

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
61005**

Première édition
First edition
1990-09

**Débitmètres portables d'équivalent de dose
ambiant neutronique pour la radioprotection**

**Portable neutron ambient dose equivalent
ratemeters for use in radiation protection**

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61005:1990

With NORM



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61005: 1990

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
61005**

Première édition
First edition
1990-09

**Débitmètres portables d'équivalent de dose
ambiant neutronique pour la radioprotection**

**Portable neutron ambient dose equivalent
ratemeters for use in radiation protection**

© IEC 1990 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

*For price, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	Pages 6
PRÉFACE	6

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

Articles

1.1	Domaine d'application	8
1.2	Références normatives	8
1.3	Terminologie, grandeurs, termes et unités dosimétriques	10
1.4	Nomenclature des essais	16

SECTION 2: ENSEMBLES DE MESURE DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT NEUTRONIQUE

2.1	Caractéristiques générales	18
2.1.1	Dispositifs externes	18
2.1.2	Indications d'échelles	18
2.1.3	Indications extérieures	18
2.1.4	Etendue effective de mesure	18
2.2	Procédures générales d'essais	20
2.2.1	Prescriptions des essais	20
2.3	Caractéristiques liées aux rayonnements	22
2.3.1	Erreur relative intrinsèque sur l'indication du débit d'équivalent de dose ambiant pour le rayonnement neutronique de référence	22
2.3.2	Variation de la réponse en fonction de l'énergie des neutrons	24
2.3.3	Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement	26
2.3.4	Réponse à d'autres rayonnements ionisants externes	26
2.4	Caractéristiques électriques	28
2.4.1	Fluctuations statistiques	28
2.4.2	Temps de réponse	28
2.4.3	Relation entre le temps de réponse et les fluctuations statistiques	30
2.4.4	Dérive du zéro	30
2.4.5	Temps de préchauffage	32
2.4.6	Alimentations électriques	32
2.5	Caractéristiques mécaniques	36
2.5.1	Chocs mécaniques	36
2.5.2	Orientation de l'ensemble (géotropisme)	36
2.6	Caractéristiques de sécurité	36
2.6.1	Caractéristiques de surcharge	36
2.6.2	Facilité de décontamination	36

SECTION 3: CARACTÉRISTIQUES D'ENVIRONNEMENT

3.1	Température ambiante	38
3.2	Humidité relative	38
3.3	Pression atmosphérique	38
3.4	Champs électromagnétiques externes	40
3.5	Champs magnétiques externes	40
3.6	Étanchéité	40
3.7	Stockage	40

CONTENTS

FOREWORD	Page
PREFACE	7

SECTION 1: GENERAL

Clause		
1.1	Scope	9
1.2	Normative references	9
1.3	Terminology, quantities, dosimetric terms and units	11
1.4	Test nomenclature	17

SECTION 2: NEUTRON AMBIENT DOSE EQUIVALENT RATE MEASURING ASSEMBLIES

2.1	General characteristics	19
2.1.1	External facilities	19
2.1.2	Scale markings	19
2.1.3	Assembly markings	19
2.1.4	Effective range of measurement	19
2.2	General test procedures	21
2.2.1	Test requirements	21
2.3	Radiation characteristics	23
2.3.1	Relative intrinsic error in ambient dose equivalent rate indication to the reference neutron radiation	23
2.3.2	Variation of response with neutron radiation energy	25
2.3.3	Variation of reading with angle of incidence of radiation	27
2.3.4	Response to other external ionizing radiations	27
2.4	Electrical characteristics	29
2.4.1	Statistical fluctuations	29
2.4.2	Response time	29
2.4.3	Relationship between response time and statistical fluctuations	31
2.4.4	Zero drift	31
2.4.5	Warm-up time	33
2.4.6	Power supplies	33
2.5	Mechanical characteristics	37
2.5.1	Mechanical shocks	37
2.5.2	Orientation of assembly (geotropism)	37
2.6	Safety characteristics	37
2.6.1	Overload characteristics	37
2.6.2	Ease of decontamination	37

SECTION 3: ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

3.1	Ambient temperature	39
3.2	Relative humidity	39
3.3	Atmospheric pressure	39
3.4	External electromagnetic fields	41
3.5	External magnetic fields	41
3.6	Sealing	41
3.7	Storage	41

SECTION 4: DOCUMENTATION

Articles	Pages
4.1 Certificat	42
4.2 Manuel d'instructions	42
Tableaux:	
1 Conditions de référence et conditions normales d'essai	44
2 Essais effectués dans les conditions normales d'essai	46
3 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	48
Annexes:	
A Facteurs de conversion de la fluence neutronique en équivalent de dose ambiant pour des neutrons mono-énergétiques	50
B Facteurs de conversion de la fluence neutronique en équivalent de dose ambiant pour des sources de neutrons de référence	52
Figure	54

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61005-1:1999

SECTION 4: DOCUMENTATION

Clause	Page
4.1 Certification	43
4.2 Instruction manual	43
Tables:	
1 Reference conditions and standard test conditions	45
2 Tests performed under standard test conditions	47
3 Tests performed with variation of influence quantities	49
Annexes:	
A Neutron fluence to ambient dose-equivalent conversion factors for mono-energetic neutrons	51
B Neutron fluence to ambient dose-equivalent conversion factors for the neutron reference radiation sources	53
Figure	55

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61005:7999

WithDrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DÉBITMÈTRES PORTABLES D'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT
NEUTRONIQUE POUR LA RADIOPROTECTION**

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 45B. Instrumentation pour la radioprotection, du Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
45B(BC)76	45B(BC)92

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PORTABLE NEUTRON AMBIENT DOSE EQUIVALENT RATEMETERS
FOR USE IN RADIATION PROTECTION**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This standard has been prepared by Sub-Committee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45: Nuclear instrumentation.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
45B(CO)76	45B(CO)92

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

DÉBITMÈTRES PORTABLES D'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT NEUTRONIQUE POUR LA RADIOPROTECTION

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

- 1.1.1 La présente Norme internationale est applicable à tous les ensembles portables conçus pour mesurer le débit d'équivalent de dose ambiant (voir 1.3.8) dû aux neutrons d'énergie inférieure ou égale à 16 MeV, et qui comprennent au moins:
- 1.1.1.1 Un sous-ensemble détecteur qui peut, par exemple, comprendre une sonde détectrice (compteur proportionnel à BF₃, compteur proportionnel à ³He, détecteur à scintillateur LiI, etc.) et un milieu ralentisseur et absorbeur entourant le détecteur.
- 1.1.1.2 Un sous-ensemble de mesure qui peut être incorporé à un ensemble monobloc ou être relié par un câble flexible.
- 1.1.2 Si ces ensembles sont susceptibles d'être utilisés dans des champs pulsés (y compris les champs de photons), il est fortement recommandé que l'utilisateur vérifie que, dans les conditions concernées (niveau de rayonnement, durée des impulsions, fréquence de répétition, etc.), l'ensemble peut fonctionner correctement.
- 1.1.3 Les prescriptions données ci-dessous se rapportent aux ensembles définis en 1.1.1. Il est acceptable, cependant, d'employer des ensembles qui n'y satisfont pas quand ces prescriptions ne sont pas considérées comme essentielles pour une application donnée. Dans ce cas, les conditions à appliquer aux ensembles doivent être spécifiées par accord entre le constructeur et le client, mais la détermination des caractéristiques des ensembles doit être conforme aux méthodes indiquées dans la présente norme.
- 1.1.4 Les débitmètres d'équivalent de dose non conventionnels sont devenus récemment disponibles (débitmètres utilisant des algorithmes). Pour ces instruments, l'évaluation basée sur des neutrons mono-énergétiques (voir 2.3.2) n'est pas pertinente. Une annexe à l'ISO/DIS 8529 est en préparation, elle définit une liste de sources de neutrons appropriées. Ces sources ont un spectre large adéquat pour tester ces débitmètres non conventionnels.
- 1.1.5 L'objet de cette Norme internationale est d'indiquer les performances exigibles et les méthodes d'évaluation des débitmètres d'équivalent de dose neutronique ambiant et de spécifier, pour les ensembles visés dans le domaine d'application (article 1.1), les caractéristiques générales, les procédures générales d'essai, les caractéristiques liées aux rayonnements, les caractéristiques électriques, mécaniques, les caractéristiques relatives à la sécurité et à l'environnement, ainsi que le certificat d'identification.

1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication de cette norme, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur cette Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO tiennent à jour le registre des Normes internationales en vigueur.

PORTABLE NEUTRON AMBIENT DOSE EQUIVALENT RATEMETERS FOR USE IN RADIATION PROTECTION

SECTION 1: GENERAL

1.1 Scope

- 1.1.1 This International Standard is applicable to all portable assemblies designed to measure the ambient dose equivalent (see 1.3.8) rate due to neutron radiation of energy up to 16 MeV, and which comprise at least:
- 1.1.1.1 A detection sub-assembly, which may, for example, consist of a detector probe (BF₃ proportional counter tube, ³He proportional counter tube, LiI scintillation detector, etc.) and a moderating and absorbing medium surrounding the detector.
- 1.1.1.2 A measuring sub-assembly, which may be incorporated into a single assembly or connected by means of a flexible cable.
- 1.1.2 If these assemblies are to be used in pulsed fields (including photon fields), it is strongly recommended that the user determines that under the conditions concerned (radiation level, pulse duration, repetition rate, etc.), the assembly can operate correctly.
- 1.1.3 The requirements given below pertain to assemblies as defined in 1.1.1. It is acceptable, however, to use assemblies which do not meet the requirements set out below when such requirements are not deemed essential for a given purpose. In such cases, the requirements to be applied to the assemblies shall be specified by agreement between the manufacturer and the purchaser, but the determination of the characteristics of the assemblies shall conform to the methods given in this standard.
- 1.1.4 Unconventional dose equivalent ratemeters have recently become available (e.g. ratemeters that use algorithms). For such instruments evaluation based on mono-energetic neutrons (see 2.3.2) is not relevant. An annex to ISO/DIS 8529 is to be prepared defining a list of appropriate neutron sources having broad spectra suitable for the testing of such unconventional ratemeters.
- 1.1.5 The object of this International Standard is to lay down performance requirements and methods for the assessment of portable neutron ambient dose equivalent rate meters. This standard specifies, for the assemblies described in the scope (Clause 1.1), general characteristics, general test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics, and also the identification certificate.

1.2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

1.2.1 Normes de la CEI

38: 1983, Tensions normales de la CEI.

50(151): 1978, Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) — Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.

50(391): 1975, Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) — Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants.

50(392): 1976, Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) — Chapitre 392: Instrumentation nucléaire — Complément au chapitre 391.

68-2-27: 1987, Essais d'environnement — Essai Ea et guide: Chocs.

86: 1987, Piles électriques.

181: 1964, Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.

181A: 1965, Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants — Premier complément.

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

293: 1968, Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.

1.2.2 Autres publications

ISO 4037: 1979, Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons.

ISO 4037/DAD2, Rayonnements de photons de référence pour la détermination de la réponse des dosimètres et débitmètres utilisés en radioprotection à des énergies de photons comprises entre 4 MeV et 9 MeV.

ISO/DIS 8529 (Projet de norme internationale), Rayonnements neutroniques de référence destinés à l'étalonnage des instruments de mesure des neutrons utilisés en radioprotection et à la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des neutrons.

Rapport CIUR 33: 1980, Grandeurs et unités radiologiques.

Rapport CIUR 39: 1984, Détermination des équivalents de dose pour les sources d'irradiation externe.

British Committee on Radiation Units and Measurements, *Radiation Protection Dosimetry*, 14, pp. 337–343, 1986, New quantities in radiation protection and conversion coefficients.

British Calibration Service, 1988, Supplementary criteria for laboratory accreditation calibration of radiological protection level instruments: Neutrons. Document 0813(R).

1.3 Terminologie, grandeurs, termes et unités dosimétriques

La terminologie générale concernant la détection et le mesurage des grandeurs relatives aux rayonnements ionisants et à l'instrumentation nucléaire est donnée dans les CEI suivantes: 50(391), 50(392), 181 et 181A.

Pour les ensembles de mesure du débit d'équivalent de dose ambiant neutronique, les définitions suivantes sont applicables:

1.3.1 Débitmètre portable d'équivalent de dose ambiant neutronique

Ensemble portable destiné à indiquer le débit d'équivalent de dose ambiant dû au rayonnement neutronique, comportant un ou plusieurs détecteurs de rayonnement, ainsi que des sous-ensembles associés ou des éléments fonctionnels de base.

1.2.1 IEC publications

38: 1983, IEC standard voltages.

50(151): 1978, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 151: Electrical and magnetic devices.

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

50(392): 1976, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 392: Nuclear instrumentation — Supplement to Chapter 391.

68-2-27: 1987, Environmental testing — Test Ea and Guidance: Shock.

86: 1987, Primary batteries.

181: 1964, Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation.

181A: 1965, Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation — First supplement.

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

293: 1968, Supply voltages for transistorized nuclear instruments.

1.2.2 Other publications

ISO 4037: 1979, X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and dose ratemeters and for determining their response as a function of photon energy.

ISO 4037/DAD2, Photon reference radiations for determining the response of protection level dosimeters and dose ratemeters at photon energies between 4 MeV and 9 MeV.

ISO/DIS 8529 (Draft international standard), Neutron reference radiations for calibrating neutron-measuring devices used for radiation protection purposes and for determining their response as a function of neutron energy.

ICRU Report 33: 1980, Radiation quantities and units.

ICRU Report 39: 1984, Determination of dose equivalents resulting from external radiation sources.

British Committee on Radiation Units and Measurements, *Radiation Protection Dosimetry*, 14, pp. 337 — 343, 1986, New quantities in radiation protection and conversion coefficients.

British Calibration Service, 1988, Supplementary criteria for laboratory accreditation calibration of radiological protection level instruments: Neutrons. Document 0813(R).

1.3 Terminology, quantities, dosimetric terms and units

The general terminology concerning detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation is given in IEC 50(391), 50(392), 181 and 181A.

For neutron ambient dose equivalent rate measuring assemblies, the following definitions shall apply.

1.3.1 Portable neutron ambient dose equivalent ratemeter

A portable assembly intended to indicate the ambient dose equivalent rate due to neutron radiation and including one or more radiation detectors and associated sub-assemblies or basic function units.

1.3.2 Dose absorbée

La dose absorbée, D , est le quotient de $d\bar{E}$ par dm , où $d\bar{E}$ est l'énergie moyenne dissipée dans la matière par le rayonnement ionisant dans un élément de volume, et où dm est la masse de la matière dans cet élément de volume.

$$D = \frac{d\bar{E}}{dm}$$

L'unité SI de dose absorbée est le gray (symbole Gy); $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Une unité spéciale de dose absorbée, encore en usage en même temps que l'unité SI, est le rad.

$$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} = 10^{-2} \text{ Gy}$$

1.3.3 Débit de dose absorbée

Le débit de dose absorbée, \dot{D} , est le quotient de dD par dt , où dD est l'accroissement de dose absorbée dans l'intervalle de temps dt .

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt}$$

Les unités SI de débit de dose absorbée sont les quotients du gray ou de ses multiples ou sous-multiples par une unité de temps appropriée ($\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1}$, $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$, etc.).

1.3.4 Equivalent de dose

L'équivalent de dose, H , est le produit de D , Q et N , au point considéré dans le tissu, où D est la dose absorbée, Q est le facteur de qualité et N est le produit de tout autre facteur modificateur.

$$H = DQN$$

L'unité SI d'équivalent de dose est le sievert (symbole Sv) et $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Quand D est exprimé en grays, H est en sieverts.

Une unité spéciale d'équivalent de dose, encore en usage en même temps que l'unité SI, est le rem.

$$1 \text{ rem} = 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} = 10^{-2} \text{ Sv}$$

1.3.5 Débit d'équivalent de dose

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

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

Les unités de débit d'équivalent de dose sont les quotients du sievert (Sv), ou de ses multiples ou sous-multiples, par une unité de temps appropriée ($\text{Sv} \cdot \text{s}^{-1}$, $\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, etc.).

1.3.6 Fluence

La fluence de particules, Φ , est le quotient de dN par da , où dN est le nombre de particules qui pénètrent dans une sphère dont la section droite est da .

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

L'unité SI de fluence est m^{-2} .

1.3.2 Absorbed dose

The absorbed dose, D , is the quotient of $d\bar{E}$ by dm , where $d\bar{E}$ is the mean energy imparted by ionizing radiation to matter of mass dm .

$$D = \frac{d\bar{E}}{dm}$$

The SI unit of absorbed dose is the gray (symbol Gy); $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

A special unit of absorbed dose retained in use for the time being along with SI units is the rad.

$$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} = 10^{-2} \text{ Gy}$$

1.3.3 Absorbed dose rate

The absorbed dose rate, \dot{D} , is the quotient of dD by dt , where dD is the increment of absorbed dose in the time interval dt .

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt}$$

SI units of absorbed dose rate are any quotient of the gray or its multiple or submultiple by a suitable unit of time ($\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1}$, $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$, etc.).

1.3.4 Dose equivalent

The dose equivalent, H , is the product of D , Q and N , at the point of interest in tissue, where D is the absorbed dose, Q is the quality factor and N is the product of any other modifying factors.

$$H = DQN$$

The SI unit of dose equivalent is the sievert (symbol Sv) and $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. When D is expressed in grays, H is in sieverts.

A special unit of dose equivalent retained in use for the time being along with SI units is the rem.

$$1 \text{ rem} = 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} = 10^{-2} \text{ Sv}$$

1.3.5 Dose equivalent rate

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

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

Units of dose equivalent rate are any quotient of the sievert (Sv) or its multiple or submultiple by a suitable unit of time ($\text{Sv} \cdot \text{s}^{-1}$, $\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$, etc.).

1.3.6 Fluence

The fluence, Φ , of particles is the quotient of dN by da , where dN is the number of particles which enter a sphere of cross-sectional area da .

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

The SI unit of fluence is m^{-2} .

1.3.7 Débit de fluence

Le débit de fluence de particules, $\dot{\Phi}$, est le quotient de $d\Phi$ par dt , où $d\Phi$ est l'accroissement de la fluence de particules pendant l'intervalle de temps dt .

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

L'unité SI de débit de fluence est $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

1.3.8 Equivalent de dose ambient $H^*(d)$

L'équivalent de dose ambient, $H^*(d)$, en un point d'un champ de rayonnement est défini comme l'équivalent de dose qui serait produit par le champ unidirectionnel et expansé correspondant, dans la sphère de la CIUR, à une profondeur, d , sur le rayon qui fait face à la direction du champ unidirectionnel (rapport CIUR 39).

NOTES

1 Afin de définir ces grandeurs, il est utile de spécifier certains champs de rayonnements qui sont dérivés du champ de rayonnement réel. Les termes «expansé» et «unidirectionnel» sont utilisés pour caractériser ces champs dérivés. Dans le *champ expansé*, la fluence et ses distributions angulaire et énergétique ont les mêmes valeurs dans tout le volume d'intérêt comme dans le champ réel au point de référence. Dans le *champ unidirectionnel et expansé*, la fluence et sa distribution énergétique sont les mêmes que dans le champ expansé mais la fluence est unidirectionnelle.

2 La sphère de la CIUR (rapport CIUR 33) est une sphère en matériau équivalent au tissu, de masse volumique $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ et de 30 cm de diamètre, dont la composition massique est la suivante:

- oxygène: 76,2%
- carbone: 11,1%
- hydrogène: 10,1%
- azote: 2,6%.

3 La profondeur recommandée, d , pour la surveillance dosimétrique en termes de $H^*(d)$ est 10 mm et $H^*(d)$ s'écrit alors $H^*(10)$.

4 Un instrument qui a une réponse isotrope et qui est étalonné en termes de $H^*(d)$ mesurera $H^*(d)$ dans tous les champs de rayonnement à condition que ceux-ci soient uniformes sur le volume de l'instrument.

5 La définition de $H^*(d)$ suppose un instrument conçu pour que la rétrodiffusion soit prise en considération.

1.3.9 Facteurs de conversion de la fluence (ou débit) en équivalent de dose (ou débit) ambient $H^*(10)$

Les facteurs de conversion de la fluence (ou débit) en équivalent de dose (ou débit) ambient $H^*(10)$, utilisés tout au long de cette norme, sont donnés dans les annexes A et B.

1.3.10 Point de référence d'un ensemble

Le point de référence d'un ensemble est un ou des repères physiques gravés sur l'ensemble qui doit permettre de le placer au point où la valeur conventionnellement vraie de la grandeur à mesurer est connue. Ces repères sont soit le centre géométrique du détecteur soit son centre effectif.

1.3.11 Point d'essai

Le point d'essai est un point sur lequel il faut placer le point de référence de l'ensemble et pour lequel la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose ambient (ou débit) est connue. Pour tous les essais impliquant l'utilisation des rayonnements, le point de référence de l'ensemble doit être placé au point d'essai et, excepté pour l'essai de variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence, dans l'orientation indiquée par le constructeur, c'est-à-dire dans la direction d'étalonnage du rayonnement incident spécifiée par le constructeur.

1.3.12 Valeur conventionnellement vraie

C'est la meilleure estimation de l'équivalent de dose (ou débit) ambient, $H_v^*(d)$, utilisée pour l'étalonnage d'un ensemble. Cette valeur et son incertitude doivent être établies à partir

1.3.7 Fluence rate (flux density)

The fluence rate of particles, $\dot{\Phi}$, is the quotient of $d\Phi$ by dt , where $d\Phi$ is the increment of particle fluence in the time interval dt .

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

The SI unit of fluence rate is $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

1.3.8 Ambient dose equivalent $H^*(d)$

The ambient dose equivalent, $H^*(d)$, at a point in a radiation field is the dose equivalent that would be produced by the corresponding aligned and expanded field, in the ICRU sphere at a depth, d , on the radius opposing the direction of the aligned field (ICRU Report 39).

NOTES

- 1 In defining these quantities, it is useful to stipulate certain radiation fields that are derived from the actual radiation field. The terms “expanded” and “aligned” are used to characterize these derived radiation fields. In the *expanded field*, the fluence and its angular and energy distribution have the same values throughout the volume of interest as in the actual field at the point of reference. In the *aligned and expanded field*, the fluence and its energy distribution are the same as in the expanded field but the fluence is unidirectional.
- 2 The ICRU sphere (ICRU Report 33) is a 30 cm diameter, tissue equivalent sphere with a density of $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ and a mass composition of:
 - 76,2% oxygen
 - 11,1% carbon
 - 10,1% hydrogen
 - 2,6% nitrogen.
- 3 The recommended depth, d , for environmental monitoring in terms of $H^*(d)$ is 10 mm, and $H^*(d)$ may then be written as $H^*(10)$.
- 4 An instrument that has an isotropic response and is calibrated in terms of $H^*(d)$ will measure $H^*(d)$ in any radiation fields that are uniform over the dimensions of the instrument.
- 5 The definition of $H^*(d)$ requires the design of the instrument to take account of backscatter.

1.3.9 Fluence (rate) to ambient dose equivalent (rate), $H^*(10)$, conversion factor

Fluence (rate) to ambient dose equivalent (rate), $H^*(10)$ conversion factors given in annexes A and B are used throughout this standard.

1.3.10 Reference point of an assembly

The reference point of an assembly is a physical mark or marks on the assembly to be used in order to position it at a point where the conventionally true value of the quantity to be measured is known. This mark is usually either the geometrical centre of the detector or its effective centre.

1.3.11 Point of test

The point of test is the point at which the reference point of the assembly is placed and at which the conventionally true values of ambient dose equivalent (rate) are known. For all tests involving the use of radiation the reference point of the assembly shall be placed at the point of test, and, apart from the test of variation in response with angle of incidence, in the orientation indicated by the manufacturer, i.e. with the radiation field incident from the manufacturer’s stated calibration direction.

1.3.12 Conventionally true value

The conventionally true value is the best estimate of the true ambient dose equivalent (rate), $H_t^*(d)$, used for calibration of the assembly. This value and its uncertainty shall be determined

d'un étalon secondaire ou primaire, ou avec un instrument de référence qui a été étalonné par rapport à un étalon secondaire ou primaire¹⁾.

1.3.13 Débit d'équivalent de dose ambiant indiqué

La valeur $H_i^*(d)$ du débit d'équivalent de dose ambiant indiqué par l'ensemble de mesure au cours de l'essai.

1.3.14 Réponse

La réponse, R , d'un ensemble est le rapport de l'indication de l'équivalent de dose ambiant (ou débit), $H_i^*(10)$, par l'ensemble à la valeur conventionnellement vraie, $H_v^*(10)$, de l'équivalent de dose ambiant (ou débit) $R = \frac{H_i^*(10)}{H_v^*(10)}$.

1.3.15 Erreur relative d'une indication

L'erreur relative, I , de l'indication d'un ensemble est donnée sous forme de pourcentage par la relation:

$$I\% = \frac{H_i^*(10) - H_v^*(10)}{H_v^*(10)} \times 100$$

1.3.16 Erreur relative intrinsèque

L'erreur relative intrinsèque est l'erreur relative de l'indication d'un ensemble (voir 1.3.15) soumis à un rayonnement de référence déterminé, dans des conditions de référence déterminées.

1.3.17 Coefficient de variation

Quotient de l'écart type s par la moyenne arithmétique \bar{x} d'un ensemble de n mesures x_i . Il est donné par la formule suivante:

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

1.3.18 Etendue effective de mesure

Domaine de mesure à l'intérieur duquel les prescriptions de cette norme sont satisfaites.

1.3.19 Unités

Le système d'unités employé dans cette norme est le système SI recommandé par la Conférence générale des poids et mesures.

1.4 Nomenclature des essais

1.4.1 Essais de qualification

Les essais de qualification sont effectués dans le but de vérifier que les prescriptions d'une spécification sont satisfaites.

Les essais de qualification sont divisés en essais de type et essais individuels de série.

a) Essais de type (VEI 151-04-15 modifié)

Essais qui sont effectués sur un seul appareil ou sur un nombre réduit d'appareils et qui sont conçus de façon à montrer que la conception répond à certaines spécifications.

¹⁾ Les étalons primaires et secondaires pour le rayonnement neutronique sont caractérisés habituellement en terme de fluence (ou débit). Pour convertir la fluence (ou débit) en valeur conventionnellement vraie d'équivalent de dose (ou débit) ambiant, les annexes A et B seront utilisées. Elles donnent les facteurs de conversion de la fluence (ou débit) en équivalent de dose (ou débit) ambiant appropriés.

from a primary or a secondary standard, or by a reference instrument which has been calibrated against a secondary or a primary standard¹⁾.

1.3.13 *Indicated ambient dose equivalent rate*

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

1.3.14 *Response*

The response, R , of an assembly is the ratio of the assemblies indicated value, $H_i^*(10)$, of the ambient dose equivalent (rate) to the conventionally true value, $H_t^*(10)$, of the ambient dose equivalent (rate) $R = \frac{H_i^*(10)}{H_t^*(10)}$.

1.3.15 *Relative error of an indication*

The relative error, I , in the indication of an assembly is given as a percentage, by the relationship:

$$I\% = \frac{H_i^*(10) - H_t^*(10)}{H_t^*(10)} \times 100$$

1.3.16 *Relative intrinsic error*

The relative error of the indication of an assembly (see 1.3.15) subjected to a specified reference radiation, under specified reference conditions.

1.3.17 *Coefficient of variation*

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

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

1.3.18 *Effective range of measurement*

The range of measurement within which the requirements of this standard are met.

1.3.19 *Units*

The system of units used in this standard is the SI as recommended by the General Conference of Weights and Measures.

1.4 **Test nomenclature**

1.4.1 *Qualification tests*

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

Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests.

a) *Type tests* (IEV 151-04-15)

Tests of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain

¹⁾ Primary or secondary standards for neutron radiation are usually standardized in terms of fluence (rate). In converting the fluence (rate) to the conventionally true value of the ambient dose equivalent (rate), the appropriate fluence (rate) to ambient dose equivalent (rate) conversion factors given in annexes A and B shall be used.

b) Essais individuels de série (VEI 151-04-16 modifié)

Essais qui sont effectués sur chaque appareil pendant ou après la fabrication pour s'assurer que chaque appareil est conforme à certains critères.

1.4.2 *Essais d'acceptation* (VEI 151-04-20 modifié)

Essais contractuels pour prouver au client que l'appareil remplit certaines conditions de sa spécification.

SECTION 2: ENSEMBLES DE MESURE DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT NEUTRONIQUE

2.1 Caractéristiques générales

2.1.1 *Dispositifs externes*

La fourniture d'un connecteur de sortie pour une lecture à distance est recommandée (par exemple pour une échelle ou un intégrateur extérieur, un enregistreur ou un indicateur digital). Il est recommandé que l'appareil soit pourvu des connexions d'entrée et de sortie appropriées suivantes:

- un connecteur d'entrée vers le préamplificateur pour les essais électriques;
- un connecteur de sortie de l'amplificateur;
- un connecteur de sortie du discriminateur.

2.1.2 *Indications d'échelles*

L'échelle de lecture de l'ensemble doit être graduée en unités d'équivalent de dose ambiant ou de débit d'équivalent de dose ambiant, par exemple en millisieverts par heure.

2.1.3 *Indications extérieures*

Tout ensemble de mesure de débit d'équivalent de dose ambiant neutronique doit porter une inscription spécifique à cette fin.

Le point de référence pour l'étalonnage et les essais doit être repéré sur l'extérieur de l'ensemble.

2.1.4 *Étendue effective de mesure*

L'étendue effective de mesure doit couvrir au moins quatre décades. Normalement, l'étendue effective doit aller de $1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ à $10 \text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ à $1 \text{rem} \cdot \text{h}^{-1}$). Des mesures plus élevées de débit d'équivalent de dose ambiant jusqu'à $100 \text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \text{rem} \cdot \text{h}^{-1}$) peuvent être demandées. Cette possibilité doit faire l'objet d'un accord entre le client et le constructeur.

L'étendue effective de mesure ne doit pas être inférieure à l'une des valeurs suivantes:

- 2.1.4.1 Pour les ensembles à indication analogique (par exemple linéaire ou logarithmique), de 10% à 100% de la déviation angulaire maximale sur chaque calibre de l'échelle.
- 2.1.4.2 Pour les ensembles à affichage numérique, depuis la première lecture non nulle du second chiffre le moins significatif jusqu'à la valeur maximale de chaque calibre (exemple: pour un affichage dont l'indication maximale est 199,9, l'étendue de mesure doit aller de 1,0 à 199,9). Il est recommandé que les instruments à affichage numérique soient munis d'un dispositif intégrateur pour la mesure des plus faibles débits d'équivalent de dose ambiant.

b) *Routine tests* (IEV 151-04-16)

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

1.4.2 *Acceptance tests* (IEV 151-04-20)

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

SECTION 2: NEUTRON AMBIENT DOSE EQUIVALENT RATE MEASURING ASSEMBLIES

2.1 **General characteristics**

2.1.1 *External facilities*

The provision of an output connection for a remote readout, which shall be appropriately marked, is recommended (e.g. 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.

2.1.2 *Scale markings*

The reading scale of the assembly shall be graduated in units of ambient dose equivalent or ambient dose equivalent rate, for example millisieverts per hour.

2.1.3 *Assembly markings*

An assembly for the measurement of neutron ambient dose equivalent rate shall be marked specifically for that purpose.

The reference point for an assembly for calibration and test purposes shall be indicated on the outside of the assembly.

2.1.4 *Effective range of measurement*

The effective range of measurement shall cover at least four decades. Normally the effective range shall be from $1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ to $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$ to $1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$). Measurement at higher ambient dose equivalent rates, up to $100 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$), may be required and this shall be incorporated by agreement between purchaser and manufacturer.

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

- 2.1.4.1 For assemblies with an analogue type of display (e.g. linear or logarithmic), from 10% to 100% of the scale maximum angular deflection on each scale range.
- 2.1.4.2 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 199,9, the effective range shall extend from 1,0 to 199,9.) It is recommended that instruments with digital display are provided with an integrating facility to measure lower dose ambient equivalent rates.

2.2 Procédures générales d'essais

2.2.1 Prescriptions des essais

2.2.1.1 Essais

A l'exception des essais individuels de série décrits en 2.3.1.2.2, tous les essais énumérés dans les sections suivantes doivent être considérés comme des essais de type (voir 1.4.1).

Néanmoins, certains de ces essais peuvent, par accord entre le constructeur et l'acheteur, être 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'essai ou dans d'autres conditions. Pour les essais effectués dans les conditions normales, les valeurs de la température, de la pression et de l'humidité relative au moment de l'essai doivent être indiquées et les corrections appropriées doivent être effectuées pour donner la réponse dans les conditions de référence.

2.2.1.2 Essais effectués dans les conditions normales d'essai

Les essais qui sont effectués dans les conditions normales d'essai sont mentionnés dans le tableau 2 qui indique, pour chaque caractéristique essayée, les prescriptions ainsi que le paragraphe où la méthode d'essai correspondante est décrite.

2.2.1.3 Essais impliquant la variation des grandeurs d'influence

Ces essais sont destinés à déterminer les effets des variations des grandeurs d'influence et sont mentionnés dans le tableau 3; l'étendue de la variation de chaque grandeur d'influence ainsi que les limites de la variation consécutive de l'indication de l'ensemble y sont également consignées. L'étendue des variations des grandeurs d'influence, indiquée dans le tableau 3, doit être considérée comme un domaine nominal d'utilisation pour lequel la variation de l'indication doit demeurer entre des limites annoncées par le constructeur. Ces limites ne doivent en aucun cas dépasser celles qui sont mentionnées dans le tableau 3.

Lors d'un essai concernant l'effet de la variation d'une des grandeurs d'influence énumérées dans le tableau 3, toutes les autres grandeurs d'influence sont normalement maintenues à l'intérieur des limites correspondant aux conditions normales d'essai données dans le tableau 1, sauf spécification contraire dans la procédure de l'essai concerné.

2.2.1.4 Fluctuations statistiques

Pour tout essai impliquant le recours aux rayonnements, si l'importance des fluctuations statistiques de l'indication provenant uniquement de la nature aléatoire de la source de rayonnement est une fraction non négligeable de la variation de l'indication permise pour l'essai, alors un nombre suffisant de lectures doit être fait pour s'assurer que leur valeur moyenne peut être estimée avec une précision suffisante pour rendre significatif l'essai en question.

Les lectures doivent être faites à des intervalles suffisamment grands pour être statistiquement indépendantes.

2.2.1.5 Rayonnement neutronique de référence

La source de rayonnement neutronique de référence est l'une des suivantes: $^{241}\text{Am}/\text{Be}$, ^{252}Cf ou la réaction $\text{D}(d, n)^3\text{He}$.

La nature, la construction et les conditions d'emploi doivent satisfaire aux recommandations de l'ISO/DIS 8529.

Le débit d'équivalent de dose ambiant conventionnellement vrai délivré par ces sources peut être obtenu à l'aide de la répartition spectrale du débit de fluence issu de la source et des

2.2 General test procedures

2.2.1 Test requirements

2.2.1.1 Tests

With the exception of the routine test described in 2.3.1.2.2, all the tests enumerated in the following sections are to be considered as type tests (see 1.4.1).

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.

2.2.1.2 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 sub-clause where the corresponding method of test is described.

2.2.1.3 Tests performed with variation of influence quantities

These tests are intended to determine the effects of variation in influence quantities, and are given in table 3 with the range of variation of each influence quantity and limits of consequent variation in the indication of an assembly. The range of variation of influence quantities indicated in table 3 defines a nominal operating range within which the variation in indication shall remain within the limits stated by the manufacturer, which 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.

2.2.1.4 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 value of such readings may be estimated with sufficient precision to demonstrate compliance with the test in question.

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

2.2.1.5 Reference neutron radiation

The reference neutron radiation source shall be one of the following: $^{241}\text{Am}/\text{Be}$, ^{252}Cf or the $\text{D}(\text{d}, \text{n})^3\text{He}$ reaction.

The nature, construction and conditions of use of the source shall be in accordance with recommendations of ISO/DIS 8529.

The conventionally true ambient dose equivalent rate from these sources may be obtained from the spectral flux density distribution delivered by the source and the fluence to ambient

facteurs de conversion de la fluence en équivalent de dose ambiant (voir annexe A). Les facteurs de conversion pour les trois sources de référence considérées sont consignés dans l'annexe B.

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

2.3 Caractéristiques liées aux rayonnements

2.3.1 Erreur relative intrinsèque sur l'indication du débit d'équivalent de dose ambiant pour le rayonnement neutronique de référence

2.3.1.1 Prescriptions

Dans les conditions normales d'essai, l'erreur relative intrinsèque ne doit pas être supérieure à $\pm 30\%$ du débit d'équivalent de dose ambiant conventionnellement vrai du rayonnement de référence au point d'essai.

2.3.1.2 Essais à effectuer

Un essai de type doit être effectué sur au moins un ensemble de la série et un essai individuel doit être effectué sur chaque ensemble.

2.3.1.2.1 Essai de type

Pour les ensembles possédant des échelles pratiquement linéaires, l'essai de type consiste à déterminer l'erreur relative intrinsèque sur tous les calibres de l'ensemble et en trois points au moins de chaque calibre. Ces points seront situés à environ 30%, 60% et 90% de la déviation maximale sur chaque calibre.

Pour les ensembles possédant une graduation pratiquement logarithmique ou un affichage numérique, l'essai doit être effectué pour au moins trois valeurs par décade de débit d'équivalent de dose ambiant indiqué. Ces valeurs doivent correspondre à environ 20%, 40% et 80% de chaque décade.

2.3.1.2.2 Essai individuel de série

Pour les ensembles possédant des échelles pratiquement linéaires, l'essai courant doit être effectué en un seul point de chaque calibre entre 50% et 75% de la déviation maximale.

Pour les ensembles possédant une échelle pratiquement logarithmique ou un affichage numérique, l'essai doit être effectué en choisissant une valeur par décade de débit d'équivalent de dose ambiant mesuré.

2.3.1.3 Utilisation des sources de rayonnement neutronique de référence

Les essais doivent être effectués à l'aide de l'un des rayonnements neutroniques de référence précisés en 2.2.1.5. Les conditions d'utilisation de ces rayonnements de référence doivent être celles qui sont spécifiées par l'ISO/DIS 8529. La valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose ambiant au point d'essai doit être connue à mieux que 10% près pour chaque source utilisée.

Pour cet essai, toute incertitude concernant les facteurs de conversion de la fluence en équivalent de dose ambiant indiqués dans les annexes A et B doit être ignorée.

2.3.1.4 Méthode équivalente d'essai électrique

Dans le cas où l'étendue totale des débits d'équivalent de dose ambiant prescrits pour les essais ci-dessus ne peut être obtenue à l'aide des sources de neutrons disponibles, il est admis de leur substituer un essai électrique équivalent afin de déterminer l'erreur intrinsèque aux débits d'équivalent de dose ambiant que les sources de rayonnement ne sont pas capables de fournir.

dose equivalent conversion factors (see annex A). Conversion factors for the three reference sources are given in annex B.

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

2.3 Radiation characteristics

2.3.1 *Relative intrinsic error in ambient dose equivalent rate indication to the reference neutron radiation*

2.3.1.1 *Requirements*

Under standard test conditions, the relative intrinsic error shall not exceed $\pm 30\%$ of the conventionally true ambient dose equivalent rate from the reference radiation at the point of test.

2.3.1.2 *Tests to be performed*

A type test shall be carried out on at least one assembly of the series and a routine test shall be performed on each assembly.

2.3.1.2.1 *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 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.

2.3.1.2.2 *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 digital display, the test shall be performed for one value in each decade of the dose equivalent rate measured.

2.3.1.3 *Use of reference neutron radiation sources*

The tests shall be performed with one of the reference neutron radiations specified in 2.2.1.5. The conditions of use of these reference radiations shall be as specified by ISO/DIS 8529. The conventionally true value of the ambient dose equivalent at the point of test shall be known to within $\pm 10\%$ for each source used.

For this test any uncertainty in the values of the fluence to ambient dose equivalent conversion factors listed in annexes A and B shall be ignored.

2.3.1.4 *Equivalent electrical method of test*

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 substitute an equivalent electrical test in order to determine the intrinsic error at the ambient 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 être capables de fournir au moins une valeur du débit d'équivalent de dose ambiant dans le plus haut calibre (ou décade) d'un ensemble pour l'essai de type et au moins une valeur du débit dans le plus bas calibre (ou décade) de l'appareil pour les essais de type et individuel. Le signal électrique doit être d'une forme qui simule aussi bien que possible la forme du signal issu du détecteur et doit être injecté en un point tel que la totalité de l'ensemble, à l'exception du détecteur lui-même ou du photomultiplicateur dans le cas d'un détecteur à scintillation, soit ainsi soumis à l'essai.

Si \dot{H}_{io}^* (10) est le débit d'équivalent de dose ambiant indiqué lorsque l'ensemble est soumis au débit d'équivalent de dose ambiant conventionnellement vrai \dot{H}_v^* (10) issu d'une source de rayonnement neutronique de référence disponible, alors un signal électrique doit être injecté de telle sorte qu'il produise la même indication, \dot{H}_{io}^* (10), soit S_o ce signal. Ainsi, l'erreur relative intrinsèque, pour une indication \dot{H}_{il}^* (10) produite par un signal S_1 , est donnée par:

$$I(\%) = \left(\frac{\dot{H}_{il}^* (10) S_o}{\dot{H}_{io}^* (10) S_1} - 1 \right) \times 100$$

et l'observation doit se situer à l'intérieur des limites données en 2.3.1.5 ci-dessous.

2.3.1.5 *Méthode d'interprétation des résultats*

Quand on examine si les prescriptions données en 2.3.1.1 sont satisfaites, il est nécessaire de tenir compte de l'incertitude sur les valeurs des débits d'équivalent de dose ambiant conventionnellement vrais employées dans les essais.

Si aucune valeur observée de l'erreur relative intrinsèque n'excède $\pm 40\%$, les prescriptions données en 2.3.1.1 peuvent être considérées comme remplies.

2.3.2 *Variation de la réponse en fonction de l'énergie des neutrons*

NOTE — Cette norme utilise une méthode d'évaluation basée sur des neutrons mono-énergétiques. Une prochaine édition pourra être nécessaire, afin de tenir compte des méthodes d'évaluation, utilisant des spectres larges, de la réponse des débitmètres non conventionnels d'équivalent de dose des neutrons.

2.3.2.1 *Prescriptions*

Pour l'usage en radioprotection, il serait souhaitable que la réponse en fonction de l'énergie des neutrons, dans tout le domaine énergétique défini, ne varie pas de plus de 50%. Toutefois, à l'époque où cette norme est publiée, il n'est pas possible de réaliser cette performance. Ainsi, le constructeur doit s'efforcer de réaliser la meilleure réponse en énergie possible et doit l'indiquer pour au moins les énergies suivantes.

Puisqu'il n'est pas réalisable d'examiner la réponse d'un ensemble sur neuf décades d'énergie neutronique depuis l'énergie thermique jusqu'à 16 MeV, les conditions suivantes doivent être utilisées:

- a) neutrons thermiques;
- b) au moins une énergie neutronique dans la gamme de 1 keV à 50 keV;
- c) au moins une énergie neutronique dans la gamme de 50 keV à 600 keV;
- d) au moins une énergie neutronique dans la gamme de 1 MeV à 5 MeV;
- e) au moins une énergie neutronique dans la gamme de 13,5 MeV à 16 MeV.

Si l'instrument est supposé conçu pour être utilisé depuis l'énergie thermique jusqu'à une énergie inférieure à 16 MeV, il convient que le document d'accompagnement l'indique clairement et précise l'énergie limite supérieure.

2.3.2.2 *Méthode d'essai*

Les ensembles doivent être exposés à au moins une source neutronique dans chacune des gammes de a) à e), indiquées en 2.3.2.1. La méthode pour préparer et employer ces sources neutroniques doit être en accord avec les recommandations proposées par l'ISO/DIS 8529.

In this case, the radiation sources shall be capable of providing at least one ambient dose equivalent rate on the highest scale range (or decade) of an assembly for the type test and at least one ambient dose equivalent rate on the lowest scale range (or decade) of an assembly for both the type and routine tests. The electrical signal shall be of a form to simulate as closely as possible 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}_{io}^* (10) is the indicated ambient dose equivalent rate when the assembly is subjected to a conventionally true ambient dose equivalent rate \dot{H}_t^* (10) from the neutron reference source available, then an electrical signal shall be injected such as to produce the same indication, \dot{H}_{io}^* (10). Let this signal be S_o . Then if another indication \dot{H}_{il}^* (10) is produced by an input signal S_1 , the relative intrinsic error is given by:

$$I(\%) = \left(\frac{\dot{H}_{il}^* (10) S_o}{\dot{H}_{io}^* (10) S_1} - 1 \right) \times 100$$

and the observation shall be within the limits given in 2.3.1.5 below.

2.3.1.5 Method of interpretation of observations

In considering whether the requirements of 2.3.1.1 are met, it is necessary to make allowances for the uncertainty in the values of the conventionally true ambient dose equivalent rates employed in the tests.

If no single observed value of the relative intrinsic error exceeds $\pm 40\%$, the requirements of 2.3.1.1 can be considered to be met.

2.3.2 Variation of response with neutron radiation energy

NOTE — This standard uses a method of evaluation based on mono-energetic neutrons. A later edition may be necessary to take account of methods which use broad spectra for evaluating the response of unconventional dose equivalent ratemeters.

2.3.2.1 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 practical 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.

Since it is impractical to investigate the performance of an assembly 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 it is intended that an instrument is to be used over the energy range from thermal up to an energy limit lower than 16 MeV, the accompanying document should clearly state this and should specify the upper energy limit.

2.3.2.2 Method of test

The assemblies shall be exposed to at least one source of neutrons in each of the ranges a) to e), listed in 2.3.2.1. The method of production and the use of these neutron sources shall be in accordance with the recommendations proposed by ISO/DIS 8529.

En principe et idéalement, cet essai est effectué au même débit d'équivalent de dose ambiant pour chaque énergie. En pratique, cela peut ne pas être possible. Dans ce cas, le débit d'équivalent de dose ambiant indiqué pour chaque énergie doit être corrigé de l'erreur relative intrinsèque (interpolée si nécessaire) concernant ce débit pour le rayonnement neutronique de référence (voir 2.3.1).

2.3.3 *Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement*

2.3.3.1 *Prescriptions*

La variation de la réponse de l'ensemble en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement neutronique pour tout angle compris entre 0° et $\pm 90^\circ$ par rapport à la direction de référence ou d'étalonnage ne doit pas dépasser $\pm 25\%$.

La variation de l'indication fournie par l'ensemble en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement pour tout angle compris entre $+90^\circ$ et $+180^\circ$ et entre -90° et -180° par rapport à la direction de référence ou d'étalonnage doit être précisée par le constructeur.

2.3.3.2 *Méthode d'essai*

Le sous-ensemble détecteur doit être exposé à une des sources de rayonnement neutronique de référence mentionnées en 2.2.1.5. L'instrument doit être orienté normalement, la source étant dans la direction d'étalonnage (c'est-à-dire dans la direction définie par le constructeur par rapport à la source de rayonnement utilisée).

La lecture dans cette position doit être notée.

Le sous-ensemble détecteur doit être tourné sur le plan horizontal selon des angles de 0° à $\pm 180^\circ$ par rapport à cette position par pas de 30° et les indications notées. Des observations similaires doivent être ensuite effectuées quand l'ensemble est tourné sur chacun des deux plans verticaux mutuellement perpendiculaires, dont un coïncide avec la direction de la source.

2.3.4 *Réponse à d'autres rayonnements ionisants externes*

2.3.4.1 *Rayonnements alpha et bêta*

En raison de la conception de ce type d'ensemble, la réponse aux rayonnements alpha et bêta est en général nulle. Donc, aucun essai n'est spécifié.

2.3.4.2 *Rayonnement gamma*

Pratiquement, tous les champs de rayonnements neutroniques sont accompagnés d'un rayonnement photonique. Il s'ensuit qu'une détermination de la réponse au rayonnement photonique doit être effectuée.

2.3.4.2.1 *Prescriptions*

La réponse au rayonnement photonique doit être exprimée en termes de l'indication de l'ensemble par unité de débit d'équivalent de dose ambiant gamma au point d'essai.

Le rayonnement photonique incident sur un ensemble conçu pour les neutrons peut non seulement provoquer une indication de l'ensemble mais aussi en modifier la réponse au rayonnement neutronique. Il y a deux conditions requises séparées.

a) La réponse obtenue sous un débit d'équivalent de dose ambiant d'une source de ^{137}Cs de $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) ne doit pas être supérieure à la réponse obtenue avec un débit d'équivalent de dose ambiant neutronique de $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,01 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

b) Dans un champ de $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) de rayonnement neutronique de la source de référence, l'exposition à $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) d'une source de ^{137}Cs ne doit pas modifier l'indication de plus $\pm 10\%$.

Il y a lieu que la source de ^{137}Cs utilisée pour cet essai soit conforme aux prescriptions de l'ISO 4037.

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 that indicated ambient dose equivalent rate for the reference neutron radiation (see 2.3.1).

2.3.3 *Variation of reading with angle of incidence of radiation*

2.3.3.1 *Requirements*

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

The variation of reading of the assembly to radiation incident at any angle from $+90^\circ$ to $+180^\circ$ and -90° to -180° to the calibration direction shall be stated by the manufacturer.

2.3.3.2 *Method of test*

The detection sub-assembly shall be exposed to one of the reference neutron radiation sources specified in 2.2.1.5. 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 reading in this orientation shall be noted.

The detection sub-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 readings 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.

2.3.4 *Response to other external ionizing radiations*

2.3.4.1 *Alpha and beta radiations*

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

2.3.4.2 *Gamma radiation*

Practically all neutron radiation fields are contaminated by photon radiation. Hence the response due to photon radiation shall be determined.

2.3.4.2.1 *Requirements*

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

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

a) The response to a ^{137}Cs ambient dose equivalent rate of $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) shall not be greater than the response to a neutron ambient dose equivalent rate of $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,01 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

b) In a field of $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) from the neutron reference source, exposure to $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) from ^{137}Cs gamma radiation shall not change this neutron indication by more than $\pm 10\%$.

The ^{137}Cs sources used for the above tests should conform to the requirements of ISO 4037.

c) De plus, dans les cas où le débit d'équivalent de dose ambiant neutronique doit être mesuré en présence des photons de haute énergie (par exemple de 6 MeV de ^{16}N), la réponse au rayonnement gamma doit, par entente entre le constructeur et l'utilisateur, être déterminée à des énergies supérieures aussi bien qu'à l'énergie du ^{137}Cs . Dans ce cas, la réponse aux photons de haute énergie doit être établie par le constructeur.

2.3.4.2.2 *Méthode d'essai*

Pour la condition a) donnée en 2.3.4.2.1, l'ensemble doit être exposé à une source de ^{137}Cs dans un champ ayant un débit d'équivalent de dose ambiant de $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) au point d'étalonnage. La lecture de l'ensemble ne doit pas dépasser $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,01 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

Pour la condition b) donnée en 2.3.4.2.1, l'ensemble doit être exposé au rayonnement neutronique de référence de sorte qu'une lecture de $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) soit obtenue. L'ensemble est alors exposé au rayonnement additionnel d'une source de ^{137}Cs délivrant un débit d'équivalent de dose de $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) au point d'étalonnage de l'ensemble. La lecture avec les photons ne doit pas changer de plus de $\pm 10\%$ par rapport à celle qui existait avec le rayonnement neutronique seul.

Afin de respecter la condition c) donnée en 2.3.4.2.1, les sources de rayonnement doivent être conformes à l'ISO 4037/DAD2.

2.4 **Caractéristiques électriques**

2.4.1 *Fluctuations statistiques*

2.4.1.1 *Prescriptions*

L'indication d'un débitmètre d'équivalent de dose ambiant est sujette à des fluctuations autour de sa valeur moyenne.

Le coefficient de variation de l'indication doit être inférieur à 20%.

Pour les ensembles munis d'échelles pratiquement linéaires, les conditions requises s'appliquent à tous les débits d'équivalent de dose ambiant supérieurs à celui pour lequel l'indication est égale à un tiers de l'étendue de plus grande sensibilité.

Pour des ensembles munis d'échelles non linéaires (par exemple logarithmiques), les conditions requises s'appliquent à tous les débits d'équivalent de dose qui sont supérieurs à trois fois celui pour lequel l'indication est égale à la plus petite graduation significative.

Pour les ensembles munis d'un affichage numérique, les conditions requises s'appliquent à tous les débits d'équivalent de dose ambiant supérieurs à 10 fois la valeur du chiffre le moins significatif.

2.4.1.2 *Méthode d'essai*

Le sous-ensemble détecteur doit être exposé à une source de rayonnement donnant un débit d'équivalent de dose ambiant constant entre un tiers et la moitié de la valeur maximale du calibre le plus sensible (sortie linéaire) ou de la décade la plus sensible (sortie logarithmique).

Les lectures doivent être relevées conformément à 2.2.1.4 et le coefficient de variation est calculé. Le coefficient de variation, exprimé sous forme de pourcentage, doit se situer à l'intérieur des limites prescrites en 2.4.1.1.

2.4.2 *Temps de réponse*

2.4.2.1 *Prescriptions*

Le temps de réponse doit être tel que, si une variation soudaine du débit d'équivalent de dose ambiant se produit, l'indication atteigne la valeur suivante:

c) Furthermore since in some situations where neutron ambient dose equivalent rate is to be measured high energy gamma radiation (e.g. 6 MeV from ^{16}N) may be present, the response to gamma 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 response to high energy photon radiation shall be stated by the manufacturer.

2.3.4.2.2 *Method of test*

For requirement a) given in 2.3.4.2.1, the assembly shall be exposed to a ^{137}Cs source in a field having an ambient dose equivalent rate of $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) at the calibration point of the assembly. The reading of the assembly shall not exceed $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,01 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$).

For requirement b) given in 2.3.4.2.1, the assembly shall be exposed to the neutron reference source so that a reading of $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$) is obtained. The assembly is now additionally exposed to a ^{137}Cs source such that the photon dose equivalent rate at the calibration point is $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$). The change in the existing reading from the neutron source due to this photon radiation shall not exceed $\pm 10\%$.

For requirement c) given in 2.3.4.2.1, the radiation sources used for this test shall conform to ISO 4037/DAD2.

2.4 **Electrical characteristics**

2.4.1 *Statistical fluctuations*

2.4.1.1 *Requirements*

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

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 (e.g. 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 digital display, the requirements apply for all ambient dose equivalent rates exceeding 10 times the value of the least significant digit.

2.4.1.2 *Method of test*

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

Readings of the assembly shall be taken in accordance with 2.2.1.4 and the coefficient of variation calculated. The coefficient of variation so determined, expressed as a percentage, shall lie within the limits of 2.4.1.1.

2.4.2 *Response time*

2.4.2.1 *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:

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

(dans laquelle $\dot{H}_{ii}^*(10)$ est l'indication initiale et $\dot{H}_{if}^*(10)$ est l'indication finale) au bout des intervalles de temps mentionnés ci-dessous:

30 s pour toute indication finale de l'augmentation du débit d'équivalent de dose ambiant inférieure à $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$);

10 s pour toute indication finale de l'augmentation du débit d'équivalent de dose ambiant comprise entre $0,1$ et $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ (10 et $100 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$);

4 s pour toute indication finale de l'augmentation du débit d'équivalent de dose ambiant supérieure à $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($100 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$).

Le temps de réponse doit être indiqué par le constructeur.

2.4.2.2 Méthode d'essai

L'essai peut être effectué à l'aide d'une source neutronique appropriée ou en injectant un signal électrique approprié à l'entrée du sous-ensemble de mesure.

Les débits d'équivalent de dose ambiant initial et final doivent être au moins dans un rapport de 10 et les mesures doivent être effectuées aussi bien pour une augmentation que pour une diminution de ce facteur.

Si la méthode électrique d'essai est utilisée, les signaux injectés doivent correspondre aux conditions requises ci-dessus.

Pour l'essai avec des débits d'équivalents de dose ambiants croissants, le sous-ensemble détecteur doit être soumis d'abord au débit supérieur et l'indication $\dot{H}_{if}^*(10)$ notée.

L'ensemble doit alors être soumis au débit inférieur pendant une durée suffisante pour que l'indication stable $\dot{H}_{ii}^*(10)$ soit obtenue. Cette indication est notée.

Le débit d'équivalent de dose ambiant doit alors être ramené aussi rapidement que possible à sa valeur correspondant à l'indication $\dot{H}_{if}^*(10)$. Le temps mis par l'instrument pour indiquer la valeur donnée par la formule en 2.4.2.1 est mesuré.

L'essai avec des débits d'équivalents de dose décroissants doit être effectué de la même manière en intervertissant les débits d'équivalent de dose ambiant correspondant à $\dot{H}_{ii}^*(10)$ et $\dot{H}_{if}^*(10)$.

2.4.3 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 ci-dessus en 2.4.1.1 et 2.4.2.1.

Pour les débits d'équivalent de dose ambiant élevés, il est recommandé que, chaque fois que possible, le temps de réponse soit réduit tout en respectant les limites exigées pour les fluctuations statistiques.

Il est peu avantageux de réduire le temps de réponse à moins de 1 s; dans de tels cas, il serait plus judicieux de réduire les fluctuations statistiques.

2.4.4 Dérive du zéro

2.4.4.1 Prescriptions

L'indication d'un ensemble fonctionnant dans un champ neutronique nul ou négligeable et dans les conditions normales d'essai ne doit pas différer de l'indication obtenue de plus que les quantités suivantes, dans chaque étendue et ce, pendant 8 h après que l'instrument a été mis en service depuis 30 min.

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

where $\dot{H}_{ii}^*(10)$ is the initial indication and $\dot{H}_{if}^*(10)$ the final indication, in less than the times specified below:

30 s for final indication of the increases of the ambient dose equivalent rate less than $0,1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($10 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$);

10 s for final indication of the increases of the ambient dose equivalent rate between $0,1$ and $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ (10 and $100 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$);

4 s for final indication of the increases of the ambient dose equivalent rate larger than $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($100 \text{ mrem} \cdot \text{h}^{-1}$).

The response time shall be stated by the manufacturer.

2.4.2.2 Method of test

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 sub-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 method of test is employed, the injected signals shall correspond to the above requirements.

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

The ambient dose equivalent rate shall then be changed as quickly as possible to that corresponding to the indication $\dot{H}_{if}^*(10)$, and the time taken to read the value given by the formula in 2.4.2.1 measured.

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

2.4.3 Relationship between response time and statistical fluctuations

The response time and the coefficient of variation of the statistical fluctuations are interdependent characteristics, acceptable limits for which are given above in 2.4.1.1 and 2.4.2.1.

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 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.

2.4.4 Zero drift

2.4.4.1 Requirements

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 after being in operation for 30 min by more than the following amounts for each range during the next 8 h.

2.4.4.1.1 *Ensembles à indication analogique:*

Moins de 5% de la déviation angulaire maximale de l'échelle.

2.4.4.1.2 *Ensembles à affichage numérique:*

Moins de cinq fois la valeur de l'unité du chiffre le moins significatif.

2.4.4.2 *Méthode d'essai*

Mettre l'ensemble en service et attendre 30 min. Faire le zéro si ce réglage est disponible pour l'opérateur. Sur certains ensembles à échelle non linéaire, il est prévu d'amener l'indication sur une graduation particulière plutôt que sur zéro. Dans ce cas, régler l'indication sur le point de référence approprié.

L'ensemble doit être laissé dans cette configuration et une lecture est notée toutes les heures pendant les 8 h suivantes. L'indication doit se maintenir à l'intérieur des limites requises en 2.4.4.1.

2.4.5 *Temps de préchauffage*

2.4.5.1 *Prescriptions*

Le temps de préchauffage doit être indiqué par le constructeur.

2.4.5.2 *Méthode d'essai*

Cet essai n'est pas obligatoire.

L'ensemble étant déconnecté, exposer le sous-ensemble détecteur à une source de rayonnement appropriée telle que l'indication soit d'au moins la moitié du maximum de l'échelle pour le calibre ou la décade les plus sensibles.

Mettre alors l'ensemble en marche et noter les lectures de 15 s en 15 s, de 3 min à 6 min après la mise en marche.

Trente minutes après la mise en marche, prendre un nombre suffisant de lectures (voir 2.2.1.4) et considérer leur moyenne comme «valeur finale» de l'indication. Sur l'histogramme des lectures en fonction du temps, tracer une courbe qui réalise le meilleur lissage des indications observées.

La différence entre la valeur finale et la valeur lue sur la courbe au bout de 5 min doit se situer à l'intérieur des limites spécifiées par le constructeur.

2.4.6 *Alimentations électriques*

2.4.6.1 *Alimentation par batteries de piles ou d'accumulateurs*

2.4.6.1.1 *Généralités*

Une alimentation par piles ou accumulateurs doit toujours être prévue ainsi que tous les moyens propres à vérifier le niveau d'alimentation dans les conditions de charge maximale. Une indication de niveau minimal pour lequel l'ensemble fonctionne en remplissant les conditions exigées par cette norme doit figurer clairement sur ou à côté du cadran.

Les piles ou accumulateurs peuvent être branchés de différentes façons, mais doivent être individuellement remplaçables; la polarité correcte doit être clairement indiquée sur l'ensemble par le constructeur.

2.4.4.1.1 *Assemblies with analogue display:*

Not more than 5% of scale maximum angular deflection.

2.4.4.1.2 *Assemblies with a digital display:*

An indication of not more than five in the least significant digit.

2.4.4.2 *Method of test*

Switch on the assembly and leave 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 reading noted every hour for a further 8 h. The indication shall remain within the requirements of 2.4.4.1.

2.4.5 *Warm-up time*

2.4.5.1 *Requirements*

The warm-up time shall be stated by the manufacturer.

2.4.5.2 *Method of test*

This test is not mandatory.

With the assembly switched off, expose the detection sub-assembly 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 readings of the assembly every 15 s from 3 min to 6 min after switching on.

Thirty minutes after switching on, take at least a sufficient number of readings (see 2.2.1.4) 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.

2.4.6 *Power supplies*

2.4.6.1 *Battery operation*

2.4.6.1.1 *General*

Battery power shall always be provided. 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 correct polarity shall be clearly indicated on the assembly by the manufacturer.

2.4.6.1.2 Piles

Quand l'alimentation électrique est fournie par des piles, leur capacité doit conférer à l'ensemble une autonomie telle qu'après 40 h de service intermittent* l'indication n'ait pas varié de plus de 10% par rapport à l'indication initiale. Quand des piles sont utilisées elles doivent être sélectionnées suivant la CEI 86.

2.4.6.1.3 Accumulateurs

Quand l'alimentation électrique est fournie par des accumulateurs, leur capacité doit conférer à l'ensemble une autonomie telle qu'après 12 h de fonctionnement continu l'indication n'ait pas varié de plus de 10% par rapport à l'indication initiale. Si des accumulateurs sont utilisés, il doit être possible de les recharger en 16 h à partir de l'alimentation par le réseau.

L'emploi d'un dispositif qui coupe le chargeur quand la charge est complète est à recommander.

2.4.6.1.4 Essai sous alimentation par piles ou accumulateurs

Pour cet essai, on doit employer des piles neuves ou des accumulateurs complètement chargés du type recommandé par le constructeur.

Exposer l'ensemble à un champ de rayonnement suffisant pour produire une indication convenable. Maintenir l'ensemble en service dans ce champ pendant la ou les périodes indiquées en 2.4.6.1.2 ou 2.4.6.1.3, selon le cas. A la fin de chaque période, relever de nouveau la valeur de la lecture et vérifier que chaque lecture est conforme aux prescriptions indiquées en 2.4.6.1.2 ou 2.4.6.1.3, selon le cas.

2.4.6.2 Alimentation par le réseau

2.4.6.2.1 Prescriptions

Les ensembles alimentés par le réseau doivent être conçus pour fonctionner à partir d'une tension alternative monophasée de l'une des catégories définies dans la CEI 293**:

- catégorie I: 220 V;
- catégorie II: 120 V et/ou 240 V.

Les ensembles doivent être capables de fonctionner à partir d'une alimentation par le réseau avec une tolérance de tension d'alimentation de +10% à -12% et une fréquence de 50 Hz \pm 3 Hz ou 60 Hz \pm 3 Hz.

2.4.6.2.2 Méthode d'essai

Placer le sous-ensemble détecteur dans un champ de rayonnement neutronique en un point où le débit d'équivalent de dose ambiant correspond à environ trois fois la limite inférieure de l'étendue effective de mesure (voir 2.1.4). La tension d'alimentation étant à sa valeur nominale U_N , relever la moyenne des lectures (voir 2.2.1.4) du débit d'équivalent de dose ambiant. La tension d'alimentation étant augmentée de 10% de la valeur nominale puis diminuée de 12% de la valeur nominale, relever la moyenne des lectures (voir 2.2.1.4) du débit d'équivalent de dose ambiant. Les deux dernières valeurs moyennes ne doivent pas différer de la première de plus de $\pm 10\%$.

* «40 h de service intermittent» signifie cinq jours consécutifs de périodes d'utilisation continue de 8 h suivies par des périodes de 16 h où l'ensemble est mis à l'arrêt.

** La CEI 293 fait référence à la troisième édition de la CEI 38. Le tableau I de cette édition est cependant remplacé par la Modification n° 1 (1977) dans laquelle la tension de 220 V n'est plus recommandée pour les dispositifs nouveaux et est remplacée par la tension de 230 V.

2.4.6.1.2 *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 by more than 10%. When primary batteries are used, they shall be selected from those specified in IEC 86.

2.4.6.1.3 *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 differ by not 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.

2.4.6.1.4 *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. Leave the assembly working in this field for a period or periods given in 2.4.6.1.2 or 2.4.6.1.3 as appropriate and note the reading at the end of each period. Each reading may conform with the requirements of 2.4.6.1.2 or 2.4.6.1.3 as appropriate.

2.4.6.2 *Mains operations*

2.4.6.2.1 *Requirements*

Mains operated assemblies shall be designed to operate from single-phase a.c. supply voltage in one of the following categories in accordance with IEC 293**:

- series I: 220 V;
- series II: 120 V and/or 240 V.

The assemblies shall be capable of operating from mains with a supply voltage tolerance of +10% and –12%, and a supply frequency of 50 Hz ± 3 Hz or 60 Hz ± 3 Hz.

2.4.6.2.2 *Method of test*

Place the detection sub-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 2.1.4). With the supply voltage at its nominal value U_N take the mean of sufficient readings (see 2.2.1.4) of ambient dose equivalent rate. Take the mean of sufficient readings (see 2.2.1.4) 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 ±10%.

* “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.

** IEC 293 makes reference to the third edition of IEC 38. Table I in that edition is however superseded by Amendment No. 1 (1977) in which 220 V is no longer recommended for new systems. (230 V is recommended instead.)

Répéter les essais précédents avec un débit d'équivalent de dose ambiant correspondant au moins aux deux tiers de la limite supérieure de l'étendue effective de mesure. Les lectures peuvent s'effectuer à distance.

Replacer l'ensemble aux mêmes débits d'équivalent de dose ambiant. Relever à chaque débit les moyennes des lectures pour la fréquence du réseau à sa valeur nominale 50 Hz (ou 60 Hz), aux valeurs 53 Hz (ou 63 Hz) et 47 Hz (ou 57 Hz). Les deux dernières valeurs moyennes ne doivent pas différer de la première de plus de $\pm 10\%$.

2.5 Caractéristiques mécaniques

2.5.1 Chocs mécaniques

Le sous-ensemble de mesure doit être capable de supporter sans dommage des chocs mécaniques de toutes les directions impliquant une accélération de 300 ms^{-2} pendant une durée de 18 ms, la forme d'onde du choc étant semi-sinusoidale*.

2.5.2 Orientation de l'ensemble (géotropisme)

2.5.2.1 Prescriptions

L'indication de l'ensemble ne doit pas varier de plus de $\pm 2\%$ de celle que l'on obtient pour l'orientation de référence lorsqu'on fait varier l'orientation du sous-ensemble de mesure. L'orientation de référence doit être indiquée par le constructeur.

2.5.2.2 Méthode d'essai

Bien qu'en principe cet essai soit effectué au mieux avec le sous-ensemble détecteur dans toute orientation, en général seul l'indicateur analogique proprement dit devrait être influencé par des différences d'orientation. Les orientations retenues pour les essais peuvent donc se limiter à celles qui peuvent être conférées à l'indicateur analogique, l'ensemble étant tenu normalement à la main avec l'échelle de lecture bien en vue de l'opérateur. Il est préférable de procéder à cet essai électroniquement.

2.6 Caractéristiques de sécurité

2.6.1 Caractéristiques de surcharge

2.6.1.1 Prescriptions

Pour des débits d'équivalent de dose ambiant supérieurs à celui qui correspond au maximum de l'étendue d'échelle, l'indication de l'ensemble doit être visiblement en dépassement à l'extrémité supérieure de l'étendue d'échelle et y demeurer. Pour les ensembles comportant plus d'un calibre, cette condition doit s'appliquer pour chaque calibre. Après avoir été soumis au débit d'équivalent de dose ambiant spécifié dans le paragraphe suivant, l'ensemble doit de nouveau satisfaire aux conditions données en 2.3.1.1.

2.6.1.2 Méthode d'essai

Exposer le sous-ensemble détecteur au débit d'équivalent de dose ambiant neutronique ci-dessous pendant une période de 5 min, soit 10 fois la valeur correspondant à l'extrémité supérieure de l'étendue d'échelle, ou $250 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($25 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$), prendre la valeur la plus faible.

L'indication de l'ensemble doit demeurer en dépassement à l'extrémité supérieure de l'étendue de l'échelle pendant toute cette période.

* Voir la CEI 68-2-27.

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. It is permissible to ascertain the readings remotely.

Replace the assembly at the same ambient dose equivalent rates. At each rate take the means of sufficient readings 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 $\pm 10\%$.

2.5 Mechanical characteristics

2.5.1 Mechanical shocks

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

2.5.2 Orientation of assembly (geotropism)

2.5.2.1 Requirements

The indication of the assembly shall not vary by more than $\pm 2\%$ from that indicated in the reference orientation of use for any orientation of the measuring sub-assembly. The reference orientation shall be stated by the manufacturer.

2.5.2.2 Method of test

Although in principle this test should be performed with the detection sub-assembly in every orientation, in general only the analogue indicating meter 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 test is best performed electronically.

2.6 Safety characteristics

2.6.1 Overload characteristics

2.6.1.1 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 sub-clause, the assembly shall still fulfill the requirements of 2.3.1.1.

2.6.1.2 Method of test

Expose the detection sub-assembly to the following neutron ambient dose equivalent rate for a period of 5 min, i.e. 10 times the scale maximum or $250 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ($25 \text{ rem} \cdot \text{h}^{-1}$), whichever is the less.

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

* See IEC 68-2-27.

2.6.2 Facilité de décontamination

L'ensemble doit être construit de telle façon qu'il soit facile de le décontaminer. A cette fin, il convient, par exemple, que l'ensemble comporte une surface extérieure lisse et non poreuse, exempte de crevasses, ou soit utilisable lorsqu'on le place dans une enveloppe fine et souple comportant des parties transparentes laissant apparaître l'échelle de lecture.

SECTION 3: CARACTÉRISTIQUES D'ENVIRONNEMENT

3.1 Température ambiante

3.1.1 Prescriptions

a) *Usage intérieur*; dans le domaine de températures entre 10°C et 35°C, l'indication doit se maintenir dans les limites de $\pm 10\%$ par rapport à celle obtenue dans les conditions normales d'essai;

b) *Usage extérieur*; dans le domaine de températures entre -10°C et $+40^\circ\text{C}$, l'indication doit se maintenir dans les limites de $\pm 20\%$ par rapport à celle obtenue dans les conditions normales d'essai. Il est particulièrement recommandé de concevoir les ensembles portables afin qu'ils remplissent ces prescriptions pour l'utilisation à l'extérieur.

Ces prescriptions s'appliquent aux ensembles destinés à être utilisés dans les climats tempérés. Lorsque les ensembles peuvent être utilisés sous des climats plus chauds ou plus froids, l'indication doit se maintenir dans les limites de $\pm 50\%$ dans le domaine de températures compris entre -25°C et $+50^\circ\text{C}$.

NOTE — Pour les ensembles destinés à fonctionner à des températures inférieures à -10°C , il est nécessaire, par un moyen quelconque, de maintenir les batteries à une température comprise dans le domaine nominal de fonctionnement.

3.1.2 Méthode d'essai

L'essai requiert normalement d'être effectué en enceinte climatique. Il n'est pas en général nécessaire de contrôler l'humidité de l'air dans l'enceinte, à moins que l'instrument ne se révèle nettement sensible à des variations d'humidité.

L'ensemble doit être exposé à un débit d'équivalent de dose ambiant constant dû à une source de neutrons de référence. La température doit être maintenue à chacune des valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et l'indication de l'ensemble doit être mesurée durant les 30 dernières min de cette période.

3.2 Humidité relative

3.2.1 Prescriptions

La variation de l'indication due à l'humidité relative (HR) doit se maintenir entre les limites suivantes:

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

Un essai faisant intervenir cette grandeur d'influence n'est nécessaire que si l'effet dû à l'humidité relative est considéré comme vraisemblablement significatif.

3.2.2 Méthode d'essai

L'essai peut être effectué à une seule température de 35°C . L'ensemble doit être exposé à un débit d'équivalent de dose ambiant constant dû à une source de neutrons de référence. L'humidité relative doit être maintenue à 95% pendant au moins 4 h et l'indication de l'ensemble doit être mesurée durant les 30 dernières min de cette période. La variation admise de $\pm 10\%$ (tableau 3) s'ajoute aux variations admises en fonction seulement de la température.

2.6.2 *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 permit the instrument scale to be read.

SECTION 3: ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

3.1 **Ambient temperature**

3.1.1 *Requirements*

a) *Assemblies for indoor use*; over the range of temperature from 10°C to 35°C the indication shall remain within $\pm 10\%$ of that obtained under standard test conditions.

b) *Assemblies for outdoor use*; over the range of temperature from -10°C to $+40^{\circ}\text{C}$ the indication shall remain within $\pm 20\%$ of that obtained under standard test conditions. It is recommended that portable assemblies be designed to meet these requirements for outdoor use.

These requirements apply to assemblies intended for use in temperate climates. Where the assembly is to be used in hotter and colder climates, the indication shall remain within $\pm 50\%$ over the temperature range from -25°C to $+50^{\circ}\text{C}$.

NOTE — For assemblies intended to operate at temperatures below -10°C , some means of maintaining the batteries at a temperature within the nominal operation range may be required.

3.1.2 *Method of test*

This test will normally need to be carried out in a climatic box. It is not, in general, necessary to control the humidity of the air in the box unless the instrument is significantly sensitive to changes in humidity.

The assembly shall be exposed at a constant ambient dose equivalent rate from a reference neutron source. The temperature shall be maintained at each of the extreme values for at least 4 h and the indication of the assembly measured during the last 30 min of this period.

3.2 **Relative humidity**

3.2.1 *Requirements*

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

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

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

3.2.2 *Method of test*

The test may be carried out at a single temperature of 35°C . The assembly shall be exposed at a constant ambient dose equivalent rate from a reference neutron source. The relative humidity shall be maintained at 95% for at least 4 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 table 3 is in addition to the permitted variations due to temperature alone.

3.3 Pression atmosphérique

En général, la pression atmosphérique n'a qu'une influence négligeable sur l'indication de l'ensemble.

Des essais à des pressions atmosphériques différentes de la pression normale n'ont à être effectués que sur demande.

3.4 Champs électromagnétiques externes

A moins que des précautions spéciales soient prises au moment de la conception de l'ensemble, il se peut que la présence de champs électromagnétiques externes, particulièrement des champs de radiofréquences, le rende inopérant ou donne des indications incorrectes du débit équivalent de dose ambiant.

3.4.1 Prescriptions

Si l'indication d'un ensemble peut être influencée par la présence de champs électromagnétiques externes, le constructeur doit en avertir le client et également le signaler dans le manuel d'instructions.

Si un constructeur affirme qu'un ensemble n'est pas sensible aux champs électromagnétiques, il doit préciser le domaine de fréquences ainsi que les types de rayonnements électromagnétiques dans lesquels l'ensemble a été essayé ainsi que l'intensité maximale utilisée (voir tableau 3).

3.4.2 Méthode d'essai

Par suite de la vaste gamme de fréquences et de types de rayonnements électromagnétiques que l'on peut rencontrer, la présente norme ne spécifie aucune méthode d'essai. Ces méthodes doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

3.5 Champs magnétiques externes

3.5.1 Prescriptions

Si l'indication d'un ensemble peut être influencée par la présence de champs magnétiques externes, le constructeur doit en avertir le client et également le signaler dans le manuel d'instructions.

3.5.2 Méthode d'essai

Cette méthode doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

3.6 Etanchéité

Pour les ensembles conçus pour un usage à l'extérieur, les précautions qui ont été prises contre la pénétration de l'humidité doivent être décrites par le constructeur.

3.7 Stockage

Tous les appareils prévus pour être employés dans les climats tempérés doivent être conçus pour remplir les conditions requises dans cette norme, après un laps de temps suffisant pour que la température ambiante soit atteinte, après un stockage ou un transport, sans piles, pendant une période d'au moins trois mois dans l'emballage du constructeur à toute température comprise entre -25°C et $+50^{\circ}\text{C}$.

En certaines circonstances, des spécifications plus sévères peuvent être imposées, par exemple l'aptitude à supporter le transport aérien sous pression ambiante réduite.

3.3 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.

3.4 External electromagnetic fields

Unless special precautions are taken in the design of the assembly, it may be rendered inoperative or give incorrect indications of dose equivalent (rate) in the presence of external electromagnetic fields, particularly radiofrequency fields.

3.4.1 Requirements

If the indication of an assembly may be influenced by the presence of external electromagnetic fields, a warning to this effect shall be given by the manufacturer and this shall also be stated in the instruction manual.

If a manufacturer claims that an assembly is insensitive to electromagnetic fields, the range of frequencies and types of electromagnetic radiation in which the assembly has been tested shall be stated by the manufacturer together with the maximum intensity used (see table 3).

3.4.2 Method of test

Owing to the great range of frequencies and types of electromagnetic radiation that may be encountered, the methods of test are not specified in this standard. The methods of test shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

3.5 External magnetic fields

3.5.1 Requirements

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

3.5.2 Method of test

This shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

3.6 Sealing

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

3.7 Storage

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°C and $+50^{\circ}\text{C}$.

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

SECTION 4: DOCUMENTATION

4.1 Certificat

Un certificat doit accompagner chaque ensemble, donnant au moins les informations suivantes*:

- nom du constructeur ou marque déposée;
- type d'ensemble et numéro de série;
- limites de l'échelle pour chaque étendue de mesure;
- source de référence utilisée pour l'étalonnage;
- réponse au rayonnement de référence (c'est-à-dire résultats de l'essai pour la détermination de l'erreur relative intrinsèque);
- réponse en fonction de l'énergie des neutrons (voir 2.3.2.1);
- réponse au rayonnement gamma;
- point de référence de l'ensemble et direction d'étalonnage;
- centre du détecteur du sous-ensemble détecteur;
- type et spécifications du détecteur;
- matière du modérateur entourant le détecteur (éventuellement);
- dimensions et masse du sous-ensemble détecteur et de l'ensemble complet;
- énergies des neutrons pour lesquelles sont remplies les conditions requises en ce qui concerne l'angle d'incidence;
- réponse en fonction de l'angle d'incidence.

4.2 Manuel d'instructions

L'ensemble doit être livré avec un manuel d'instructions complet et détaillé, comportant toute information sur ses performances, les modes d'emploi et de maniement, des détails de construction du détecteur et du modérateur, le schéma de l'électronique, des informations sur les temps morts, le comportement en champs de rayonnement pulsés et les informations appropriées de service après vente.

* Voir la CEI 278.

SECTION 4: DOCUMENTATION

4.1 Certification

A certificate shall accompany each assembly, giving at least the following information*:

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type of assembly and serial number;
- scale limits for each measuring range;
- reference source used for calibration;
- response to the reference radiation (i.e. results of relative intrinsic error tests);

- response as a function of neutron radiation energy (see 2.3.2.1);
- response to gamma radiation;
- reference point of the assembly and calibration orientation;
- detector centre of the detection sub-assembly;
- detector type and specifications;
- material of the moderator (if any) surrounding the detector;
- dimensions and weight of the detection sub-assembly and the complete assembly;
- neutron energies at which compliance with the angle of incidence requirement has been checked;
- response as a function of angle of incidence.

4.2 Instruction manual

The assembly shall be supplied with a detailed instruction manual containing full information on assembly performance, modes of operation and instrument handling, details of the detector and moderator, electronic circuit diagram, data on dead times, behaviour in pulsed radiation fields, and appropriate servicing information.

* See IEC 278.

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

Grandeurs d'influence	Conditions de référence (sauf indication contraire du constructeur)	Conditions normales d'essai (sauf indication contraire du constructeur)
Rayonnement neutronique de référence	Source de neutrons: $^{241}\text{Am}/\text{Be}$, ^{252}Cf ou $\text{D}(\text{d},\text{n})^3\text{He}$	Source de neutrons: $^{241}\text{Am}/\text{Be}$, ^{252}Cf ou $\text{D}(\text{d},\text{n})^3\text{He}$
Temps de préchauffage	15 min	≥ 15 min
Température ambiante	20°C	18°C à 22°C
Humidité relative	65%	50% à 75%
Pression atmosphérique	101,3 kPa	86,0 kPa à 106,0 kPa
Tension d'alimentation $U^{1)}$	Tension nominale d'alimentation U_N	Tension nominale d'alimentation $U_N \pm 1\%$
Fréquence du réseau ¹⁾	Fréquence nominale f_N	Fréquence nominale $f_N \pm 1\%$
Forme d'onde du réseau ¹⁾	Sinusoidale	Sinusoidale avec une distorsion harmonique totale inférieure à 5%
Angle d'incidence du rayonnement	Direction d'étalonnage stipulée par le constructeur	Direction indiquée $\pm 10^\circ$
Champ électromagnétique d'origine extérieure ²⁾	Négligeable	Inférieur à la valeur la plus basse provoquant une perturbation
Induction magnétique d'origine extérieure ²⁾	Négligeable	Inférieure à deux fois l'induction du champ magnétique terrestre
Orientation de l'ensemble	A stipuler par le constructeur	Orientation indiquée $\pm 5^\circ$
Dispositifs de commande de l'ensemble	Réglés pour le fonctionnement en service normal	Réglés pour le fonctionnement en service normal
Contamination par élément radioactif	Négligeable	Négligeable
¹⁾ Seulement pour les ensembles portables pouvant fonctionner aussi sur le réseau. ²⁾ Voir le tableau 3.		

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions

Influence quantities	Reference conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Reference neutron radiation	$^{241}\text{Am}/\text{Be}$, ^{252}Cf or $\text{D}(\text{d},\text{n})^3\text{He}$ neutron source	$^{241}\text{Am}/\text{Be}$, ^{252}Cf or $\text{D}(\text{d},\text{n})^3\text{He}$ neutron source
Warm-up time	15 min	≥ 15 min
Ambient temperature	20°C	18°C to 22°C
Relative humidity	65%	50% to 75%
Atmospheric pressure	101,3 kPa	86,0 kPa to 106,0 kPa
Power supply voltage $U^{1)}$	Nominal power supply voltage U_N	Nominal power supply voltage $U_N \pm 1\%$
Power supply frequency ¹⁾	Nominal frequency f_N	Nominal frequency $f_N \pm 1\%$
Power supply waveform ¹⁾	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion less than 5%
Angle of incidence of radiation	Calibration direction given by manufacturer	Direction given $\pm 10^\circ$
Electromagnetic field of external origin ²⁾	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin ²⁾	Negligible	Less than twice the induction due to the earth's magnetic field
Orientation of assembly	To be stated by the manufacturer	Stated orientation $\pm 5^\circ$
Assembly controls	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible
¹⁾ Only for portable assemblies which can also be operated from the mains. ²⁾ See table 3.		

Tableau 2 – Essais effectués dans les conditions normales d'essai

Paramètre à l'essai	Conditions requises	Méthode d'essai (paragraphe)
Erreur relative intrinsèque	±30%	2.3.1
Fluctuations statistiques	Coefficient de variation inférieur ou égal à 20%	2.4.1.2
Temps de réponse	<ul style="list-style-type: none"> – Inférieur à 30 s, pour tout accroissement du débit d'équivalent de dose ambiant, quand le débit final est inférieur à 0,1 mSv . h⁻¹ (10 mrem . h⁻¹)* – Inférieur à 10 s, pour tout accroissement du débit d'équivalent de dose ambiant, quand le débit final est compris entre 0,1 et 1 mSv . h⁻¹ (10 et 100 mrem . h⁻¹)* – Inférieur à 4 s, pour tout accroissement du débit d'équivalent de dose ambiant, quand le débit final est supérieur à 1 mSv . h⁻¹ (100 mrem . h⁻¹)* 	2.4.2.2
Dérive de zéro	<p>Sur une période de 8 h en service continu (après 30 min de chauffage):</p> <ul style="list-style-type: none"> – ≤ ±5% de la déviation maximale d'une indication analogique; – ≤ 5 fois l'unité du chiffre le moins significatif d'un affichage numérique 	2.4.4.2
Surcharge	<p>Rester en position visible de dépassement vers le haut lorsque le débit d'équivalent de dose ambiant est égal à 10 fois le maximum de l'étendue d'échelle ou 250 mSv . h⁻¹ (25 rem . h⁻¹), prendre la valeur la plus faible</p> <p>Retrouver les performances exigées après l'essai de surcharge</p>	2.6.1.2
* Ces prescriptions sont aussi applicables pour des diminutions du débit d'équivalent de dose ambiant (voir 2.4.2.2).		