

essais de qualification

essais réalisés pour vérifier que les exigences d'une spécification sont satisfaites. Les essais de qualification se divisent en essais de type et essais de routine.

3.4.2

essais de type

essais de conformité portant sur un ou plusieurs spécimens d'un produit représentatifs de la production

3.4.3

essais individuels de série

essais auxquels chaque appareil est soumis au cours de sa fabrication ou après celle-ci pour vérifier qu'il répond à certains critères

3.4.4

essais d'acceptation

essais contractuels pour apporter au client la preuve que l'appareil répond à certaines de ses spécifications

3.3.11**relative intrinsic error**

relative error of the indication of an assembly subjected to a specified reference radiation, under specified reference conditions

3.3.12**coefficient of variation**

ratio, v , of the experimental standard deviation s to the arithmetic mean $\bar{H}_i$ of a set of n indications H_{ij} . It is given by the following formula:

$$v = \frac{s}{\bar{H}_i} = \frac{1}{\bar{H}_i} \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (H_{ij} - \bar{H}_i)^2}$$

3.3.13**effective range of measurement**

range of values of ambient dose equivalent (rate) over which the performance of the ambient dose equivalent (rate) meter meets the requirements of this standard

3.3.14**nominal range of use**

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

3.3.15**minimum nominal range of use**

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

3.4 Test nomenclature**3.4.1****qualification tests**

tests, which are performed in order to verify that the requirements of a specification are fulfilled. Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests

3.4.2**type tests**

conformity testing on the basis of one or more specimens of a product representative of the production

3.4.3**routine tests**

tests to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

3.4.4**acceptance tests**

contractual tests to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification

3.4.5

essais complémentaires

essais destinés à fournir des informations complémentaires concernant certaines caractéristiques de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit)

4 Caractéristiques générales des appareils de mesure

4.1 Étiquetage et marquage des appareils

Un appareil destiné à la mesure de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) pour les neutrons doit comporter un étiquetage précisant l'utilisation à laquelle il est destiné.

Le point de référence de l'appareil, utilisé pour l'étalonnage ou les essais, doit être repéré sur l'extérieur de l'appareil et/ou être défini sans ambiguïté dans la documentation.

4.2 Indication de l'appareil

L'indication de l'appareil doit être exprimée en unités d'équivalent de dose ambiant (ou de débit), par exemple en millisieverts (par heure). L'indication peut être de type analogique ou digital. Il est recommandé que l'indication puisse être lue à distance.

4.3 Lecture déportée

Il est recommandé de prévoir une connexion de sortie de signal, qui doit être convenablement étiquetée, pour la lecture déportée (par exemple pour un compteur ou un intégrateur externe, un enregistreur ou un affichage digital secondaire). Les entrées et sorties suivantes, considérées comme appropriées à l'appareil, sont recommandées:

- une connexion d'entrée vers l'entrée du préamplificateur en vue des essais électriques;
- une connexion de sortie de l'amplificateur;
- une connexion de sortie du discriminateur

Si l'appareil est équipé d'une informatique de gestion de données et d'une mémoire, une sortie vers un module externe d'acquisition de données est recommandée, par exemple par une interface série.

4.4 Domaine de mesure

Le domaine de mesure doit couvrir au moins quatre ordres de grandeur en débit d'équivalent de dose ambiant, normalement de $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$. Des mesures à des débits d'équivalent de dose ambiant plus élevés, jusqu'à $100 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$, peuvent être demandées; ceci doit se faire par accord entre le client et le fabricant.

Le domaine de mesure doit pas être inférieur aux indications ci-dessous:

- a) Pour les appareils à lecture de type analogique (linéaire ou logarithmique), de 10 % à 100 % de la déflexion maximale angulaire de l'échelle, ceci pour chaque échelle.
- b) Pour les appareils à lecture digitale, de la première indication non nulle de l'avant-dernier chiffre significatif jusqu'à l'indication maximale de chaque échelle. (Par exemple, pour un affichage dont l'indication maximale est 99,9, le domaine doit s'étendre de $1,0 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à $9,99 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$.)

Il est recommandé que les appareils à lecture digitale disposent d'une possibilité d'intégration pour la mesure des faibles débits d'équivalent de dose ambiant. Si l'appareil comporte une possibilité d'intégration, l'utilisateur doit pouvoir sélectionner plusieurs temps d'intégration supérieurs à 1 min.

NOTE Le temps d'intégration concerne les appareils où les impulsions sont comptées pendant cette période et l'indication calculée à partir du nombre de coups.

3.4.5

supplementary tests

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

4 General characteristics of the measuring assemblies

4.1 Assembly labels and markings

An assembly for the measurement of neutron ambient dose equivalent (rate) shall be labelled with a specific indication of its intended use.

The reference point for an assembly for calibration and test purposes shall be indicated on the outside of the assembly and/or unambiguously described in the documentation.

4.2 Indication of the assembly

The indication of the assembly shall be in units of ambient dose equivalent (rate), for example in millisieverts (per hour). The indication may be on an analogous type of display or on a digital display. It is recommended that the indication may be read remotely.

4.3 External signal connections

The provision of an output connection for a remote readout, which shall be appropriately marked, is recommended (for example for an external counter or integrator, a recorder or a secondary digital display). The following input and output connections, as appropriate for the assembly, are recommended:

- an input connection to the pre-amplifier input for electrical test purposes;
- an output connection from the amplifier;
- an output connection from the discriminator.

If the assembly is equipped with a data processor and memory, an output to an external data device is recommended, for example by a serial data interface.

4.4 Effective range of measurement

The effective range of measurement shall cover at least four orders of magnitude of ambient dose equivalent rate, normally from $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ to $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$. Measurement at higher ambient dose equivalent rates, up to $100 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$, may be required and this shall be incorporated by agreement between purchaser and manufacturer.

The effective range of measurement shall not be less than the following:

- a) For assemblies with an analogue type of display (linear or logarithmic), from 10 % to 100 % of the scale maximum angular deflection on each scale range.
- b) For assemblies with a digital display, 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 of 99,9, the effective range shall extend from $1,0 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ to $9,99 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$).

It is recommended that instruments with a digital display be provided with an integrating facility to measure lower dose ambient equivalent rates. If an integrating facility is provided, the user shall be capable of selecting multiple integrating times of not less than 1 min.

NOTE The integration time refers to devices where pulses are counted during that time and the indication calculated from the number of counts.

5 Procédures générales d'essai

5.1 Exigences pour les essais

À l'exception des essais de routine décrits en 6.1.2.2, tous les essais cités dans les paragraphes suivants sont à considérer comme des essais de type (voir 3.4).

Cependant, certains de ces essais peuvent être, par accord entre le fabricant et l'acheteur, considérés comme des essais d'acceptation.

Les conditions normales d'essai sont définies dans le Tableau 1.

Les essais décrits dans cette norme peuvent être classés suivant qu'ils sont effectués dans les conditions normales d'essais ou dans d'autres conditions. Pour les essais effectués dans les conditions normales d'essai, les valeurs de la température, la pression et l'humidité relative au moment de l'essai doivent être précisés et les corrections appropriées effectuées pour donner la réponse dans les conditions de référence.

5.2 Essais réalisés dans les conditions normales d'essai

Les essais réalisés dans les conditions normales d'essai figurent dans le Tableau 2 qui indique, pour chaque caractéristique sur laquelle porte l'essai, les exigences et le paragraphe décrivant la méthode d'essai correspondante.

5.3 Essais effectués avec des variations des grandeurs d'influence

Ces essais sont destinés à définir les effets des variations des grandeurs d'influence. Le domaine de variation de chaque grandeur d'influence et les limites acceptables des variations de l'indication d'un l'appareil qui en découlent sont données dans le Tableau 3. Le domaine de variation des grandeurs d'influence indiqué dans le Tableau 3 définit le domaine nominal d'utilisation dans lequel doivent se situer les limites des variations de l'indication définies par le constructeur. Ces limites ne doivent en aucun cas dépasser celles qui sont données dans le Tableau 3.

Au cours d'un essai portant sur l'une quelconque des grandeurs d'influence du Tableau 3, toutes les autres grandeurs d'influence sont normalement maintenues à l'intérieur des limites correspondant aux conditions normales d'essai fournies par le Tableau 1, sauf précision contraire dans la procédure d'essai concernée.

5.4 Fluctuations statistiques

Pour tout essai impliquant l'utilisation de rayonnement, si l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication, due à la seule nature aléatoire du rayonnement, représente une part importante des variations de l'indication autorisées au cours de l'essai, on doit, dans ce cas, faire un nombre suffisant de lectures pour être sûr que la valeur moyenne indiquée peut être estimée avec une précision suffisante pour démontrer l'accord avec l'essai en question. Il convient d'utiliser les recommandations de l'ISO 11929.

L'intervalle de temps entre ces lectures doit être suffisant pour que les valeurs indiquées soient statistiquement indépendantes.

5 General test procedures

5.1 Test requirements

With the exception of the routine test described in 6.1.2.2, all the tests enumerated in the following clauses are to be considered as type tests (see 3.4).

Nevertheless, some of these tests may, by agreement between manufacturer and purchaser, be considered as acceptance tests.

Standard test conditions are defined in Table 1.

The tests described in this standard may be classified according to whether they are performed under standard test conditions or under other conditions. For those tests 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.

5.2 Tests performed under standard test conditions

Those tests, which are performed under standard test conditions, are listed in Table 2, which indicates, for each characteristic under test, the requirements and the subclause where the corresponding test method is described.

5.3 Tests performed with variation of influence quantities

These tests are intended to determine the effects of variation in influence quantities. The range of variation of each influence quantity and acceptable limits of consequent variation in the indication of an assembly are given in Table 3. The range of variation of influence quantities indicated in Table 3 defines a nominal operating range within which the limits of the variation in indication stated by the manufacturer shall remain. These limits shall in no case exceed those laid down in Table 3.

In order to test the effect of variation in any one of the influence quantities listed in Table 3, all other influence quantities are normally maintained within the limits for standard test conditions given in Table 1, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

5.4 Statistical fluctuations

For any test involving the use of radiation, if the magnitude of the statistical fluctuations of the indication, arising from the random nature of radiation alone, is a significant fraction of the variation of the indication permitted in the test, then sufficient readings shall be taken to ensure that the mean indicated value may be estimated with sufficient precision to demonstrate compliance with the test in question. The recommendations of ISO 11929 should be employed.

The time interval between such readings shall be sufficient to ensure that the indicated values are statistically independent.

5.5 Rayonnement neutron de référence

5.5.1 Sources de rayonnement

Les sources de rayonnement neutronique de référence doivent être choisies parmi les suivantes: source à radionucléides $^{241}\text{Am-Be}$, source à fission spontanée de ^{252}Cf ou cible d'accélérateur. Pour les champs de référence de neutrons thermiques ou épithermiques, des cibles d'accélérateur associées à des dispositifs modérateurs adaptés ou des lignes de faisceau issues d'un réacteur peuvent être utilisées.

La nature, la fabrication et les conditions d'utilisation de la source doivent être conformes aux recommandations des normes ISO 8529-1, ISO 8529-2 et ISO 8529-3.

La valeur conventionnellement vraie du débit d'équivalent de dose ambiant de ces sources peut être obtenue à partir de la distribution spectrale du débit de fluence délivré par la source et les coefficients de conversion fluence-équivalent de dose ambiant (voir Tableau A.1). Les coefficients de conversion pour trois sources de référence sont également donnés en Annexe, Tableau A.2. Les coefficients de conversion utilisés doivent être précisés par le fabricant (voir 12.1).

Le débit d'équivalent de dose ambiant pour l'émission photon de la source doit être connu.

5.5.2 Champs de neutrons au poste de travail

Les champs de neutrons au poste de travail peuvent être:

- des champs simulés spécifiés dans ISO 12789 ou
- d'autres lieux de travail dont les champs sont bien définis par des calculs des spectres et/ou des mesures ayant une traçabilité à un laboratoire primaire ou reconnues par celui-ci.

La nature, la production et les conditions d'utilisation de ces champs doivent être en accord avec les recommandations de l'ISO 12789.

La valeur conventionnellement vraie du débit d'équivalent de dose ambiant au point de mesure dans ces champs peut être obtenue à partir de la distribution spectrale du débit de fluence et des coefficients de conversion fluence-équivalent de dose ambiant (voir Annexe Tableau A.1).

NOTE Les champs observés peuvent être notablement différents des champs de référence. Pour améliorer la précision des mesures dans de tels champs, des facteurs de correction peuvent être appliqués à la lecture, ils sont calculés à partir de la réponse en fluence de l'instrument, des coefficients de conversion fluence-équivalent de dose ambiant et respectivement des fluences spectrales d'étalonnage et du champ observé.

6 Caractéristiques sous rayonnements

6.1 Erreur relative intrinsèque sur l'indication du débit d'équivalent de dose ambiant

6.1.1 Exigences

Dans les conditions normales d'essai, l'erreur relative intrinsèque ne doit pas dépasser $\pm 20\%$ du débit d'équivalent de dose ambiant conventionnellement vrai produit par le rayonnement de référence au point d'essai.

5.5 Reference neutron radiation

5.5.1 Radiation sources

The reference neutron radiation source shall be one of the following: ^{241}Am -Be radionuclide source, ^{252}Cf spontaneous fission source or accelerator target sources. For thermal and epithermal neutron reference fields, accelerator target sources with well defined moderator arrangements or reactor beams may be used.

The nature, construction and conditions of use of the source shall be in accordance with recommendations of ISO 8529-1, ISO 8529-2, and ISO 8529-3.

The conventional true ambient dose equivalent rate from these sources may be obtained from the spectral fluence rate distribution delivered by the source and the fluence-to-ambient dose equivalent conversion coefficients (see Table A.1). Conversion coefficients for three reference sources are given in Annex, Table A.2. The conversion coefficients employed shall be specified by the manufacturer (see 12.1).

The ambient dose equivalent rate of the photon emission from the source shall be known.

5.5.2 Work place neutron fields

Work place neutron fields may be:

- a) simulated fields specified in ISO 12789 or
- b) other work place environments whose fields are well defined by spectral calculations and/or measurements traceable to or recognized by a primary standards laboratory.

The nature, production and conditions of use of the fields shall be in accordance with the recommendations of ISO 12789.

The conventional true ambient dose equivalent rate at the point of measurement in these fields may be obtained from the spectral fluence rate distribution and the fluence to ambient dose equivalent conversion coefficients (see Table A.1).

NOTE Survey fields may considerably differ from the reference radiation fields. In order to increase the accuracy of the measurement in such fields, correction factors may be applied to the reading of the instrument; these are calculated from the fluence response of the device, the fluence-to-ambient dose equivalent conversion coefficients, and the spectral fluence of the calibration and the survey field, respectively.

6 Radiation characteristics

6.1 Relative intrinsic error in ambient dose equivalent rate indication

6.1.1 Requirements

Under standard test conditions, the relative intrinsic error shall not exceed $\pm 20\%$ of the conventional true ambient dose equivalent rate from the reference radiation at the point of test.

6.1.2 Essais à réaliser

6.1.2.1 Essais de type

Pour les appareils comportant des échelles linéaires, les essais de type doivent mesurer l'erreur relative intrinsèque sur toutes les échelles de l'appareil, et ceci en au moins trois points sur chaque échelle. Ces points doivent être choisis à environ 30 %, 60 % et 90 % du maximum de chaque échelle.

Pour les appareils à échelle logarithmique ou à affichage digital, l'essai doit être effectué pour au moins trois valeurs dans chaque décade du débit d'équivalent de dose indiqué. Les valeurs choisies doivent être environ 20 %, 40 % et 80 % de chaque décade. Un essai de type doit être effectué sur au moins un appareil de la série.

6.1.2.2 Essais de routine

Pour les appareils comportant des sorties linéaires, l'essai de routine doit être effectué pour un point sur chaque échelle entre 50 % et 75 % du maximum de l'échelle.

Pour les appareils à échelle logarithmique ou à affichage digital, l'essai de routine doit être effectué pour une valeur du débit d'équivalent de dose mesuré dans chaque décade. Un essai de routine doit être effectué sur chaque appareil de la série.

6.1.3 Utilisation des sources de rayonnement neutronique de référence

Les essais doivent être effectués avec l'un des champs de rayonnement neutronique de référence prescrit en 5.5.1. Les conditions d'utilisation de ces rayonnements de référence doivent être celles prescrites dans les normes ISO 8529-1, ISO 8529-2 et ISO 8529-3. Pour chaque source utilisée, la valeur conventionnellement vraie du débit d'équivalent de dose ambiant au point d'essai doit être connue avec une incertitude meilleure que $U = \pm 10\%$ (facteur d'élargissement de 2).

Pour cet essai, l'incertitude sur les valeurs du coefficient de conversion fluence en équivalent de dose ambiant donné en Annexe A doit être négligée.

6.1.4 Procédure d'essai avec variation de la distance d'étalonnage

Plusieurs procédures d'essai sont définies dans ISO 8529-2 pour déterminer la réponse en employant une source de rayonnement neutronique de référence en tenant compte de la contribution au signal du rayonnement diffusé et de la position du point de référence de l'appareil. Les procédures comprennent la détermination des valeurs indiquées pour une série de distances d'étalonnage, les valeurs indiquées pouvant s'étaler sur un ordre de grandeur ou plus. La réponse, la contribution du rayonnement diffusés et les paramètres géométriques sont définis par des méthodes analytiques d'ajustement. Dans ce cas, toute valeur de l'indication peut être considérée comme un point dans l'échelle correspondante indiquée en 6.1.2.1 et 6.1.2.2. Pour la détermination de l'erreur intrinsèque dans l'échelle correspondante, les valeurs corrigées peuvent être utilisées si les valeurs corrigées de la diffusion et des paramètres géométriques sont en accord avec le calcul et/ou avec les valeurs expérimentales.

6.1.5 Méthode d'essai par équivalent électrique

Dans le cas où le domaine total des valeurs du débit d'équivalent de dose requises pour les essais ci-dessus ne peut être couvert par les sources de rayonnement disponibles, il est admis de leur substituer un essai électrique équivalent pour déterminer l'erreur intrinsèque sur les valeurs du débit d'équivalent de dose qui ne peuvent être fournies par les sources de rayonnement.

6.1.2 Tests to be performed

6.1.2.1 Type test

For assemblies provided with substantially linear scales, the type test shall consist of measurements of the relative intrinsic error carried out on all the scale ranges of the assembly, and on at least three points of each scale range. These points shall be at about 30 %, 60 % and 90 % of the scale maximum on each scale range.

For assemblies with a substantially logarithmic graduation or with a digital presentation, the test shall be performed for at least three values in each decade of dose equivalent rate indicated. This shall be at about 20 %, 40 % and 80 % of each decade. A type test shall be carried out on at least one assembly of the series.

6.1.2.2 Routine test

For assemblies provided with substantially linear output, the routine test shall be performed at one point on each scale range between 50 % and 75 % of the scale maximum.

For assemblies with a substantially logarithmic output or a digital display, the routine test shall be performed for one value in each decade of the dose equivalent rate measured. A routine test shall be performed on each assembly of a series.

6.1.3 Use of reference neutron radiation sources

The tests shall be performed with one of the reference neutron radiation fields specified in 5.5.1. The conditions of use of these reference radiations shall be as specified by ISO 8529-1, ISO 8529-2, and ISO 8529-3. The conventional true value of the ambient dose equivalent at the point of test shall be known to within the uncertainty $U = \pm 10\%$ (coverage factor 2) for each source used.

For this test, any uncertainty in the values of the fluence to ambient dose equivalent conversion coefficients listed in Annex A shall be ignored.

6.1.4 Test procedure with variation of the calibration distance

Several practical procedures are established in ISO 8529-2 to determine the response employing the reference neutron radiation source, taking into account the characteristic contribution of the scattered radiation to the indication, and the position of the reference point of the device. The procedures include the determination of indicated values at a series of calibration distances, where the indicated values may range over one or more orders of magnitude. Response, scatter contribution and geometry parameters are determined by data analytical fitting methods. In this case, any indicated value may count as a point in the respective scale ranges given in 6.1.2.1 and 6.1.2.2. For the determination of the intrinsic error in the respective scale range, the fitted indicated values may be employed, if the fitted values for the scatter and geometry parameters are in agreement with calculated and/or experimentally determined experience values.

6.1.5 Equivalent electrical test method

In the event that the full range of ambient dose equivalent rates required for the above tests cannot be provided by the sources of neutron radiation available, it is permissible to employ an equivalent electrical test in order to determine the intrinsic error at the ambient dose equivalent rates that cannot be provided by the sources of radiation.

Dans ce cas, les sources de rayonnement doivent pouvoir fournir au moins un débit d'équivalent de dose ambiant dans la partie supérieure du domaine de mesure d'un appareil pour les essais de type, et au moins un débit d'équivalent de dose ambiant dans la partie inférieure du domaine de mesure d'un appareil pour les essais de type et de routine. La forme du signal électrique doit simuler d'aussi près que possible la forme du signal fourni par le détecteur et celui-ci doit être injecté en un point qui permette de tester l'ensemble de l'appareil, excepté le détecteur lui-même ou le photomultiplicateur, dans le cas d'un détecteur à scintillation.

Si $\dot{H}_{i0}^*(10)$ est la valeur indiquée du débit d'équivalent de dose ambiant quand l'appareil est soumis à une valeur conventionnellement vraie du débit d'équivalent de dose ambiant, $\dot{H}_{i0}^*(10)$, provenant d'une source de référence neutron, un signal électrique, S_0 , doit être injecté de manière à produire la même valeur indiquée, $\dot{H}_{i0}^*(10)$. Si une autre valeur indiquée $\dot{H}_{i1}^*(10)$ est produite par un signal d'entrée, S_1 , l'erreur relative intrinsèque est donnée par:

$$I (\%) = \left(\frac{\dot{H}_{i1}^*(10) \times S_0}{\dot{H}_{i0}^*(10) \times S_1} - 1 \right) \times 100$$

et la valeur observée doit rester dans les limites données en 6.1.6. Si la méthode d'essai électrique est utilisée, il convient que cela soit indiqué dans la documentation accompagnant l'appareil.

6.1.6 Méthode d'interprétation des observations

Pour vérifier si les exigences de 6.1.1 sont satisfaites, il est nécessaire de tenir compte des incertitudes, U (facteur d'élargissement de 2), sur les valeurs des débits de dose ambiant conventionnellement vraies utilisées pour ces essais.

Si aucune des valeurs moyennes de l'erreur intrinsèque relative observée, I , n'excède $\pm(20 \% + U)$, les exigences de 6.1.1 peuvent être considérées comme satisfaites.

6.2 Exigences sur la précision de réglage des alarmes

6.2.1 Exigence pour les alarmes en débit d'équivalent de dose

Dans les conditions normales d'essai, quand l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) est soumis pendant 10 min à un débit d'équivalent de dose de 0,8 fois le niveau d'alarme en débit d'équivalent de dose, celle-ci ne doit pas être active pendant plus de 10 % de la durée de l'essai. De même, pour un débit d'équivalent de dose situé à 1,2 fois le niveau d'alarme, celle-ci doit être active pendant 90 % de la durée de l'essai. Quand l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) est soumis à un débit d'équivalent de dose de 1,2 fois le niveau d'alarme en débit d'équivalent de dose, l'alarme doit se déclencher en moins de 5 s ou en un temps tel que le produit de ce temps par le débit d'équivalent de dose du niveau d'alarme soit inférieur à 10 μ Sv.

Quand l'appareil de mesure du débit d'équivalent de dose comporte plusieurs détecteurs pour couvrir la totalité de son domaine d'utilisation, cette exigence s'applique pour chaque détecteur séparément dans le domaine qui lui correspond.

6.2.2 Exigence pour les alarmes en équivalent de dose

Dans les conditions normales d'essai, quand l'appareil de mesure de l'équivalent de dose est soumis à un équivalent de dose de 0,8 fois le niveau d'alarme en équivalent de dose, celle-ci ne doit pas s'activer et quand l'appareil de mesure de l'équivalent de dose est soumis à un équivalent de dose de 1,2 fois le niveau d'alarme en équivalent de dose, l'alarme doit être active.

In this case, the radiation sources shall be capable of providing at least one ambient dose equivalent rate in the upper part of the effective range of measurement of an assembly for the type test, and at least one ambient dose equivalent rate in the lower part of the effective range of measurement of an assembly for both the type and routine tests. The electrical signal shall have a form which simulates as closely as necessary the form of signal delivered by the detector and shall be injected at a point that will test the whole of the assembly apart from the detector itself or the photomultiplier in the case of a scintillator detector.

If $\dot{H}_{i0}^*(10)$ is the indicated ambient dose equivalent rate when the assembly is subjected to a conventionally true ambient dose equivalent rate, $\dot{H}_{i0}^*(10)$, from the neutron reference source available, then an electrical signal, S_0 , shall be injected such as to produce the same indicated value, $\dot{H}_{i0}^*(10)$. Then if another indicated value $\dot{H}_{i1}^*(10)$ is produced by an input signal, S_1 , the relative intrinsic error is given by:

$$I (\%) = \left(\frac{\dot{H}_{i1}^*(10) \times S_0}{\dot{H}_{i0}^*(10) \times S_1} - 1 \right) \times 100$$

and the observation shall be within the limits given in 6.1.6. If the electrical test method is used, this should be stated in the accompanying documents.

6.1.6 Method of interpretation of observations

In considering whether the requirements of 6.1.1 are met, it is necessary to make allowances for the uncertainty, U (coverage factor 2), in the values of the conventional true ambient dose equivalent rates employed in the tests.

If no single observed mean value of the relative intrinsic error, I , exceeds $\pm (20 \% + U)$, the requirements of 6.1.1 can be considered to have been met.

6.2 Requirements on the accuracy of alarm settings

6.2.1 Dose equivalent rate alarm requirement

Under standard test conditions, when the dose equivalent (rate) meter is subjected to a dose equivalent rate of 0,8 of the dose equivalent rate alarm set point for 10 min, the alarm shall not be activated for more than 10 % of the period of test. Similarly, at a dose equivalent rate of 1,2 times the alarm level set, the alarm shall be activated for 90 % of the test period. When the dose equivalent (rate) meter is subjected to dose equivalent rates of 1,2 times the dose equivalent rate alarm set point, the alarm shall actuate within 5 s or within a time such that the product of this time and the dose equivalent rate of the alarm point is less than 10 μ Sv.

When a dose equivalent (rate) meter utilises more than one radiation detector to cover the full range of dose equivalent (rates) indicated by the dose equivalent (rate) meter, these requirements apply to the relevant ranges for each detector separately.

6.2.2 Dose equivalent alarm requirement

Under standard test conditions, when the dose equivalent meter is subjected to a dose equivalent of 0,8 times the dose equivalent alarm set, no alarm shall be given, and when the dose equivalent meter is subject to a dose equivalent rate of 1,2 times the dose equivalent alarm set point, the alarm shall be actuated.

6.2.3 Méthode d'essai

6.2.3.1 Alarme en débit d'équivalent de dose

Deux essais au moins doivent être effectués, l'un pour un niveau d'alarme proche de la valeur utile indiquée la plus élevée et l'autre pour un niveau d'alarme proche du maximum de la deuxième décade significative. On doit tenir compte de l'incertitude sur la valeur conventionnellement vraie du débit d'équivalent de dose auquel l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) est soumis. Soit U % cette incertitude, le taux d'alarme choisi doit correspondre à: $0,8(1 - U/100)$ et $1,2(1 + U/100)$ du niveau d'alarme en équivalent de dose.

6.2.3.2 Alarme en équivalent de dose

Deux essais au moins doivent être effectués, l'un pour un niveau d'alarme proche de la valeur utile indiquée la plus élevée et l'autre pour un niveau d'alarme proche du maximum de la deuxième décade significative. L'alarme doit être réinitialisée et l'appareil de mesure de l'équivalent de dose doit être soumis à un débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai tel que l'alarme ne s'active pas avant au moins 100 s. On doit mesurer le temps d'exposition et satisfaire aux critères suivants: le rapport du niveau d'alarme au produit du débit d'équivalent de dose utilisé par le temps mesuré doit être compris entre $0,8(1 - U/100)$ et $1,2(1 + U/100)$, U représentant l'incertitude en pour cent sur le débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai.

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

6.3.1 Exigences

Dans un objectif de radioprotection, il serait souhaitable que la variation de la réponse avec l'énergie des neutrons, dans le domaine d'énergie considéré, ne dépasse pas 50 %. Cependant, au moment de cette publication, il n'est pas possible d'atteindre cette performance. C'est pourquoi le fabricant doit essayer d'obtenir la meilleure réponse possible en énergie et doit fournir la réponse en énergie pour au moins les énergies ci-dessous.

Dans la mesure où tous les appareils existants et ceux en cours de développement s'appuient sur un calcul approprié de la réponse, les résultats de ces calculs doivent convenir à l'ensemble du domaine en énergie avec des valeurs fournies pour au moins deux énergies par décade.

Dans la mesure où il est impossible d'évaluer les performances d'un appareil et de valider les valeurs calculées sur neuf décades en énergie, depuis les neutrons thermiques jusqu'à 16 MeV, on doit utiliser:

- a) les neutrons thermiques;
- b) au moins une énergie des neutrons dans le domaine de 1 keV à 50 keV;
- c) au moins une énergie des neutrons dans le domaine de 50 keV à 600 keV;
- d) au moins une énergie des neutrons dans le domaine de 1 MeV à 5 MeV;
- e) au moins une énergie des neutrons dans le domaine de 13,5 MeV à 16 MeV.

Si l'instrument est destiné à être utilisé dans le domaine d'énergie allant des thermiques à une limite en énergie inférieure à 16 MeV, le document joint doit clairement le préciser et doit spécifier la limite supérieure d'utilisation en énergie.

6.3.2 Méthode d'essai

L'appareil doit être exposé à au moins une source de neutrons dans chacun des domaines de a) à e) définis en 6.3.1. La méthode de production et l'utilisation de ces sources de neutrons doit être en accord avec les recommandations de la série ISO 8529.

6.2.3 Test method

6.2.3.1 Dose equivalent rate alarm

At least two tests shall be carried out, one with the alarm set near to the maximum effective indicated value and one with the alarm set near to the maximum of the second least significant decade. Allowance shall be made for the uncertainty in the conventional true dose equivalent rate to which the dose equivalent (rate) meter is subjected. Where this is $U\%$, the dose rates used shall be: $0,8(1 - U/100)$ and $1,2(1 + U/100)$ of the dose equivalent alarm rate set point.

6.2.3.2 Dose equivalent alarm

At least two tests shall be carried out, one with the alarm set near to the maximum effective indicated value and one with the alarm set near to the maximum of the second least significant decade. The alarm shall be reset and then the dose equivalent meter shall be subjected to a conventionally true dose equivalent rate such that the alarm will not occur for at least 100 s. The time of exposure of the dose equivalent meter shall be measured and the following criteria shall be met: the quotient of the alarm set point by the product of the dose equivalent rate used and the measured time shall lie within the range $0,8(1 - U/100)$ to $1,2(1 + U/100)$, where U is the percentage uncertainty in the conventionally true dose equivalent rate.

6.3 Variation of response with neutron radiation energy

6.3.1 Requirements

For radiological protection purposes, it would be desirable for the variation of response with neutron energy over the defined energy range not to exceed 50 %. However, at the time of publication, it is not practicable to achieve this performance. Therefore, the manufacturer shall try to achieve the best practicable energy response and shall specify the energy response for at least the following energies.

As all existing devices and those being developed are essentially based on appropriate response calculations, the results of these calculations shall be made available for the entire energy range with data at least at two energy points per decade of radiation energy.

Since it is impracticable to investigate the performance of an assembly and to validate the calculated data over nine decades of radiation energy from thermal neutrons up to 16 MeV, the following shall be used:

- a) thermal neutrons;
- b) at least one neutron energy in the energy range between 1 keV and 50 keV;
- c) at least one neutron energy in the energy range between 50 keV and 600 keV;
- d) at least one neutron energy in the energy range between 1 MeV and 5 MeV;
- e) at least one neutron energy in the energy range between 13,5 MeV and 16 MeV.

If an instrument is intended to be used over the energy range from thermal up to an energy limit lower than 16 MeV, the accompanying document shall clearly state this and shall specify the upper energy limit.

6.3.2 Test method

The assemblies shall be exposed to at least one source of neutrons in each of the ranges a) to e) listed in 6.3.1. The method of production and the use of these neutron sources shall be in accordance with the recommendations of the ISO 8529 series.

Il est en principe préférable d'effectuer ces essais avec le même débit d'équivalent de dose ambiant pour chaque énergie. Dans la pratique, cela peut ne pas être possible, auquel cas le débit d'équivalent de dose ambiant indiqué doit être corrigé de l'erreur relative intrinsèque (en faisant une interpolation si nécessaire) au même débit d'équivalent de dose ambiant indiqué que pour le rayonnement neutron de référence (voir 6.1).

6.4 Variations de l'indication avec l'angle d'incidence du rayonnement

6.4.1 Exigences

La variation de l'indication de l'appareil quand l'angle d'incidence du rayonnement varie de 0° à 90° par rapport à la direction d'étalonnage ne doit pas excéder $\pm 25\%$.

La variation de l'indication de l'appareil quand l'angle d'incidence du rayonnement varie de $+90^\circ$ à $+180^\circ$ et de -90° à -180° par rapport à la direction d'étalonnage doit être définie par le fabricant.

NOTE Cette norme est relative aux appareils de détection présentant un grand angle d'acceptance et ayant essentiellement une symétrie de révolution dans un plan. La norme admet les limitations pratiques qu'il y a à obtenir une réponse uniforme dans un angle solide de 4π .

6.4.2 Méthode d'essai

L'appareil de détection doit être exposé à l'une des sources de rayonnement neutronique de référence définies en 5.5.1. L'appareil doit être placé dans sa position normale avec la source dans la direction d'étalonnage (c'est-à-dire la direction définie par le fabricant en fonction de la source utilisée).

Il convient que la distance d'étalonnage soit au moins trois fois la somme des plus grandes dimensions linéaires transverses de la source et du détecteur. La contribution du rayonnement diffusé à la valeur indiquée par l'appareil ne doit pas dépasser de plus de $\pm 20\%$ la valeur indiquée due au rayonnement neutronique direct. La détermination de la contribution du rayonnement diffusé doit être en accord avec l'ISO 8529-2.

On doit alors faire tourner l'appareil de détection dans un plan horizontal de 0° à $\pm 180^\circ$ par pas de 30° et les valeurs indiquées doivent être notées. Les mêmes observations doivent être faites en faisant tourner l'appareil dans chacun de deux plans verticaux perpendiculaires entre eux, l'un de ces plans contenant la direction de la source.

6.5 Réponse dans les champs de neutrons au poste de travail

6.5.1 Exigences

Dans un objectif de radioprotection, il est souhaitable que les appareils décrits dans la présente norme mesurent la grandeur définie en 3.2.3 avec une incertitude acceptable. Il se peut que ces appareils donnent une sur-réponse dans certaines gammes d'énergie et une sous-réponse dans d'autres, ou que les déviations aient une importance moindre que dans d'autres domaines. C'est pourquoi, le fabricant et le client peuvent s'accorder pour essayer l'appareil dans des champs de rayonnement de postes de travail, et appliquer des limites d'erreur plus restrictives. L'erreur relative intrinsèque doit rester inférieure à $\pm 20\%$.

Si les essais sont réalisés dans un champ de neutrons simulés selon l'ISO 12789, ils doivent être conformes au champ rencontré sur le lieu de travail où l'appareil sera utilisé.

6.5.2 Méthode d'essai

Le point de référence de l'appareil doit être placé au point d'essai du ou des champs. Le débit de fluence spectral ou le débit de fluence intégré ainsi que le coefficient de conversion de la fluence en équivalent de dose doivent être connus.

In principle, this test is best performed at the same ambient dose equivalent rate for each radiation energy. In practice, this may not be possible, in which case the indicated ambient dose equivalent rate of each radiation energy shall be corrected for the relative intrinsic error (interpolated if necessary) at the same indication as for the reference neutron radiation (see 6.1).

6.4 Variation of indication with angle of incidence of radiation

6.4.1 Requirements

The variation of the indication of the assembly to radiation incident at any angle from 0° to 90° to the calibration direction shall not exceed $\pm 25\%$.

The variation of the indication of the assembly to radiation incident at any angle from +90° to +180° and –90° to –180° to the calibration direction shall be stated by the manufacturer.

NOTE This standard relates to detector assemblies with a wide angle of acceptance and having essentially circular symmetry in one plane. The standard recognizes the practical limitations of achieving a uniform response over 4π solid angle.

6.4.2 Test method

The detection assembly shall be exposed to one of the reference neutron radiation sources specified in 5.5.1. The assembly shall be placed in its normal orientation with the radiation source in the calibration direction (i.e. the direction defined by the manufacturer in relation to the radiation source being used).

The calibration distance should be at least 3 times the sum of the largest linear dimension of the source and the detector. The scatter contribution to the indicated value of the device shall not exceed 20 % of the indicated value due to the unscattered neutrons. The determination of the scatter contribution shall be in compliance with ISO 8529-2.

The detection assembly shall then be turned in a horizontal plane through angles from 0° to $\pm 180^\circ$ from this position in steps of 30° and the indicated values noted. Similar observations shall then be taken as the assembly is rotated in each of two mutually perpendicular vertical planes, one of which coincides with the direction of the source.

6.5 Response in workplace neutron fields

6.5.1 Requirements

For radiological protection purposes, it is desirable that devices described in this standard measure the quantity defined in 3.2.3 to an acceptable uncertainty. Those devices may over respond in certain energy ranges and under respond in others, or deviations may have a low weight compared with other ranges. Therefore, the manufacturer and the purchaser may agree to test the device in practical workplace fields, and to apply more stringent error limits. The relative intrinsic error shall not exceed $\pm 20\%$.

If the tests are conducted in simulated neutron fields as described in ISO 12789, they should be in accordance with the field encountered at the work place where the device will be used.

6.5.2 Test method

The assembly shall be placed with its reference point at the point of test of the field(s). The spectral fluence rate or the integral fluence rate together with the fluence to dose equivalent conversion coefficient shall be known.

6.6 Réponse aux autres rayonnements ionisants

6.6.1 Rayonnements alpha et bêta

Du fait de la conception de ce type d'appareil, il ne répond pas aux rayonnements alpha ou bêta. En conséquence, aucun essai n'est prescrit.

6.6.2 Rayonnements photon

6.6.2.1 Exigences

La réponse au rayonnement photonique doit être indiquée en termes d'indication de l'appareil par unité de débit d'équivalent de dose ambiant photon au point d'essai.

Non seulement les photons incidents sur un appareil de détection des neutrons peuvent induire un signal, mais ils peuvent aussi modifier la réponse de l'appareil aux neutrons. En conséquence, il y a deux exigences distinctes.

- L'indication produite par l'émission photon d'une source ^{137}Cs pour un débit d'équivalent de dose ambiant de $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ doit être inférieure à la valeur indiquée due à un débit d'équivalent de dose ambiant neutron de $0,1 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$.
- Dans le champ de $1 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ d'une source de référence neutron, l'exposition à $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ du rayonnement photon d'une source de ^{137}Cs ne doit pas changer la valeur indiquée de plus de $\pm 10 \%$.
Il est recommandé que les sources de ^{137}Cs utilisées ci-dessus soient conformes aux exigences de la série ISO 4037.
- De plus, du fait que, dans certaines situations de mesure du débit d'équivalent de dose ambiant neutron, il peut y avoir présence de photons de haute énergie (par exemple 6 MeV de ^{16}N), la réponse aux photons, en accord entre le fabricant et le client, doit être contrôlée pour les énergies élevées comme c'est le cas pour le ^{137}Cs . Dans ce cas, la réponse aux photons d'énergie élevée doit être indiquée par le fabricant.

NOTE En pratique, tous les champs de rayonnement neutronique sont pollués par un rayonnement photon, ce qui impose nécessairement de déterminer quelle est la réponse aux photons.

6.6.2.2 Méthode d'essai

Pour l'exigence a) de 6.6.2.1, l'appareil doit être exposé au rayonnement d'une source de ^{137}Cs produisant un débit d'équivalent de dose ambiant de $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ au point de référence de celui-ci. La valeur indiquée par l'appareil doit rester inférieure à $0,1 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$.

Pour l'exigence b) de 6.6.2.1, l'appareil doit être exposé à une source neutronique de référence de telle sorte que sa valeur indiquée soit $1 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$. On expose alors l'ensemble à une source supplémentaire de ^{137}Cs produisant un débit d'équivalent de dose ambiant en photons de $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ au point d'essai de l'appareil. Le changement apporté par la source de photons à la valeur indiquée initiale produite par les neutrons doit rester inférieur à $\pm 10 \%$.

Pour l'exigence c) de 6.6.2.1, les sources de rayonnement utilisées pour cet essai doivent être conformes à la série ISO 4037.

7 Caractéristiques électriques

7.1 Fluctuations statistiques

7.1.1 Exigences

L'indication d'un appareil de mesure du débit d'équivalent de dose ambiant peut présenter des fluctuations autour de sa valeur moyenne.

6.6 Response to other external ionising radiations

6.6.1 Alpha and beta radiations

Because of the design of this type of assembly, it will not respond to alpha or beta radiations. Accordingly, no test is specified.

6.6.2 Photon radiation

6.6.2.1 Requirements

The response to photon radiation shall be quoted in terms of the indication of the assembly per unit of photon ambient dose equivalent rate at the point of test.

Photon radiation incident on a neutron assembly may not only cause the assembly to give an indication, but it may also modify the response of the assembly to neutron radiation. There are therefore two separate requirements.

- a) The indication produced by a ^{137}Cs photon ambient dose equivalent rate of $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ shall not be greater than the indicated value due to a neutron ambient dose equivalent rate of $0,1 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$.
- b) In a field of $1 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ from the neutron reference source, exposure to $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ from ^{137}Cs photon radiation shall not change this neutron indication by more than 10 %. The ^{137}Cs sources used for the above tests should conform to the requirements of the ISO 4037 series.
- c) Furthermore, since in some situations where neutron ambient dose equivalent rate is to be measured, high-energy photon radiation (for example 6 MeV from ^{16}N) may be present, the response to photon radiation shall, by agreement between the manufacturer and the purchaser, be checked at higher energies as well as with ^{137}Cs energy. In this case, the manufacturer shall state the response to high-energy photon radiation.

NOTE Practically all neutron radiation fields are contaminated by photon radiation, which leads to the necessity to determine the response to photon radiation.

6.6.2.2 Test method

For requirement a) of 6.6.2.1, the assembly shall be exposed to a ^{137}Cs source in a field having an ambient dose equivalent rate of $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ at the reference point of the assembly. The indicated value of the assembly shall not exceed $0,1 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$.

For requirement b) of 6.6.2.1, the assembly shall be exposed to the neutron reference source so that an indicated value of $1 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ is obtained. The assembly is now additionally exposed to a ^{137}Cs source such that the photon dose equivalent rate at the point of test is $10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$. The change in the existing indicated value from the neutron source due to this photon radiation shall not exceed 10 %.

For requirement c) of 6.6.2.1, the radiation sources used for this test shall conform to the ISO 4037 series.

7 Electrical characteristics

7.1 Statistical fluctuations

7.1.1 Requirements

The indication of an ambient dose equivalent rate measuring assembly may exhibit fluctuations about its mean value.

Le taux de variation de l'indication doit rester inférieur à 20 %.

Pour les appareils à échelle linéaire, cette exigence s'applique pour tous les débits d'équivalent de dose ambiant d'une valeur supérieure au tiers du maximum de l'échelle la plus sensible.

Pour les appareils dont l'échelle n'est pas linéaire (par exemple logarithmique), l'exigence s'applique pour tous les débits d'équivalent de dose ambiant d'une valeur supérieure à trois fois la valeur de la plus petite graduation significative.

Pour les appareils à affichage digital, l'exigence s'applique pour tous les débits d'équivalent de dose ambiant supérieurs à 10 fois la valeur du plus petit chiffre significatif.

7.1.2 Méthode d'essai

L'appareil de détection doit être exposé à une source de rayonnement produisant un débit d'équivalent de dose ambiant constant entre un tiers et la moitié du maximum de l'échelle (échelle linéaire) ou de la décade (échelle logarithmique) la plus sensible.

Un minimum de dix valeurs indiquées doit être relevé en accord avec 5.4 et le coefficient de variation calculé. Le coefficient de variation ainsi déterminé, exprimé en pour cent doit se situer dans les limites données en 7.1.1.

7.2 Temps de réponse

7.2.1 Exigences

Le temps de réponse doit être tel que, en cas de variation brusque du débit d'équivalent de dose ambiant, l'indication doit atteindre la valeur suivante:

$$\dot{H}_{ii}^*(10) + \frac{90}{100} (\dot{H}_{if}^*(10) - \dot{H}_{ii}^*(10))$$

où $\dot{H}_{ii}^*(10)$ est la valeur indiquée initiale et $\dot{H}_{if}^*(10)$ est la valeur indiquée finale, pour un temps inférieur aux temps spécifiés ci-dessous:

- 30 s pour une augmentation ou une diminution du débit d'équivalent de dose ambiant inférieure à $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$;
- 10 s pour une augmentation ou une diminution du débit d'équivalent de dose ambiant comprise entre $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ et $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$;
- 4 s pour une augmentation ou une diminution du débit d'équivalent de dose ambiant supérieure à $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$;

Le temps de réponse doit être précisé par le fabricant.

7.2.2 Méthode d'essai

L'essai peut être réalisé soit en utilisant une source de neutrons adaptée, soit en appliquant un signal électrique adéquat sur l'entrée de l'appareil de mesure.

Les débits d'équivalent de dose ambiant initial et final doivent différer d'au moins un facteur de 10 et les mesures doivent être effectuées, pour une augmentation et pour une diminution du débit d'équivalent de dose ambiant de ce facteur.

Si on utilise la méthode d'essai électrique, le signal injecté doit répondre aux exigences exprimées ci-dessus.

The coefficient of variation of the indication shall be less than 20 %.

For assemblies provided with substantially linear scales, these requirements apply for all ambient dose equivalent rates exceeding that corresponding to one-third of the scale maximum on the most sensitive range.

For assemblies provided with non-linear (for example logarithmic) scales, the requirements apply for all ambient dose equivalent rates exceeding three times that corresponding to the lowest significant graduation.

For assemblies provided with a digital display, the requirements apply for all ambient dose equivalent rates exceeding 10 times the value of the least significant digit.

7.1.2 Test method

The detection assembly shall be exposed to a source of radiation giving a constant ambient dose equivalent rate between one-third and one-half of the maximum range on the most sensitive range (linear output) or decade (logarithmic output).

A minimum of ten indicated values of the assembly shall be taken in accordance with 5.4 and the coefficient of variation calculated. The coefficient of variation thus determined, expressed as a percentage, shall lie within the limits of 7.1.1.

7.2 Response time

7.2.1 Requirements

The response time shall be such that, if there is a sudden change in the ambient dose equivalent rate, the indication shall reach the following value:

$$\dot{H}_{ii}^*(10) + \frac{90}{100} (\dot{H}_{if}^*(10) - \dot{H}_{ii}^*(10))$$

where $\dot{H}_{ii}^*(10)$ is the initial indicated value and $\dot{H}_{if}^*(10)$ the final indicated value, in a time smaller than those specified below:

- 30 s for the increases or decreases of the ambient dose equivalent rate less than 0,1 mSv·h⁻¹;
- 10 s for the increases or decreases of the ambient dose equivalent rate between 0,1 mSv·h⁻¹ and 1 mSv·h⁻¹;
- 4 s for the increases or decreases of the ambient dose equivalent rate greater than 1 mSv·h⁻¹.

The manufacturer shall state the response time.

7.2.2 Test method

The test may be carried out either with a suitable neutron source or by the injection of a suitable electrical signal into the input of the measuring assembly.

The initial and final ambient dose equivalent rates shall differ by a factor of at least 10 and measurements shall be carried out for both an increase and a decrease in the ambient dose equivalent rate by this factor.

If the electrical test method is employed, the injected signals shall correspond to the above requirements.

Pour les essais qui concernent un débit d'équivalent de dose ambiant croissant, l'appareil de détection doit être d'abord soumis au débit d'équivalent de dose ambiant le plus élevé et la valeur indiquée $\dot{H}_{if}^*(10)$ notée.

L'appareil doit ensuite être soumis au débit d'équivalent de dose ambiant le plus faible pendant un temps suffisant pour qu'il atteigne une valeur indiquée stable $\dot{H}_{if}^*(10)$ et cette valeur doit être notée.

On doit alors faire varier le plus rapidement possible le débit d'équivalent de dose ambiant vers la valeur correspondant à $\dot{H}_{if}^*(10)$ et le temps nécessaire pour qu'on lise la valeur fournie par la formule 7.2.1 est mesuré.

L'essai pour un débit d'équivalent de dose ambiant décroissant doit être effectué de la même manière en intervertissant les valeurs des débits d'équivalent de dose ambiant correspondants à $\dot{H}_{if}^*(10)$ et $\dot{H}_{ii}^*(10)$.

7.3 Relation entre le temps de réponse et les fluctuations statistiques

Le temps de réponse et le coefficient de variation des fluctuations statistiques sont des caractéristiques interdépendantes dont les limites acceptables sont données en 7.1.1 et 7.2.1.

Pour les valeurs élevées du débit d'équivalent de dose ambiant, il est recommandé, dans la mesure du possible, de réduire le temps de réponse tout en se conformant aux limites fixées pour les fluctuations statistiques.

Il y a un avantage minime à réduire le temps de réponse à moins de 1 s; dans ce cas, on a plutôt intérêt à réduire les fluctuations statistiques.

7.4 Stabilité du zéro

7.4.1 Exigences

Après avoir été mis en fonctionnement depuis 30 min, l'indication d'un appareil en fonctionnement à zéro ou dans un champ de neutrons négligeable (dans les conditions normales d'essai) ne doit pas s'écarter, au cours des 8 h suivantes, de plus des quantités ci-dessous.

- a) Pour les appareils à affichage analogique: moins de 2 % du maximum de déflexion angulaire de l'échelle.
- b) Pour les appareils à affichage digital: une indication inférieure à 5 pour le chiffre le moins significatif.

7.4.2 Méthode d'essai

Mettre en route l'appareil et attendre 30 min. Si un réglage de zéro est accessible à l'utilisateur, il doit être utilisé pour amener l'indication à zéro. Pour certains appareils à échelle non linéaire, ce réglage peut être utilisé pour amener l'indication à un point de référence autre que zéro. Dans ce cas, le réglage au point de référence approprié doit être effectué.

L'appareil doit être laissé dans ces conditions et la valeur indiquée notée toutes les heures pendant 8 h. L'indication doit rester dans les limites exigées en 7.4.1.

For the increasing ambient dose equivalent rate test, the detection assembly shall be subjected first to the higher ambient dose equivalent rate and the indicated value $\dot{H}^*_{if}(10)$ noted.

The assembly shall then be subjected to the lower ambient dose equivalent rate for a time sufficient for the indication $\dot{H}^*_{ii}(10)$ to reach a steady value and this indicated value noted.

The ambient dose equivalent rate shall then be changed as quickly as possible to that corresponding to the indicated value $\dot{H}^*_{if}(10)$, and the time taken to read the value given by the formula in 7.2.1 be measured.

The test for decreasing ambient dose equivalent rate shall be performed in the same way with the values of ambient dose equivalent rates corresponding to $\dot{H}^*_{if}(10)$ and $\dot{H}^*_{ii}(10)$ interchanged.

7.3 Relationship between response time and statistical fluctuations

The response time and the coefficient of variation of the statistical fluctuations are interdependent characteristics, for which acceptable limits are given above in 7.1.1 and 7.2.1.

For high ambient dose equivalent rates, it is recommended that, whenever possible, while conforming to the limits laid down for the statistical fluctuations, the response time should be reduced.

There is little advantage in reducing response time much below 1 s; in such cases, it would be more advisable to reduce the statistical fluctuations.

7.4 Zero drift

7.4.1 Requirements

After being in operation for 30 min, the indication of an assembly operating at zero or negligible neutron fields (under standard test conditions) shall not differ from the indication of the instrument by more than the following amounts for each range during the next 8 h.

- a) Assemblies with analog display: not more than 2 % of scale maximum angular deflection.
- b) Assemblies with a digital display: an indication of not more than five in the least significant digit.

7.4.2 Test method

Switch on the assembly and wait for a period of 30 min. If a set zero control is available to the operator, this shall then be adjusted to bring the indication to zero. For some assemblies with a non-linear scale, such a control is used to bring the indication to some reference point rather than to zero. If this is the case, the control shall be set to bring the indication to the appropriate reference point.

The assembly shall be left in this condition and the indicated value noted every hour for a further 8 h. The indication shall remain within the requirements of 7.4.1.

7.5 Temps de chauffage

7.5.1 Exigences

Le temps de chauffage doit être indiqué par le fabricant.

7.5.2 Méthode d'essai

Cet essai n'est pas obligatoire.

L'appareil hors service est exposé à une source de rayonnement convenablement choisie pour fournir une indication supérieure à la moitié du maximum dans l'échelle ou la décade la plus sensible.

On met en service l'appareil et on note les valeurs indiquées toutes les 15 s de 3 min à 6 min à partir de la mise en route.

Trente minutes après la mise en service, relever un nombre suffisant de valeurs indiquées (voir 5.4) et utiliser la moyenne de ces valeurs comme «valeur finale» de l'indication. Sur un graphique représentant la valeur indiquée en fonction du temps, tracer une courbe de lissage ajustée au mieux aux valeurs observées.

La différence entre la valeur finale et la valeur observée sur la courbe à 5 min doit être dans les limites définies par le constructeur.

7.6 Alimentation – piles ou batteries

7.6.1 Généralités

L'appareil doit comporter un dispositif permettant de contrôler les piles ou batteries à leur charge maximale. La valeur indiquée de charge minimale des piles ou batteries pour laquelle les performances de l'appareil restent conformes à cette norme doit être clairement repérée sur le cadran d'affichage ou à côté de celui-ci.

Les piles ou batteries peuvent être connectées par tout moyen souhaité, mais on doit pouvoir les remplacer individuellement. Les polarités doivent être clairement indiquées sur l'appareil par le fabricant.

7.6.2 Piles

Quand l'alimentation est fournie par des piles, elles doivent permettre 40 h d'utilisation intermittente sans que l'indication de l'appareil ne varie de plus de 10 % par rapport à la valeur indiquée initiale. Il est recommandé de choisir des piles sélectionnées dans la CEI 60086-1.

NOTE 40 h d'utilisation intermittente signifie 8 h d'utilisation continue suivies de 16 h l'appareil éteint, ceci répété cinq jours consécutifs.

7.6.3 Batteries

Quand l'alimentation est fournie par des batteries, elles doivent permettre 12 h d'utilisation continue sans que l'indication de l'appareil ne varie de plus de 10 % par rapport à la valeur indiquée initiale. Si l'on utilise des batteries, il doit être possible de les recharger à partir du secteur en 16 h.

Il est recommandé d'utiliser un dispositif qui interrompe la charge quand celle-ci est complète. De plus, il est conseillé d'utiliser un dispositif qui contrôle, de manière optimale, le mode charge/décharge, suivant le type de batterie utilisé.

7.5 Warm-up time

7.5.1 Requirements

The manufacturer shall state the warm-up time.

7.5.2 Test method

This test is not mandatory.

With the assembly switched off, expose it to an appropriate source of radiation that will provide an indication of at least half of scale maximum on the most sensitive scale range or decade.

Switch on the assembly and note the indicated values of the assembly every 15 s from 3 min to 6 min after switching on.

Thirty minutes after switching on, take a sufficient number of indicated values (see 5.4) and use the mean value of these as the "final value" of the indication. On the graph of indication as a function of time, draw a smooth curve that is the best fit to the observed indications.

The difference between the final value and the value read from the curve for 5 min shall lie within the limits specified by the manufacturer.

7.6 Power supplies – battery operation

7.6.1 General

Facilities shall be provided to check the battery condition under maximum load. The minimum battery check indication for which the performance of the assembly will remain within the requirements of this standard shall be clearly marked on or beside the display.

Batteries may be connected in any desired manner but shall be individually replaceable; the polarity shall be clearly indicated on the assembly by the manufacturer.

7.6.2 Primary batteries (non-rechargeable)

When power is supplied by primary batteries, the capacity of these shall be such that after 40 h of intermittent use the indication of the assembly shall not differ from the initial value by more than 10 %. When primary batteries are used, they should be selected from those specified in IEC 60086-1.

NOTE 40 h of intermittent use means there is 8 h continuous use followed by 16 h with the assembly switched off, for five consecutive days

7.6.3 Secondary batteries (rechargeable)

When power is supplied by secondary batteries, the capacity of these shall be such that after 12 h of continuous use, the indication of the assembly shall not differ by more than 10 % from the initial value. If secondary batteries are used, it shall be possible to recharge the batteries from the mains supply in 16 h.

The use of a device, which switches off the charger when the complete charge is obtained, is recommended. Furthermore, it is recommended to use a device which fully controls the optimum discharge/charge mode for the respective type of battery.

7.6.4 Essai des piles ou batteries

Pour cet essai, on doit utiliser des piles neuves ou les batteries à pleine charge du type indiqué par le fabricant.

On expose l'appareil à un champ de rayonnement suffisant pour obtenir une valeur indiquée convenable, au moins dans un domaine de débit de dose entre $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ et $10 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$. Laisser l'appareil en fonctionnement exposé dans ce champ pour une ou des périodes telles que demandé en 7.6.2 ou 7.6.3, suivant le cas. Les valeurs indiquées à la fin de chaque période doivent être conformes aux exigences de 7.6.2 ou 7.6.3 suivant le cas.

NOTE Des règles plus strictes pour les essais des piles ou batteries sont en cours d'étude et seront en accord avec un travail technique CEI en cours d'étude et de développement.

7.7 Alimentation par le secteur

7.7.1 Exigences

Les appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) alimentés par le secteur doivent être conçus pour fonctionner avec une alimentation de tension en courant alternatif monophasé 50 Hz (ou 60 Hz pour certains pays) de l'une des catégories suivantes:

- Série I: 220 V à 230 V
- Série II: 120 V et/ou 240 V

(Dans certains pays, le voltage nominal monophasé est 117 V et/ou 234 V, 60 Hz.)

Les appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) alimentés par le secteur doivent pouvoir fonctionner à partir du secteur avec des tolérances de tension de +10 % et –12 % de la valeur nominale et pour des fréquences du secteur de $50 \text{ Hz} \pm 3 \text{ Hz}$ ou $60 \text{ Hz} \pm 3 \text{ Hz}$.

L'indication en équivalent de dose (ou en débit) ne doit pas varier de plus de $\pm 10 \%$ dans ce domaine de la tension d'alimentation.

7.7.2 Méthode d'essai

Placer l'appareil de détection dans un champ de rayonnement neutronique en un point où le débit d'équivalent de dose ambiant correspond approximativement à trois fois la limite inférieure du domaine de mesure (voir 4.4). La tension d'alimentation étant à sa valeur nominale U_N , prendre la moyenne d'un nombre suffisant de lectures (voir 5.4) du débit d'équivalent de dose ambiant. Prendre la moyenne d'un nombre suffisant de lectures (voir 5.4), avec la tension d'alimentation 10 % supérieure à sa valeur nominale et 12 % inférieure à sa valeur nominale. Ces valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de $\pm 10 \%$ de celle obtenue pour la valeur nominale.

Reprendre les essais ci-dessus pour un débit d'équivalent de dose ambiant correspondant au moins aux deux tiers de la limite supérieure du domaine de mesure.

Replacer l'appareil dans les mêmes débits d'équivalent de dose ambiant. Pour chaque débit, prendre la moyenne d'un nombre suffisant de lectures avec la fréquence d'alimentation à sa valeur nominale 50 Hz (ou 60 Hz), à 53 Hz (ou 63 Hz) et à 47 Hz (ou 57 Hz). Ces valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de $\pm 10 \%$ de celle obtenue pour la fréquence nominale d'alimentation.

NOTE S'il n'existe pas de fonction temps utilisant la fréquence du secteur, cet essai n'est pas nécessaire.

7.6.4 Battery operation test

New primary batteries or fully charged secondary batteries of the type indicated by the manufacturer shall be used for this test.

Expose the assembly to a radiation field sufficient to provide a suitable indication on the assembly, at least in the dose rate range between $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ and $10 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$. Leave the assembly working in this field for a period or periods given in 7.6.2 or 7.6.3 as appropriate. Each indicated value at the end of the respective period shall conform to the requirements of 7.6.2 or 7.6.3, as appropriate.

NOTE More strict rules for the battery tests are under consideration and will be in accordance with an ongoing IEC technical work under study and development.

7.7 Power supplies – Mains operations

7.7.1 Requirements

Mains operated dose equivalent (rate) meters shall be designed to operate from single-phase 50 Hz (60 Hz in some countries) a.c. supply voltage in one of the following categories:

- Series I: 220 V to 230 V
- Series II: 120 V and/or 240 V

(Nominal single-phase voltage in some countries is 117 V and/or 234 V, 60 Hz.)

Mains operated dose equivalent (rate) meters shall be capable of operating from mains supplies with a supply voltage tolerance of +10 % and –12 % of the nominal value, and a supply frequency of $50 \text{ Hz} \pm 3 \text{ Hz}$ or $60 \text{ Hz} \pm 3 \text{ Hz}$.

The indication of dose equivalent (rate) shall not vary by more than $\pm 10 \%$ over this range of supply voltage.

7.7.2 Test method

Place the detection assembly in a field of neutron radiation at a point where the ambient dose equivalent rate corresponds to approximately three times the lower limit of the effective range of measurement (see 4.4). With the supply voltage at its nominal value U_N take the mean of sufficient readings (see 5.4) of ambient dose equivalent rate. Take the mean of sufficient readings (see 5.4) with the supply voltage 10 % above the nominal value and the mean of sufficient readings with the supply voltage 12 % below the nominal value. These mean values shall not differ from that obtained with nominal supply voltage by more than $\pm 10 \%$.

Repeat the above tests at an ambient dose equivalent rate corresponding to at least two thirds of the upper limit of the effective range of measurement.

Replace the assembly at both the same ambient dose equivalent rates. At each rate, take the means of a sufficient number of indicated values with the supply frequency at its nominal value 50 Hz (or 60 Hz), at 53 Hz (or 63 Hz) and at 47 Hz (or 57 Hz). These mean values shall not differ from that obtained with nominal supply frequency by more than $\pm 10 \%$.

NOTE If there is no timing function based on the mains frequency, then this test needs not be performed.

8 Compatibilité électromagnétique

8.1 Généralités

Tous les essais doivent être effectués pour les modes de fonctionnement utilisés par l'appareil, c'est-à-dire habituellement pour les modes en équivalent de dose et en débit d'équivalent de dose.

Il convient d'adapter à l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) une source adéquate de contrôle de stabilité (par exemple une source Am/Be de 2 GBq) pour produire, au cours des mesures, une indication dans le domaine le plus sensible, ou dix fois supérieure à la limite inférieure du domaine de mesure. La source de contrôle ne doit pas influencer sur le comportement de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou de débit) à l'essai.

Au cours des essais, l'appareil de mesure de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) doit être en fonctionnement, position «marche»; si l'on peut sélectionner plusieurs gammes de mesures, il doit être dans la gamme la plus sensible.

8.2 Décharge électrostatique

8.2.1 Exigences

Le maximum des indications fausses (transitoires ou permanentes) sur l'affichage ou la sortie de données dues à une décharge électrostatique doit être inférieur à 10% de la valeur indiquée quand il n'y a pas de décharge.

Quand l'appareil est exposé à des décharges, elles ne doivent activer aucune alarme ou autre signal de sortie.

8.2.2 Méthode d'essai

Comme décrit dans la CEI 61000-4-2, l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) est placé au contact d'un générateur d'essai de décharge. Il convient d'utiliser, pour les surfaces conductrices et surfaces d'accouplement, la technique de «décharge par contact» et pour les surfaces isolantes, la technique de «décharge dans l'air». Les points de décharge doivent être sélectionnés en tenant compte de l'accessibilité par l'utilisateur.

Les opérations suivantes sont réalisées:

- a) Envoyer par cinq fois une décharge sur les différentes parties externes de l'ensemble de l'appareillage que l'opérateur peut éventuellement toucher dans des conditions habituelles de mesure.
- b) Pour les appareils comportant des surfaces conductrices et des surfaces d'accouplement, la méthode de décharge par contact doit être employée comme décrit dans la CEI 61000-4-2. La décharge électrostatique doit être équivalente à celle qui serait produite par une capacité de 150 pF chargée sous 6 kV et se déchargeant à travers une résistante de 330 Ω (niveau 3 de sévérité).
- c) Pour les essais des appareils avec des surfaces isolantes, on doit utiliser la méthode par décharge dans l'air sous une tension de 8 kV (niveau 3 de sévérité).

8.3 Champs électromagnétiques

8.3.1 Exigences

Le maximum des indications fausses (transitoires ou permanentes), sur la lecture ou la sortie de données, dues aux champs électromagnétiques doit être inférieur à 10 % de l'indication quand il n'y a pas présence de champ.

8 Electromagnetic compatibility

8.1 General

All tests shall be performed for the modes for which the devices are intended to be used, i.e. usually for both the dose equivalent and dose equivalent rate modes.

A suitable radioactive stability check device (for example with a 2 GBq Am/Be-source) should be fitted to the dose equivalent (rate) meter to produce during the measurements an indication in the most sensitive range, or an indication of ten times the lower limit of the effective range of measurement. The check source shall not interfere with the dose equivalent (rate) meter under test.

During all tests, the ambient dose equivalent (rate) meters shall be set to the measuring condition "on"; if the ranges are selectable, it shall be in its most sensitive range.

8.2 Electrostatic discharge

8.2.1 Requirements

The maximum spurious indications (both transient and permanent) at the display or data output due to electrostatic discharge shall be less than 10 % of the indicated value without the discharge.

No alarms or other outputs shall be activated when the device is exposed to the discharges.

8.2.2 Test method

The dose equivalent (rate) meter is placed close to a suitable discharge test generator as described in IEC 61000-4-2. For conductive surfaces and coupling planes, the "contact discharge" technique should be used, and for insulating surfaces the "air discharge" technique shall be used. Discharge points shall be selected based on user accessibility.

The following operations are performed:

- a) Discharge at least five times to those various external parts of the complete equipment that may be touched by the operator during a normal measurement.
- b) For assemblies with conductive surfaces and coupling planes, the contact discharge method shall be employed as described in IEC 61000-4-2. The electrostatic discharge shall be equivalent to that from a capacitor of 150 pF charged to a voltage of 6 kV, and discharged through a resistor of 330 Ω (severity level 3).
- c) When assemblies with insulated surfaces are tested, the air discharge method with a voltage of 8 kV (severity level 3) shall be used.

8.3 Radiated electromagnetic fields

8.3.1 Requirements

The maximum spurious indications (both transient and permanent) of the display or data output due to radiated electromagnetic fields shall be less than 10 % of the indicated value without the fields.

8.3.2 Méthode d'essai

L'appareil est placé en un lieu où il peut être complètement immergé dans un champ de radiofréquences, comme décrit dans la CEI 61000-4-3. Réaliser les opérations suivantes avec et sans champ électromagnétique:

- a) La force du champ électromagnétique doit être de 10 V/m dans le domaine de fréquence de 80 MHz à 1 000 MHz. Il convient que les essais soient réalisés en balayage automatique avec une vitesse maximale de $1,5 \times 10^{-3}$ décades par seconde, ou 1 % du fondamental.

NOTE 1 20 V/m est choisi pour permettre la réalisation de l'essai suivant une orientation. 10 V/m est l'intensité requise décrite dans la CEI 61000-4-3, niveau 3 de sévérité.

- b) Il convient que le signal soit modulé à 80 % en amplitude à une fréquence sinusoïdale de 1 kHz.
- c) Si un balayage automatique n'est pas possible, la conformité peut être démontrée par des expositions aux fréquences 27, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 290, 320, 350, 380, 420, 460, 510, 560, 620, 680, 750, 820, 900 et 1 000 MHz.
- d) Si l'on observe une variation de la réponse supérieure à un tiers de la limite donnée en 8.3.1, des essais supplémentaires doivent être effectués (dans une gamme de ± 5 % autour de cette fréquence par pas de 1 % si le point d) est utilisé), l'appareil étant placé dans les trois orientations décrites dans la CEI 61000-4-3.

NOTE 2 Certains niveaux de susceptibilité peuvent être acceptables. Il convient que les fréquences critiques soient définies par l'utilisateur.

8.4 Perturbations dans les conducteurs induites par des radiofréquences

8.4.1 Exigences

Le maximum des indications fausses (transitoires ou permanentes) sur l'affichage ou la sortie de données, dues à des perturbations dans les conducteurs, produites par des champs de radiofréquences, doit être inférieur à 10 % de l'indication quand il n'y a pas présence de champ.

Aucune alarme ou autre signal de sortie ne doit s'activer quand l'appareil est exposé au champ de radiofréquences.

L'essai s'applique aux appareils utilisés en présence d'émetteurs de radiofréquences dans le domaine de fréquence de 150 kHz à 80 MHz. Les appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit), fonctionnant sur piles ou batteries, qui n'ont pas au moins un câble conducteur (par exemple câble signal) sont exclus de cet essai.

8.4.2 Méthode d'essai

Effectuer les opérations suivantes avec et sans la présence de perturbations dans les conducteurs induites par des champs de radiofréquence (CEI 61000-4-6) (niveau 3 de sévérité):

- a) Régler le domaine de fréquence de 150 kHz à 80 MHz à une intensité de 140 dB(μV).
- b) Il convient que le signal soit modulé à 80 % en amplitude à une fréquence sinusoïdale de 1 kHz.
- c) Il convient que l'essai soit effectué en utilisant un balayage automatique avec une vitesse de balayage inférieure à $1,5 \times 10^{-3}$ décades par seconde, ou 1 % du fondamental.

NOTE Certains niveaux de susceptibilité peuvent être acceptables. Il convient que les fréquences critiques soient définies par l'utilisateur.

8.3.2 Test method

The device is placed into an area where it may be completely covered with a radio-frequency field, as described in IEC 61000-4-3. Perform the following operations with the electromagnetic field switched on and off:

- a) The electromagnetic field strength shall be 10 V/m in the frequency range of 80 MHz to 1 000 MHz. The test should be performed using an automated sweep at a rate not greater than $1,5 \times 10^{-3}$ decades per second, or 1 % of the fundamental.

NOTE 1 20 V/m is chosen to enable the test to be performed in one orientation. 10 V/m is the required intensity as described in IEC 61000-4-3, severity level 3.

- b) The signal should be 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sine wave.
- c) If an automated sweep is not possible, compliance can be shown through exposure at frequencies 27, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 290, 320, 350, 380, 420, 460, 510, 560, 620, 680, 750, 820, 900 and 1 000 MHz.
- d) If any change of the response greater than one-third of the limits given in 8.3.1 is observed, additional tests (in the range of ± 5 % around this frequency in steps of 1 % if step d) is used) shall be carried out with the assembly in all three orientations as described in IEC 61000-4-3.

NOTE 2 Some levels of susceptibility may be acceptable. The critical frequencies should be determined by the user.

8.4 Conducted disturbances induced by radio-frequencies

8.4.1 Requirements

The maximum spurious indications (both transient and permanent) of the display or data output due to conducted disturbances induced radio-frequency fields shall be less than 10 % of the indication without the fields.

No alarms or other outputs shall be activated when the assembly is exposed to the field.

The test applies to devices used in the presence of radio-frequency transmitters in the frequency range of 150 kHz to 80 MHz. Battery operated dose equivalent (rate) meters that do not have at least one conducting cable (for example signal line) are excluded from this test.

8.4.2 Test method

Perform the following operations both with and without the presence of conducted disturbances induced by radio-frequency fields (IEC 61000-4-6) (severity level 3):

- a) Set the frequency range of 150 kHz to 80 MHz at an intensity of 140 dB(μ V).
- b) The signal should be 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sine wave.
- c) The test should be performed using an automated sweep at a rate not greater than $1,5 \times 10^{-3}$ decades per second, or 1 % of the fundamental.

NOTE Some level of susceptibility may be acceptable. The critical frequencies should be determined by the user.

8.5 Perturbations dans les conducteurs induites par des surtensions et des régimes oscillatoires

8.5.1 Exigences

Le maximum des indications fausses (transitoires ou permanentes) sur l'affichage ou la sortie de données, dues à des surtensions ou des régimes oscillatoires, doit être inférieur à 10 % de l'indication quand il n'y a pas présence de perturbations dans les conducteurs.

Aucune alarme ou autre signal de sortie ne doit s'activer quand l'appareil est exposé aux impulsions. Les appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit), fonctionnant sur piles ou batteries, sont exclus de cet essai.

8.5.2 Méthode d'essai

Connecter le bloc d'alimentation secteur à travers un réseau de couplage/découplage au générateur d'impulsion en accord avec la CEI 61000-4-5 et la CEI 61000-4-12 (niveau 3 de sévérité) et réaliser les opérations suivantes:

- a) Il convient d'appliquer dix impulsions à l'appareil avec un espacement minimal de 1 min entre les surtensions.
- b) Il convient que chaque impulsion consiste en une onde combinée (1,2/50 μ s – 8/20 μ s) avec une intensité de 2 kV.
- c) Il convient que les trains d'ondes en boucles ne dépassent pas 2 kV.

8.6 Perturbations dans les conducteurs induites par des transitoires rapides ou des impulsions

8.6.1 Exigences

Le maximum des indications fausses (transitoires ou permanentes) sur l'affichage ou la sortie de données, dues à des perturbations dans les conducteurs induites par des transitoires rapides ou des impulsions, doit être inférieur à 10% de l'indication quand il n'y a pas présence de perturbations. Les appareils de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit), fonctionnant sur piles ou batteries, sont exclus de cet essai.

8.6.2 Méthode d'essai

Appliquer des transitoires rapides ou des impulsions aux bornes de l'alimentation secteur, à travers un réseau de couplage/découplage, en accord avec la CEI 61000-4-4 (niveau 3 de sévérité) et réaliser les opérations suivantes avec et sans la présence des perturbations induites:

- a) Appliquer un taux de répétition inférieur à un par minute.
- b) Appliquer une tension crête de ± 2 kV.

8.7 Champs magnétiques externes (50 Hz/60 Hz)

8.7.1 Exigences

Si l'indication d'un appareil peut être influencée par la présence d'un champ magnétique externe, le fabricant doit faire une mise en garde et ceci doit être également précisé dans le manuel d'instructions. Il est recommandé que le maximum des indications fausses (transitoires ou permanentes) sur l'affichage ou la sortie de données dues à un champ magnétique externe soit inférieur à 10 % de l'indication quand il n'y a pas présence du champ magnétique.

8.5 Conducted disturbances induced by surges and oscillatory waves

8.5.1 Requirements

The maximum spurious indications (both transient and permanent) of the display or data output due to surges or oscillatory waves shall be less than 10 % of the indication without the disturbances.

No alarms or other outputs shall be activated when the meter or monitor is exposed to the pulses. Battery operated dose equivalent (rate) meters are excluded from this test.

8.5.2 Test method

Connect the mains supply terminal via a coupling/decoupling network to the pulse generator in accordance with IEC 61000-4-5 and IEC 61000-4-12 (severity level 3) and conduct the following operations:

- a) Ten pulses should be applied to the device with a minimum time of one minute between surges.
- b) Each pulse should consist of a combination wave (1,2/50 μ s – 8/20 μ s) with an intensity of 2 kV.
- c) Ring wave pulses should be not more than 2 kV.

8.6 Conducted disturbances induced by fast transients or bursts

8.6.1 Requirements

The maximum additional spurious indications (both transient and permanent) of the display or data output due to conducted disturbances induced by fast transients or bursts shall not exceed 10 % of the indication without the disturbances. Battery operated dose equivalent (rate) meters are excluded from this test.

8.6.2 Test method

Apply fast transients or bursts to the mains supply terminal via a coupling/decoupling network in accordance with IEC 61000-4-4 (severity level 3) and perform the following operations both with and without the presence of the conducted disturbances:

- a) Apply a repetition rate of not more than once per minute.
- b) Apply a peak voltage of ± 2 kV.

8.7 External magnetic fields (50 Hz/60 Hz)

8.7.1 Requirements

If the indication of an assembly may be influenced by the presence of external magnetic fields, the manufacturer shall give a warning to this effect and this shall also be stated in the instruction manual. It is recommended that the maximum spurious indications (both transient and permanent) of the display or data output due to external magnetic fields should be less than 10 % of the indication without the magnetic fields.

Aucune alarme ou autre signal de sortie ne doit s'activer quand l'appareil est exposé au champ.

NOTE Les appareils portables peuvent être exposés à des variations très importantes du champ magnétique suivant où ils sont utilisés. Les interventions près d'accélérateurs ou appareils similaires peuvent se faire dans des champs magnétiques élevés.

8.7.2 Méthode d'essai

La méthode et l'intensité du champ (voir CEI 61000-4-8) doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client. Il est recommandé d'effectuer les opérations suivantes:

- a) Régler l'intensité du champ pour une valeur continue de 30 A/m à une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz.
- b) Exposer l'appareil dans au moins deux orientations (0° et 90°) par rapport aux lignes de champ.

NOTE 1 A/m est équivalent à une induction en espace libre de 1,26 mT.

8.8 Émission de rayonnement électromagnétique

Les Normes CEI pertinentes sont applicables.

9 Caractéristiques mécaniques

9.1 Chocs mécaniques

L'appareil de mesure doit pouvoir supporter sans dommage des chocs mécaniques dans toutes les directions avec une accélération de $300 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ dans un intervalle de temps de 18 ms, la forme du choc étant semi-sinusoïdale.

9.2 Orientation de l'appareil (géotropisme)

9.2.1 Exigences

Quand on utilise l'appareil de mesure dans une orientation quelconque, la valeur indiquée par l'appareil ne doit pas varier de plus de $\pm 2 \%$ par rapport à la valeur indiquée dans l'orientation de référence. Le fabricant doit définir l'orientation de référence.

9.2.2 Méthode d'essai

Bien que cet essai puisse, en principe, être effectué pour une orientation quelconque de l'appareil, dans le cas général, seuls les appareils à affichage analogique seront influencés par des différences d'orientation. Les orientations peuvent dans ce cas se limiter à celles qui correspondent à un appareil de mesure à affichage analogique tenu à la main dans les positions où l'échelle de lecture est visible par l'opérateur. Cet essai doit être réalisé électroniquement.

9.3 Essai de vibrations

9.3.1 Exigences

La réponse moyenne de l'instrument ne doit pas s'écarter de plus de 15 % d'une série de valeurs de référence après qu'on lui a appliqué une accélération sinusoïdale à $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ pendant 15 min dans le domaine de fréquence de 10 Hz à 35 Hz. Le comportement physique de l'instrument ne doit pas être affecté par ces vibrations (par exemple, les soudures ne doivent pas lâcher, écrous et boulons ne doivent pas se desserrer).

No alarms or other outputs shall be activated when the meter or monitor is exposed to the field.

NOTE Portable devices may be exposed to a tremendous variation of magnetic fields depending on where the units are used. Operations involving accelerators or other similar devices may occur in high magnetic fields.

8.7.2 Test method

Method and field intensity (see IEC 61000-4-8) shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser. It is recommended to perform the following operations:

- a) Set the field intensity for continuous fields to 30 A/m at a frequency of 50 Hz or 60 Hz.
- b) Expose the assembly to at least two orientations (0° and 90°) relative to the field lines.

NOTE 1 A/m is equivalent to a free space induction of 1,26 mT.

8.8 Emission of electromagnetic radiation

The relevant IEC Standards are applicable.

9 Mechanical characteristics

9.1 Mechanical shocks

The measuring assembly shall be able to withstand, without damage, mechanical shocks from all directions involving an acceleration of $300 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ for a time interval of 18 ms, the shape of the shock being semi-sinusoidal.

9.2 Orientation of assembly (geotropism)

9.2.1 Requirements

The indicated value shall not vary by more than $\pm 2\%$ from the indicated value in the reference direction for any orientation of the assembly. The manufacturer shall state the reference orientation.

9.2.2 Test method

Although this test should in principle be performed with the assembly in every orientation, in general only the analogue indicating meters will be influenced by differences in orientation. The orientations tested may therefore be confined to those that may be assumed by the analogue-indicating meter with the assembly held in the hand, and in which the reading scale would be visible to the operator. This shall be performed electronically.

9.3 Vibration test

9.3.1 Requirements

The mean instrument response shall not vary by more than 15 % from a set of reference indicated values following harmonic loading of $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ applied for 15 min in the frequency range of 10 Hz to 35 Hz. The physical condition of instruments shall not be affected by this vibration (for example, solder joints shall hold; nuts and bolts shall not come loose).

9.3.2 Méthode d'essai

L'appareil doit être exposé successivement, de manière reproductible, à une source convenable de rayonnement photonique et à une source convenable de rayonnement neutronique. Ces sources doivent avoir une intensité suffisante pour minimiser l'effet des fluctuations statistiques sur les valeurs indiquées par l'instrument. La valeur moyenne indiquée par l'instrument doit être définie. L'instrument doit alors être soumis à des accélérations sinusoïdales de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ pendant 15 min dans chacune des trois directions perpendiculaires pour une ou plusieurs fréquences dans les domaines suivants: 10 Hz à 21 Hz et 22 Hz à 35 Hz. Après chaque intervalle de 15 min en essai vibratoire, les valeurs moyennes indiquées par l'instrument exposé dans la même situation géométrique que celle initialement utilisée doivent être notées et comparées aux valeurs obtenues avant les mises sous vibration. L'appareil doit être inspecté et l'on doit décrire son état physique.

10 Caractéristiques de sécurité

10.1 Caractéristiques de surcharge

10.1.1 Exigences

Pour les débits d'équivalent de dose ambiants supérieurs au maximum de l'échelle, l'indication de l'appareil doit être hors échelle dans les valeurs supérieures et doit y rester. Pour les appareils comportant plus d'une échelle, cette exigence s'applique à chaque échelle. Après avoir été soumis au débit d'équivalent de dose ambiant spécifié dans le paragraphe suivant, l'appareil doit toujours satisfaire aux exigences de 6.1.1.

10.1.2 Méthode d'essai

Exposer pendant 5 min l'appareil de détection du débit d'équivalent de dose ambiant à la plus faible des deux valeurs suivantes, soit 10 fois le maximum de l'échelle, soit $250 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$.

L'indication de l'appareil doit rester hors échelle dans les valeurs supérieures pendant cette période.

10.2 Facilité de décontamination

L'appareil doit être réalisé de manière à faciliter la décontamination. Pour cela, il convient, par exemple, que sa surface externe soit lisse, non poreuse et sans fissures ou qu'il puisse être utilisé à l'intérieur d'une enveloppe mince et flexible présentant des parties transparentes pour permettre la lecture de l'échelle de mesure.

11 Caractéristiques environnementales

11.1 Influence de la température ambiante

11.1.1 Exigences

La valeur indiquée de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) doit rester dans les limites ci-dessous pour un domaine de température défini en commun par le fabricant et l'acheteur.

- Appareils fonctionnant dans une gamme de températures normale*: dans un domaine de température de 10°C à 35°C (température moyenne 22°C), la valeur indiquée ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 10\%$ de celle obtenue dans les conditions normales d'essai.
- Appareils fonctionnant dans une gamme de températures étendue*: dans un domaine de température de -10°C à $+45^\circ\text{C}$ (température moyenne 18°C), la valeur indiquée ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 20\%$ de celle obtenue dans les conditions normales d'essai. Pour les utilisations en extérieur et en intérieur à température élevée, il est recommandé que les appareils portables répondent à cette exigence.

9.3.2 Test method

The instrument shall be exposed in a reproducible way successively both to an acceptable source of photon radiation and to an acceptable source of neutron radiations. These sources shall have sufficient intensity to minimize the effect of the statistical fluctuations of the instrument indicated values. The mean instrument indicated value shall be determined. The instrument shall then be subjected to harmonic loading of $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ for 15 min in each of three orthogonal directions at one or more frequencies in each of the following ranges: 10 Hz to 21 Hz and 22 Hz to 35 Hz. After each 15 min vibration interval, the mean instrument indicated values shall be determined in the same exposure geometry as used initially and compared to the pre-vibration set of indicated values. The instrument shall be inspected and the physical condition documented.

10 Safety characteristics

10.1 Overload characteristics

10.1.1 Requirements

For ambient dose equivalent rates greater than that corresponding to scale maximum, the indication of the assembly shall be off scale at the higher end of the scale range and shall remain so. For assemblies with more than one scale range, this requirement shall apply to each scale range. After it has been subjected to the ambient dose equivalent rate specified in the following subclause, the assembly shall still fulfil the requirements of 6.1.1.

10.1.2 Test method

Expose the detection assembly to the following neutron ambient dose equivalent rate for a period of 5 min, either 10 times the scale maximum or $250 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$, whichever is the lesser value.

The indication of the assembly shall remain off scale at the higher end of the scale range throughout this period.

10.2 Ease of decontamination

The assembly shall be constructed in such a manner as to facilitate decontamination. In order to achieve this, it should, for example, have a smooth non-porous external surface, which is free from crevices, or be usable when placed inside a thin and flexible envelope, provided with transparent parts to allow the instrument scale to be read.

11 Environmental characteristics

11.1 Ambient temperature influence

11.1.1 Requirements

The indicated value of the dose equivalent (rate) meter shall remain within the following limits for the temperature range agreed upon between the manufacturer and purchaser.

- a) *Assemblies for normal temperature range:* over the range of temperature from 10°C to $+35^{\circ}\text{C}$ (midpoint temperature 22°C), the indicated value shall not deviate by more than $\pm 10\%$ from that obtained under standard test conditions.
- b) *Assemblies for extended temperature range:* over the range of temperature from -10°C to $+45^{\circ}\text{C}$ (midpoint temperature 18°C), the indicated value shall not deviate by more than $\pm 20\%$ from that obtained under standard test conditions. For outdoor use and for indoor use with elevated temperature level, it is recommended that portable assemblies be designed to meet these requirements.

- c) *Appareils fonctionnant dans une gamme de températures extrêmes*: dans un domaine de températures de -25 °C à $+50\text{ °C}$ (température moyenne 12 °C), la valeur indiquée ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 50\%$ de celle obtenue dans les conditions normales d'essai.

NOTE Pour les appareils destinés à fonctionner à des températures inférieures à -10 °C , il peut être nécessaire d'utiliser des moyens qui permettent de maintenir les piles ou batteries à une température nominale d'utilisation.

11.1.2 Méthode d'essai

L'appareil doit être exposé à une source de rayonnement neutronique d'intensité suffisante pour obtenir une indication dans la seconde décade la moins sensible. Cet essai, doit être réalisé dans une enceinte climatique. En général, il n'est pas nécessaire de contrôler l'humidité de l'air dans l'enceinte, sauf si l'instrument est particulièrement sensible aux variations d'humidité.

La température doit être maintenue à chacune des valeurs limites de la température définies en commun pendant au moins 24 h. L'indication de l'appareil doit être notée pendant les 30 dernières minutes de cette période, elle doit être dans les tolérances requises. De plus une lecture de l'indication doit être faite à la température moyenne définie en 11.1.1.

Il est recommandé de conserver une faible humidité relative pour éviter la condensation lors des changements de température. Durant ce changement, il est aussi recommandé de contrôler la variation de température et de ne pas dépasser $10\text{ °C}\cdot\text{h}^{-1}$.

11.2 Choc thermique

11.2.1 Exigences

Quand la température varie en moins de 5 min de 20 °C à 50 °C ou de 20 °C à -10 °C , la valeur indiquée par l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 15\%$ de la valeur indiquée pour une mesure à 20 °C .

Quand la température varie à partir de 50 °C ou de -10 °C vers 20 °C , la valeur indiquée par l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 15\%$ de la valeur indiquée aux températures initiales.

11.2.2 Méthode d'essai

L'appareil doit être exposé à une source de rayonnement neutronique d'intensité suffisante pour obtenir une indication dans la seconde décade la moins sensible. L'appareil de mesure et la source de neutrons doivent être placés dans une géométrie qui soit reproductible pour l'essai.

L'appareil doit être maintenu à $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et laissé se stabiliser en température pendant un minimum de 60 min. L'indication de l'appareil de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) doit être notée.

L'appareil et la source doivent être retirés de cette ambiance et placés directement dans une chambre environnementale, dans la même situation géométrique, la température autour de l'appareil étant maintenue entre 45 °C et 50 °C . Ce changement doit être réalisé en moins de 5 min. L'indication doit être alors notée toutes les 15 min sur une période de 2 h. L'appareil doit rester dans cet environnement jusqu'à stabilisation en température.

L'appareil doit être retiré de cette ambiance et replacé directement dans l'environnement initial, dans la même situation géométrique d'exposition, la température autour de l'appareil étant maintenue à $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Ce changement doit être réalisé en moins de 5 min. L'indication doit être alors notée toutes les 15 min sur une période de 2 h. L'appareil doit rester dans cet environnement jusqu'à stabilisation en température.

- c) *Assemblies for extreme temperature range:* over the range of temperature from $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (midpoint temperature $12\text{ }^{\circ}\text{C}$) the indicated value shall not deviate by more than $\pm 50\%$ from that obtained under standard test conditions.

NOTE For assemblies intended to operate at temperatures below $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, some means of maintaining the batteries at a temperature within the nominal operation range may be required.

11.1.2 Test method

The assembly shall be exposed to a neutron radiation source of sufficient intensity providing an indication in the second least sensitive decade. The test shall be carried out in an environmental chamber. It is not in general necessary to control the humidity level in the environmental chamber, unless the monitor is sensitive to changes in humidity.

The temperature shall be maintained at each limit of the agreed upon temperature for at least 24 hours. A reading shall be obtained during the last 30 minutes of this period that shall be within the appropriate tolerance value. In addition, a reading shall be obtained at the midpoint of the temperature range stated in 11.1.1.

It is recommended that humidity levels be kept low to prevent moisture forming when the temperature is changed. It is also recommended that temperature change rates to be controlled do not exceed $10\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}^{-1}$.

NOTE For conventional assemblies with considerable mass of moderating material longer soak time may be necessary.

11.2 Temperature shock

11.2.1 Requirements

The indicated value of the dose equivalent (rate) meter shall not vary by more than $\pm 15\%$ from the indicated value taken at a temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ when the temperature is raised from $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ or lowered from $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ in less than 5 min.

The indicated value of the dose equivalent (rate) meter shall not vary by more than $\pm 15\%$ from the indicated value taken at a temperature of $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ or $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ when the temperature changes from either one of the above temperatures to $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11.2.2 Test method

The assembly shall be exposed to a neutron radiation source of sufficient intensity providing an indication in the second least sensitive decade. The assembly and the neutron source shall be arranged in a reproducible geometry for the test.

The assembly shall be held at a temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ and allowed to stabilise for a minimum of 60 min. The indication of the dose equivalent (rate) meter shall be determined.

The assembly and the source shall be removed from this environment and placed directly in an environmental chamber such that the same exposure geometry is established and the temperature near the device is maintained between $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. This procedure shall be performed in less than 5 min. The indication shall then be determined every 15 min over a period of 2 h. The device shall remain in this environment during the period to reach a stable temperature.

The assembly 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 device is $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. This procedure shall be performed in less than 5 min. The indication shall then be determined every 15 min over a period of 2 h. The device shall remain in this environment until it reaches a stable temperature.

Cet essai doit être répété dans la chambre environnementale pour une température maintenue autour de l'appareil entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11.3 Humidité relative

11.3.1 Exigences

La variation de la valeur indiquée due à l'effet de l'humidité relative (HR) doit rester dans les limites suivantes:

$\pm 10\%$ jusqu'à 95% HR, $T = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Un essai de cette grandeur d'influence n'est nécessaire que si son effet semble significatif.

11.3.2 Méthode d'essai

Cet essai peut être effectué seulement à $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. L'appareil doit être exposé à une source neutron de débit d'équivalent de dose ambiant constant. L'humidité relative doit être maintenue à 95% pendant au moins 24 h et l'indication de l'appareil notée pendant les 30 dernières minutes de cette période. La variation autorisée de $\pm 10\%$, comme spécifié en 11.3.1 s'ajoute aux variations autorisées dues à la température.

11.4 Pression atmosphérique

Généralement, la pression atmosphérique n'aura qu'une influence minime sur la réponse de l'appareil

Des essais représentatifs, à d'autres pressions atmosphériques, ne sont nécessaires que sur demande, par exemple si l'appareil est utilisé pour des mesures aéroportées à basse pression. Dans de telles circonstances, il peut y avoir une influence sur les caractéristiques du descriptif concernant des champs électriques appliqués aux câbles et connecteurs.

11.5 Étanchéité

Pour les appareils destinés à une utilisation en extérieur, le fabricant doit indiquer les mesures prises pour prévenir la pénétration d'humidité dans l'appareil.

11.6 Stockage et transport

Tous les appareils conçus pour être utilisés dans un climat tempéré doivent être conçus pour fonctionner selon les exigences de cette norme, après un temps suffisant pour qu'ils soient revenus à température ambiante après qu'ils aient été stockés (ou transportés), sans piles ou batteries, pendant au moins trois mois, dans l'emballage du fabricant, à des températures entre $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dans certaines circonstances, des spécifications plus sévères peuvent être exigées, comme de pouvoir supporter les basses pressions associées à un transport aérien.

12 Documentation

12.1 Certificat d'identification

Un certificat doit accompagner chaque appareil, donnant au moins, les informations suivantes (voir la CEI 61187):

The test shall be repeated inside the environmental chamber with a temperature near the device maintained between $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11.3 Relative humidity

11.3.1 Requirements

The variation of the indicated value due to the effect of relative humidity (RH) shall be within the following limits:

$\pm 10\%$ at up to 95% RH, $T = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A test of this influence quantity need only be carried out if the effect of humidity is likely to be significant.

11.3.2 Test method

The test may be carried out at a single temperature of $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. The assembly shall be exposed to a constant ambient dose equivalent rate from a reference neutron source. The relative humidity shall be maintained at 95% for at least 24 h and the indication of the assembly measured during the last 30 min of this period. The permitted variation of $\pm 10\%$ in the indication as specified in 11.3.1 is in addition to the permitted variations due to temperature alone.

11.4 Atmospheric pressure

In general, atmospheric pressure will have an insignificant influence on the response of the assembly.

Representative tests at other atmospheric pressures need be performed only if required, for example if the assembly is being used in airborne measurements under low-pressure conditions. These circumstances may have some influence on the descriptive electric field strength characteristics of cables and connectors.

11.5 Sealing

For assemblies intended for outdoor use, the manufacturer shall state the precautions that have been taken to prevent the ingress of moisture.

11.6 Storage and transport

All apparatus designed for use in temperate climates shall be designed to operate within the requirements of this standard after sufficient time has been allowed to reach ambient temperatures following storage (or transport), without batteries, for a period of at least three months in the manufacturer's packaging, at any temperature between $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

In certain circumstances, more severe specifications may be required such as capability to withstand air transport at low ambient pressure.

12 Documentation

12.1 Identification certificate

A certificate shall accompany each assembly, giving at least the following information (see IEC 61187):