

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60846

Première édition
First edition
1989-06

**Mesureurs d'équivalent de dose et de débit
d'équivalent de dose, bêta, X et gamma,
utilisables en radioprotection**

**Beta, X and gamma radiation dose equivalent
and dose equivalent rate meters for use
in radiation protection**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60846: 1989

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

Les renseignements relatifs à 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*.

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*.

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60846

Première édition
First edition
1989-06

**Mesureurs d'équivalent de dose et de débit
d'équivalent de dose, bêta, X et gamma,
utilisables en radioprotection**

**Beta, X and gamma radiation dose equivalent
and dose equivalent rate meters for use
in radiation protection**

© IEC 1989 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
1. Domaine d'application	10
2. Objet	10
3. Terminologie	10
3.1 Définition des grandeurs radiologiques et des termes de dosimétrie	10
3.2 Dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose	18
3.3 Erreurs de mesurage	18
3.4 Nomenclature des essais	20
SECTION UN – PRINCIPES DU MESURAGE DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE ET DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE	
4. Généralités	20
5. Principes du mesurage	20
6. Influence de l'angle d'incidence du rayonnement	22
SECTION DEUX – CARACTÉRISTIQUES DES MEASUREURS D'ÉQUIVALENT DE DOSE ET DE DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT ET DIRECTIONNEL	
7. Généralités	22
8. Classification des caractéristiques de fonctionnement	22
9. Procédures générales des essais	22
9.1 Nature des essais	22
9.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai	24
9.3 Position de l'ensemble pour les essais	24
9.4 Débits d'équivalent de dose faibles	24
9.5 Fluctuations statistiques	24
9.6 Rayonnements de référence	24
9.7 Détermination de l'équivalent de dose (et/ou du débit) au point d'essai	26
10. Caractéristiques générales	26
10.1 Graduations d'échelle	26
10.2 Inscriptions sur l'ensemble	26
10.3 Domaine de débit d'équivalent de dose	26
10.4 Etendue effective de mesurage d'un ensemble	26
10.5 Facilité de décontamination	28
11. Caractéristiques radiologiques — Dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel	28
11.1 Erreur relative intrinsèque	28
11.2 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement bêta	32
11.3 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement photonique	32
11.4 Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence	34
11.5 Caractéristiques de surcharge	36
11.6 Réponse du rayonnement neutronique	36
11.7 Réponse au champ de rayonnement ionisant pulsé	36
12. Caractéristiques radiologiques — Dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose ambiant	38
12.1 Erreur intrinsèque relative	38
12.2 Réponse au rayonnement bêta de référence	38
12.3 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement photonique	38
12.4 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement bêta	40
12.5 Variation de l'indication en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement photonique	40
12.6 Caractéristiques de surcharge	40
12.7 Réponse au rayonnement neutronique	42
12.8 Réponse aux champs de rayonnements ionisants pulsés	42
13. Caractéristiques électriques de dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel et ambiant	42
13.1 Fluctuations statistiques	42
13.2 Temps de réponse	42
13.3 Corrélation entre le temps de réponse et les fluctuations statistiques	44
13.4 Stabilité temporelle du zéro	46
13.5 Stabilité du zéro en fonction de la température	46
13.6 Temps de chauffage	48
13.7 Alimentation — Piles et accumulateurs	48
13.8 Alimentation — Secteur	50
14. Caractéristiques mécaniques des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel et ambiant	50
14.1 Choc mécanique	50
14.2 Orientation de l'ensemble (géotropisme)	52

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
1. Scope	11
2. Object	11
3. Terminology	11
3.1 Definition of radiation quantities and dosimetric terms	11
3.2 Dose equivalent (rate) meter	19
3.3 Errors of measurement	19
3.4 Test nomenclature	21
SECTION ONE – PRINCIPLES OF DOSE EQUIVALENT (RATE) MEASUREMENT	
4. General	21
5. Principles of measurement	21
6. Influence of angle of incidence of radiation	23
SECTION TWO – CHARACTERISTICS OF AMBIENT AND DIRECTIONAL DOSE EQUIVALENT (RATE) METERS	
7. General	23
8. Classification of performance characteristics	23
9. General test procedures	23
9.1 Nature of tests	23
9.2 Reference conditions and standard test conditions	25
9.3 Position of assembly for purposes of tests	25
9.4 Low dose equivalent rates	25
9.5 Statistical fluctuations	25
9.6 Reference radiation	25
9.7 Determination of dose equivalent (rate) at point of test	27
10. General characteristics	27
10.1 Indication	27
10.2 Assembly markings	27
10.3 Dose equivalent rate range	27
10.4 Effective range of measurement of an assembly	27
10.5 Ease of decontamination	29
11. Radiation characteristics — Directional dose equivalent (rate) meters	29
11.1 Relative intrinsic error	29
11.2 Variation of response with beta radiation energy	33
11.3 Variation of response with photon radiation energy	33
11.4 Variation of response with angle of incidence	35
11.5 Overload characteristics	37
11.6 Response to neutron radiation	37
11.7 Response to pulsed ionizing radiation fields	37
12. Radiation characteristics — Ambient dose equivalent (rate) meters	39
12.1 Relative intrinsic error	39
12.2 Response to beta reference radiation	39
12.3 Variation of response with photon radiation energy	39
12.4 Variation of response with beta radiation energy	41
12.5 Variation of reading with angle of incidence for photon radiation	41
12.6 Overload characteristics	41
12.7 Response to neutron radiation	43
12.8 Response to pulsed ionizing radiation fields	43
13. Electrical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters	43
13.1 Statistical fluctuations	43
13.2 Response time	43
13.3 Interrelationship between response time and statistical fluctuations	45
13.4 Zero stability with time	47
13.5 Stability of zero indication with variation of temperature	47
13.6 Warm-up time	49
13.7 Power supplies — battery operation	49
13.8 Power supplies — mains operation	51
14. Mechanical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters	51
14.1 Mechanical shock	51
14.2 Orientation of assembly (geotropism)	53

Articles	Pages
15. Caractéristiques environnementales des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel et ambiant . .	52
15.1 Température ambiante	52
15.2 Humidité relative	54
15.3 Pression atmosphérique	54
15.4 Étanchéité	54
15.5 Champs électromagnétiques externes	54
15.6 Champs magnétiques externes	54
15.7 Magasinage et transport	56
16. Synthèse des caractéristiques	56
17. Documentation	56
17.1 Certificat	56
17.2 Manuel d'instructions	56
TABLEAU I — Conditions de référence et conditions normales d'essai	58
TABLEAU II — Caractéristiques des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel	60
TABLEAU III — Caractéristiques des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose ambiant	62
TABLEAU IV — Caractéristiques électriques, techniques et environnementales des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel et ambiant	64
ANNEXE A — Etalonnage des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose	68

Clause	Page
15. Environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters	53
15.1 Ambient temperature	53
15.2 Relative humidity	55
15.3 Atmospheric pressure	55
15.4 Sealing	55
15.5 External electromagnetic fields	55
15.6 External magnetic fields	55
15.7 Storage and transport	57
16. Summary of characteristics	57
17. Documentation	57
17.1 Certificate	57
17.2 Instruction manual	57
TABLE I – Reference conditions and standard test conditions	59
TABLE II – Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters	61
TABLE III – Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters	63
TABLE IV – Electrical, mechanical and environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters	65
APPENDIX A – Calibration of dose equivalent (rate) meters	69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESUREURS D'ÉQUIVALENT DE DOSE ET DE DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE, BÊTA, X ET GAMMA, UTILISABLES EN RADIOPROTECTION

PRÉAMBULE

- 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.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le groupe de travail 3 du 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)64	45B(BC)75

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s
- 38 (1983): Tensions normales de la CEI.
 - 50 (391) (1975): Vocabulaire Electrotechnique International. Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants.
 - 50 (392) (1976): Instrumentation nucléaire — Complément au chapitre 391.
 - 68-2-27 (1987): Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique — Deuxième partie: Essais — Essai Ea et guide: Chocs.
 - 86: Piles électriques.
 - 181 (1964): Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.
 - 278 (1968): Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques.
 - 293 (1968): Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.

Autres publications citées:

- Norme 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.
- Norme ISO 6980 (1984): Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta.
- Norme ISO — — — —: Rayonnements photoniques de référence pour la détermination de la réponse en fonction de l'énergie entre 4 MeV et 9 MeV des dosimètres et débitmètres de protection. (A l'étude.)

Annales de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR):

- Publication 26 de la CIPR: Recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique.
- Publication 35 de la CIPR: Principes généraux de la surveillance des rayonnements pour la protection des travailleurs.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BETA, X AND GAMMA RADIATION DOSE EQUIVALENT AND DOSE EQUIVALENT RATE METERS 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.

PREFACE

This standard has been prepared by Working Group 3 of 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)64	45B(CO)75

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 38 (1983): IEC standard voltages.
 50 (391) (1975): International Electrotechnical Vocabulary: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means.
 50 (392) (1976): Nuclear instrumentation — Supplement to Chapter 391.
 68-2-27 (1987): Environmental testing, Part 2: Tests. Test Ea and guidance: Shock.
 86: Primary batteries.
 181 (1964): Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation.
 278 (1968): Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus.
 293 (1968): Supply voltages for transistorized nuclear instruments.

Other publications quoted:

- 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 6980 1984: Reference beta radiations for calibrating dosimeters and dose ratemeters and for determining their response as a function of beta radiation energy.
 ISO ----: Photon reference radiations for determining the response of protection level dosimeters and dose ratemeters at photon energies of between 4 and 9 MeV. (Under consideration.)

Annals of the International Commission on Radiological Protection (ICRP):

- ICRP Publication 26: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.
 ICRP Publication 35: General principles of monitoring for radiation protection of workers.

Rapport 20 de la CIUR (1971):	Instrumentation de radioprotection et son application.
Rapport 33 de la CIUR (1980):	Grandeurs et unités des rayonnements.
Rapport 39 de la CIUR (1985):	Détermination des équivalents de dose pour les sources d'irradiation externe.
BCRU:	Phys. Med. Biol. 19, 748-752 (1974).
BCRU:	Phys. Med. Biol. 22, 101-103 (1977).
Journal of the Society of Radiological Protection 6 (3) (1986):	Nouvelles grandeurs en radioprotection et coefficients de conversion.

Withd2M
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60846:1989

ICRU Report 20 (1971):	Radiation protection instrumentation and its application.
ICRU Report 33 (1980):	Radiation quantities and units.
ICRU Report 39 (1985):	Determination of dose equivalents resulting from external radiation sources.
BCRU:	Phys. Med. Biol. 19, 748-752 (1974).
BCRU:	Phys. Med. Biol. 22, 101-103 (1977).
Journal of the Society of Radiological Protection 6 (3) (1986):	New quantities in radiation protection and conversion coefficients.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60846:1989

MESUREURS D'ÉQUIVALENT DE DOSE ET DE DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE, BÊTA, X ET GAMMA, UTILISABLES EN RADIOPROTECTION

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux ensembles utilisés pour le mesurage des équivalents de dose ambiant et directionnel (voir le paragraphe 3.1.9) pour les rayonnements bêta, X et gamma externes, comme recommandé par la CIUR, Rapport 39 (1985).

Elle s'applique directement au mesurage des rayonnements bêta d'énergies jusqu'à 4 MeV et des rayonnements X et gamma d'énergies jusqu'à 10 MeV.

Elle s'applique, en particulier, aux ensembles destinés au mesurage, aux fins de radioprotection, de l'équivalent de dose ou du débit d'équivalent de dose résultant de rayonnements bêta et/ou X et gamma externes. Dans le présent texte, on utilisera l'expression «équivalent de dose (et/ou débit)» lorsque les dispositions s'appliquent tant au mesurage de l'équivalent de dose qu'à celui du débit d'équivalent de dose.

Elle peut ne pas s'appliquer directement dans des cas particuliers, tels que celui de la radiologie médicale (qui entre dans les attributions du CE 62) où les conditions d'exposition peuvent être fortement hétérogènes quoique parfaitement définies.

Elle ne s'applique pas directement aux appareils destinés à être portés par un individu afin d'évaluer l'irradiation reçue par celui-ci.

2. Objet

L'objet de la présente norme est de spécifier les caractéristiques de fonctionnement des ensembles destinés au mesurage de l'équivalent de dose défini par le Rapport 39 (1985) de la CIUR.

Par conséquent, la présente norme a pour objet:

- a) de spécifier les fonctions et les caractéristiques de fonctionnement des ensembles de mesurage;
- b) de spécifier les méthodes d'essai à utiliser pour vérifier que les stipulations de la présente norme sont respectées.

La norme est divisée en deux sections comme suit:

Section Un — Principes du mesurage de l'équivalent de dose et du débit d'équivalent de dose.

Section Deux — Caractéristiques des mesureurs d'équivalent de dose et de débit d'équivalent de dose ambiant et directionnel.

3. Terminologie

La terminologie générale concernant la détection, le mesurage des rayonnements ionisants et l'instrumentation nucléaire est donnée aux chapitres 391 et 392 de la Publication 50 de la CEI et dans la Publication 181 de la CEI.

3.1 Définition des grandeurs radiologiques et des termes de dosimétrie

3.1.1 Dose absorbée

La dose absorbée, D , est le quotient de $d\bar{\epsilon}$ par dm , où $d\bar{\epsilon}$ est l'énergie moyenne communiquée à une masse de matière dm , par les rayonnements ionisants.

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

BETA, X AND GAMMA RADIATION DOSE EQUIVALENT AND DOSE EQUIVALENT RATE METERS FOR USE IN RADIATION PROTECTION

1. Scope

This standard applies to assemblies for the measurement of ambient dose equivalent and directional dose equivalent (see Sub-clause 3.1.9) from external beta, X and gamma radiation, as recommended in ICRU Report 39 (1985).

It applies directly to the measurement of beta radiation of energies up to 4 MeV and X and gamma radiation of energies up to 10 MeV.

It applies, in particular, to assemblies intended for the determination of the dose equivalent or dose equivalent rate from external beta and/or X and gamma radiation for radiation protection purposes. In this document the expression “dose equivalent (rate)” is used when the provisions apply to both the measurement of dose equivalent and the measurement of dose equivalent rate.

It may not apply directly in cases, such as in medical radiology which is within the scope of TC 62, where the conditions of radiation exposure may be extremely inhomogeneous but precisely known.

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

2. Object

The purpose of this standard is to specify the performance characteristics of assemblies intended for the determination of dose equivalent as defined in ICRU Report 39 (1985).

Accordingly, this standard:

- a) specifies the functions and performance characteristics of measuring assemblies;
- b) specifies the methods of test to be used to determine compliance with the requirements of this standard.

The standard is divided into two sections as follows:

Section One — Principles of dose equivalent (rate) measurement.

Section Two — Characteristics of ambient and directional dose equivalent (rate) meters.

3. Terminology

The general terminology concerning detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation is given in Chapters 391 and 392 of IEC Publication 50 and in IEC Publication 181.

3.1 Definitions of radiation quantities and dosimetric terms

3.1.1 Absorbed dose

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

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

3.1.2 Gray

L'unité SI de dose absorbée est le Jkg^{-1} dont le «gray» (Gy) est le nom spécial:

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ Jkg}^{-1}$$

L'unité spéciale de dose absorbée, le rad, peut être utilisée provisoirement.

$$1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Jkg}^{-1}$$

3.1.3 Débit de dose absorbée

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

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

L'unité SI de débit de dose absorbée est le gray par seconde (Gy s^{-1}). On peut également employer les multiples et sous-multiples du gray et les autres unités de temps usuelles, minutes et heures (par exemple: le mGy h^{-1}).

3.1.4 Kerma

Le kerma, K , est le quotient de dE_{tr} par dm où dE_{tr} est la somme des énergies cinétiques initiales de toutes les particules chargées ionisantes libérées par les particules non chargées dans le matériau de masse dm .

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

Unité: Jkg^{-1}

Le nom spécial de l'unité de kerma est le gray (Gy)

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ Jkg}^{-1}$$

L'unité spéciale de kerma, le rad, peut être utilisée provisoirement:

$$1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Jkg}^{-1}$$

3.1.5 Débit de kerma

Le débit de kerma, $\dot{K}$, est le quotient de dK par dt , où dK est l'incrément de kerma dans l'intervalle de temps dt .

$$\dot{K} = \frac{dK}{dt}$$

L'unité SI du débit de kerma est le gray par seconde (Gy s^{-1}). On peut également employer les multiples, et les sous-multiples du gray et les autres unités de temps usuelles, minute et heure (par exemple mGy h^{-1}).

3.1.6 Equivalent de dose

L'équivalent de dose, H , est le produit de D , Q et N au point considéré du tissu, où D est la dose absorbée, Q est le facteur de qualité et N est le produit de tous autres facteurs modificatifs.

$$H = DQN$$

Note. — Pour les rayonnements bêta, X et gamma, on peut prendre Q et N égaux à l'unité dans le cas de rayonnements externes (Publication 26 de la CIPR).

3.1.2 *Gray*

The SI unit of absorbed dose is the Jkg^{-1} and has been given the special name “gray” (Gy)

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ Jkg}^{-1}$$

The special unit of absorbed dose, the rad, may be used temporarily.

$$1 \text{ rad} = 0.01 \text{ Jkg}^{-1}$$

3.1.3 *Absorbed dose rate*

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

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

The SI unit of absorbed dose rate is the gray per second (Gy s^{-1}). Units of absorbed dose rate are any quotient of the gray or its decimal multiples or submultiples by an appropriate unit of time (e.g. mGy h^{-1}).

3.1.4 *Kerma*

The kerma, K , is the quotient of dE_{tr} by dm , where dE_{tr} is the sum of the initial kinetic energies of all the charged ionizing particles liberated by uncharged ionizing particles in a material of mass dm .

$$K = \frac{dE_{\text{tr}}}{dm}$$

Unit: Jkg^{-1}

The special name for the unit for kerma is the gray (Gy).

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ Jkg}^{-1}$$

The special unit of kerma, the rad, may be used temporarily.

$$1 \text{ rad} = 0.01 \text{ Jkg}^{-1}$$

3.1.5 *Kerma rate*

$\dot{K}$ is the quotient of dK by dt , where dK is the increment of kerma in the time interval dt .

$$\dot{K} = \frac{dK}{dt}$$

The SI unit of kerma rate is the gray per second (Gy s^{-1}). Units of kerma rate are any quotient of the gray or its decimal multiples or submultiples by an appropriate unit of time (e.g. mGy h^{-1}).

3.1.6 *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.

$$H = DQN$$

Note. — For beta, X and gamma radiation, both Q and N may be taken as equal to unity for external radiation (ICRP Publication 26).

3.1.7 Sievert

L'unité SI d'équivalent de dose est le Jkg^{-1} dont le «sievert» (Sv) est le nom spécial:

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ Jkg}^{-1}$$

Note. — Lorsque la dose absorbée, D , est exprimée en grays, l'équivalent de dose H (voir paragraphe 3.1.6) est exprimé en sieverts puisque les facteurs Q et N sont sans dimension. Pour les rayonnements bêta, X et gamma externes, on peut prendre Q et N égaux à l'unité (Publication 26 de la CIPR). Par conséquent, pour ces rayonnements, l'équivalent de dose, H , exprimé en sieverts, est numériquement égal à la dose absorbée, D , exprimée en grays.

L'unité spéciale d'équivalent de dose, le rem, peut être utilisée provisoirement:

$$1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Jkg}^{-1}$$

3.1.8 Débit d'équivalent de dose

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

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

L'unité SI de débit d'équivalent de dose est le sievert par seconde (Sv s^{-1}). On peut également employer les multiples et sous-multiples du sievert et les unités de temps usuelles (par exemple: mSv h^{-1}).

3.1.9 Définition des grandeurs d'équivalent de dose à mesurer par l'instrumentation décrite dans cette norme

Cette norme spécifie les caractéristiques de fonctionnement exigées pour les dispositifs destinés à la mesure de deux grandeurs de référence, se rapportant à l'équivalent de dose, définies par le Rapport 39 (1985) de la CIUR. Ces grandeurs sont $H^*(10)$ l'équivalent de dose ambiant et $H'(0,07)$ l'équivalent de dose directionnel.

Afin de définir ces grandeurs, il est utile de préciser certains champs de rayonnements qui sont dérivés des champs de rayonnements réels. Les termes «expansé» et «aligné» sont utilisés pour caractériser ces champs dérivés. Pour le *champ expansé* la fluence et sa distribution angulaire et énergétique sont les mêmes dans tout le volume d'intérêt comme dans le champ réel au point de référence. Pour le *champ aligné et expansé* la fluence et sa distribution énergétique sont les mêmes que dans le champ homogène mais sa fluence est unidirectionnelle.

a) Equivalent de dose ambiant, $H^*(d)$

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

- Notes 1.* — La sphère CIUR (CIUR Rapport 33, 1980) a 30 cm de diamètre, elle est constituée d'un matériau équivalent tissu d'une masse volumique de 1 g cm^{-3} .
2. — La profondeur, d , couramment recommandée pour la surveillance de l'ambiance en terme de $H^*(d)$ est 10 mm, et $H^*(d)$ peut alors être écrit $H^*(10)$.
3. — Un appareil qui a une réponse isotrope et qui est étalonné en terme de H^* mesurera H^* dans n'importe quel champ de rayonnement uniforme dans un volume au moins égal à celui qui est occupé par l'appareil.
4. — La définition de H^* implique que l'appareil soit conçu de telle façon qu'il tienne compte du rayonnement rétrodiffusé.

b) Equivalent de dose directionnel, $H'(d)$

L'équivalent de dose directionnel, $H'(d)$, en un point d'un champ de rayonnement est l'équivalent de dose qui serait produit par le champ expansé correspondant dans la sphère de la CIUR à une profondeur d , sur un rayon et dans une direction spécifiée.

3.1.7 Sievert

The SI unit of dose equivalent is Jkg^{-1} and has been given the special name sievert (Sv).

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ Jkg}^{-1}$$

Note. — When absorbed dose, D , is expressed in grays, then the dose equivalent H (see Sub-clause 3.1.6) is in sieverts since the factors Q and N are dimensionless. For beta, X and gamma radiation, both Q and N may be taken as unity for external radiation (ICRP Publication 26). For these radiations therefore, the dose equivalent, H , in sieverts is numerically equal to the absorbed dose, D , expressed in grays.

The special unit of dose equivalent, the rem, may be used temporarily:

$$1 \text{ rem} = 0.01 \text{ Jkg}^{-1}$$

3.1.8 Dose equivalent rate

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

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

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

3.1.9 Specification of the dose equivalent quantities to be measured by the instrumentation described in this standard

This standard specifies the performance requirements for assemblies for measuring two dose equivalent quantities defined by ICRU Report 39 (1985). These quantities are H^* (10) the ambient dose equivalent and H' (0.07) the directional dose equivalent.

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

a) 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.

- Notes 1.* — The ICRU sphere (ICRU Report 33, 1980) is a 30 cm diameter, tissue-equivalent sphere with a density of 1 g cm^{-3} .
2. — The recommended depth, d , for environmental monitoring in terms of $H^*(d)$ is 10 mm, and $H^*(d)$ may be written as $H^*(10)$.
 3. — An instrument that has an isotropic response and is calibrated in terms of H^* will measure H^* in any radiation fields that are uniform over the dimensions of the instrument.
 4. — The definition of H^* requires the design of the instrument to take backscattered radiations into account.

b) Directional dose equivalent, $H'(d)$

The directional dose equivalent, $H'(d)$, at a point in a radiation field, is the dose equivalent that would be produced by the corresponding expanded field in the ICRU sphere at a depth d , on a radius in a specified direction.

Notes 1. — La sphère CIUR (CIUR, Rapport 33, 1980) a 30 cm de diamètre, elle est constituée d'un matériau équivalent tissu, d'une masse volumique de 1 g cm^{-3} .

2. — La profondeur couramment recommandée, d , pour la surveillance d'ambiance en termes de $H'(d)$ est 0,07 mm et $H'(d)$ peut s'écrire alors $H'(0,07)$.

3. — Un appareil qui détermine l'équivalent de dose à la profondeur recommandée dans une tranche constituée de matériau équivalent tissu déterminera correctement H' pour les rayonnements faiblement pénétrants si la tranche est perpendiculaire à la direction spécifiée et si le champ de rayonnement est uniforme sur toute la face d'entrée de l'appareil.

3.1.10 Coefficient massique de transfert d'énergie

Le coefficient massique de transfert d'énergie (μ_{tr}/ρ) d'un matériau pour des particules indirectement ionisantes est le quotient de dE_{tr}/EN par ρdl , où E est l'énergie de chaque particule (excepté son énergie au repos), N est le nombre de particules et dE_{tr}/EN est la fraction de l'énergie des particules incidentes transférée aux particules chargées sous forme d'énergie cinétique par les interactions survenant sur le trajet dl dans le matériau de masse volumique ρ .

$$\frac{\mu_{tr}}{\rho} = \frac{1}{EN} \frac{dE_{tr}}{\rho dl}$$

3.1.11 Coefficient massique d'absorption d'énergie

Le coefficient massique d'absorption d'énergie (μ_{en}/ρ) d'un matériau pour des particules indirectement ionisantes est le produit du coefficient de transfert d'énergie massique (μ_{tr}/ρ) et du facteur $(1-g)$ où g est la fraction d'énergie des particules chargées secondaires perdue par rayonnement de freinage dans le matériau.

$$\frac{\mu_{en}}{\rho} = \frac{\mu_{tr}}{\rho} (1-g)$$

3.1.12 Pouvoir d'arrêt massique par collisions

Le pouvoir d'arrêt massique par collisions, S_{col}/ρ d'un matériau pour des particules chargées est le quotient de dE par ρdl où dE est l'énergie perdue par collision par la particule chargée le long du trajet dl dans le matériau de masse volumique ρ . (Cette définition est conforme à celle du Rapport 33 de la CIUR.)

$$\frac{S_{col}}{\rho} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{dE}{dl} \right)_{col}$$

3.1.13 Tissu

En utilisant le terme «tissu» dans la présente norme, on entend le tissu mou dont la définition est donnée dans le Rapport 39 (1985) de la CIUR.

La composition en masse du tissu mou est la suivante:

76,2% O	10,1% H
11,1% C	2,6% N

Les éléments présents sous forme de trace, qui sont en général de moindre importance en dosimétrie, sont négligés.

3.1.14 Equivalence au tissu

- Un matériau est équivalent au tissu pour les rayonnements X et gamma lorsque son coefficient massique d'absorption d'énergie est égal à celui du tissu.
- Un matériau est équivalent au tissu pour les rayonnements bêta, X et gamma lorsque son pouvoir d'arrêt massique par collisions est égal à celui du tissu.

Notes 1. — The ICRU sphere (ICRU Report 33, 1980) is a 30 cm diameter, tissue-equivalent sphere with a density of 1 g cm⁻³.

2. — The currently recommended depth, d , for environmental monitoring in terms of $H'(d)$ is 0.07 mm, and $H'(d)$ may be written as H' (0.07).
3. — An instrument which determines dose equivalent at the recommended depth in a plane slab of tissue-equivalent material will adequately determine H' for weakly penetrating radiation if the slab surface is perpendicular to the specified direction and the radiation field is uniform over the entrance face of the instrument.

3.1.10 Mass energy transfer coefficient

The mass energy transfer coefficient (μ_{tr}/ρ) of a material for uncharged ionizing particles is the quotient of dE_{tr}/EN divided by ρdl , where E is the energy of each particle (excluding rest energy), N is the number of particles, and dE_{tr}/EN is the fraction of incident particle energy that is transferred to kinetic energy of charged particles by interactions in traversing a distance dl in that material of density ρ .

$$\frac{\mu_{tr}}{\rho} = \frac{1}{EN} \frac{dE_{tr}}{\rho dl}$$

3.1.11 Mass energy absorption coefficient

The mass energy absorption coefficient (μ_{en}/ρ) of a material for uncharged ionizing particles is the product of the mass energy transfer coefficient μ_{tr}/ρ by the factor $(1-g)$, where g is the fraction of the energy of secondary charged particles that is lost to bremsstrahlung in the material.

$$\frac{\mu_{en}}{\rho} = \frac{\mu_{tr}}{\rho} (1-g)$$

3.1.12 Collision mass stopping power

The collision mass stopping power, S_{col}/ρ , of a material is the quotient of dE by ρdl , where dE is the energy lost due to collision by a charged particle traversing a distance dl in the material of density ρ . (This definition is derived from ICRU Report 33.)

$$\frac{S_{col}}{\rho} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{dE}{dl} \right)_{col}$$

3.1.13 Tissue

When the word "tissue" is used in this standard, the specification of soft tissue given in ICRU Report 39 (1985) is implied.

The mass composition of soft tissue is taken as:

76.2% O	10.1% H
11.1% C	2.6% N

Trace elements are generally not considered important for dosimetric purposes and have been ignored.

3.1.14 Tissue equivalence

- a) For X and gamma radiation, the property possessed by a material when the mass energy absorption coefficient of the material is equal to the mass energy absorption coefficient of tissue.
- b) For beta, X, and gamma radiation, the property possessed by a material when the collision mass stopping power of the material is equal to the collision mass stopping power of tissue.

- c) Les propriétés de diffusion du matériau doivent être égales à celles du tissu mou pour les rayonnements bêta, X et gamma.

Notes 1. — Dans la pratique, l'équivalence au tissu biologique n'existe que pour un domaine limité d'énergie de rayonnement, dépendant de la substance utilisée, à moins que la composition atomique de celle-ci soit la même que celle du tissu.

2. — La masse volumique du matériau équivalent au tissu est fixée à 1 g cm^{-3} .

3.2 Dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose

Appareils conçus pour mesurer ou évaluer l'équivalent de dose ou le débit d'équivalent de dose.

3.3 Erreurs de mesurage

3.3.1 Valeur conventionnellement vraie d'une grandeur

La meilleure estimation de l'équivalent de dose (ou débit) utilisée pour l'étalonnage de l'ensemble. Valeur que l'on détermine à l'aide d'un étalon primaire ou secondaire ou par un appareil de référence étalonné lui-même au moyen d'un étalon primaire ou secondaire. L'incertitude qui s'y attache doit être précisée.

3.3.2 Réponse

La réponse, R , d'un ensemble est le rapport de l'indication de l'équivalent de dose (ou débit), H_i , à la valeur conventionnellement vraie, H_v , de l'équivalent de dose (ou débit).

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

3.3.3 Erreur relative d'une indication

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

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

3.3.4 Erreur intrinsèque relative

Erreur relative de l'indication d'un ensemble (voir paragraphe 3.3.3) dans un rayonnement de référence spécifié et des conditions de référence déterminées.

3.3.5 Coefficient de variation

Quotient, V , 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:

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

3.3.6 Point de référence d'un ensemble

Repère(s) physique(s) gravé(s) sur l'ensemble qui doivent permettre de le positionner en un point où la valeur conventionnellement vraie de la grandeur à mesurer est connue.

3.3.7 Etendue effective de mesure

Domaine des valeurs de la grandeur à mesurer dans lequel les caractéristiques de fonctionnement d'un appareil répondent aux exigences formulées par cette norme.

- c) For beta, X and gamma radiation, scattering properties of the material should be the same as for soft tissue.

Notes 1. — In practice, tissue equivalence can only exist over a limited range of radiation energies, dependent upon the material utilized, unless the atomic composition is the same as that of tissue.

2. — The density of tissue is taken to be 1 g cm^{-3} .

3.2 Dose equivalent (rate) meter

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

3.3 Errors of measurement

3.3.1 Conventionally true value of a quantity

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

3.3.2 Response

The response, R , of an assembly is the ratio of indicated value, H_i , of the dose equivalent (rate) to the conventionally true value, H_t , of the dose equivalent (rate).

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

3.3.3 Relative error of an indication

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

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

3.3.4 Relative intrinsic error

The relative error of the indication of an assembly (see Sub-clause 3.3.3) to a specified reference radiation under specified reference conditions.

3.3.5 Coefficient of variation

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

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

3.3.6 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.

3.3.7 Effective range of measurement

The range of values of the quantity to be measured over which the performance of an assembly meets the requirements of this standard.

3.4 Nomenclature des essais

3.4.1 Essais de qualification

Ensemble d'essais effectués afin 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) Essai de type (VEI 151-04-15)

Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications.

b) Essai individuel de série (VEI 151-04-16)

Essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis.

3.4.2 Essai de réception (VEI 151-04-20)

Essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification.

SECTION UN — PRINCIPES DU MESURAGE DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE ET DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE

4. Généralités

La section un de la présente norme définit les principes de l'évaluation de l'équivalent de dose (et/ou du débit) ainsi que les grandeurs que doivent indiquer les ensembles en accord avec les recommandations de la CIUR (Rapport 39, 1985).

Les ensembles visés par la présente norme sont appelés à effectuer des mesurages renseignant sur deux aspects du champ de rayonnement externe, à savoir l'équivalent de dose ambiant (et/ou le débit), H^* (10), et l'équivalent de dose directionnel (et/ou le débit), H' (0,07), définis au paragraphe 3.1.9.

5. Principes du mesurage

Les définitions des équivalents de doses (et/ou débit) à mesurer, données au paragraphe 3.1.9, s'appliquent seulement aux grandeurs que doivent indiquer les mesureurs d'équivalent de dose (et/ou débit) ambiant et directionnel. Elles ne constituent en aucune façon une spécification relative aux ensembles de détection eux-mêmes. Le recours à la sphère n'est nécessaire que pour la définition théorique des équivalents de dose ambiant et directionnel. Il est donc tout à fait admis de parler de ces grandeurs en tout point d'un champ de rayonnement même en l'absence de la sphère. Celle-ci en effet définit la valeur de la grandeur à indiquer en tout point d'un champ de rayonnement donné, c'est-à-dire la valeur de comparaison pour étalonner l'ensemble de mesure, lorsqu'on veut vérifier si ses diverses caractéristiques de fonctionnement satisfont aux spécifications de cette norme. Les solutions techniques mises en œuvre pour satisfaire aux stipulations contenues dans cette norme, telles que le type et la conception du sous-ensemble détecteur, sont laissées entièrement à la convenance du constructeur. Par exemple on peut, par un choix de filtres extérieurs appropriés entourant un tube Geiger-Müller concevoir un compteur qui indique l'équivalent de dose ambiant (et/ou le débit) dans un domaine déterminé d'énergies de rayonnement X et gamma. Un tel compteur n'est pas supposé devoir nécessairement posséder une paroi de 1000 mg cm^{-2} ni devoir être monté dans une sphère de 30 cm de diamètre; la seule prescription est que l'indication de l'ensemble, dans les limites de tolérance admises dans cette norme, soit égale, au point de mesure, à la valeur de l'équivalent de dose (ou débit) ambiant, H^* (10).

3.4 Test nomenclature

3.4.1 Qualification tests

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

Qualification tests are sub-divided into type tests and routine tests.

a) Type test (IEV 151-04-15)

A test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications.

b) Routine test (IEV 151-04-16)

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

3.4.2 Acceptance test (IEV 151-04-20)

A contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification.

SECTION ONE — PRINCIPLES OF DOSE EQUIVALENT (RATE) MEASUREMENT

4. General

Section One of this standard specifies the principles of dose equivalent (rate) evaluation and the quantities required to be indicated in accordance with the recommendations of ICRU (Report 39, 1985).

The assemblies to which this standard applies are required to perform measurements that provide information on two aspects of the external radiation field. These are called the ambient dose equivalent (rate), H^* (10), and the directional dose equivalent (rate), H' (0.07), as defined in Sub-clause 3.1.9.

5. Principles of measurement

The specifications given in Sub-clause 3.1.9 of the dose equivalent (rate) to be measured refer only to the specification of the quantity to be indicated by ambient and directional dose equivalent (rate) meters and are not in any way intended as a specification of the detector assemblies themselves. The sphere is only required for the conceptual definition of the quantities' ambient and directional dose equivalent and it is perfectly permissible to speak of the ambient and directional dose equivalent at any point in a radiation field without the sphere being present. In effect it specifies the value of the quantity to be indicated at any point in any given radiation field, that is, the value against which the indication of the measuring assembly should be compared for calibration purposes in assessing its compliance with the various performance characteristics specified in the standard. The methods used to meet the requirements of this standard such as the type and design of the radiation detection sub-assembly itself are entirely at the discretion of the designer. As an example, a Geiger-Müller tube detector may, by the choice of suitable external filters, be designed to indicate an ambient dose equivalent (rate) over a certain range of X and gamma radiation energies. In this case the detector would not, for example, require a wall thickness of 1000 mg cm⁻² or need to be mounted on a 30 cm diameter sphere; the requirement is only that the indication of the assembly shall be the same, within the limits of variation permitted in this standard, as the value at the point of measurement of the ambient dose equivalent (rate), H^* (10).

6. Influence de l'angle d'incidence du rayonnement

L'équivalent de dose ambiant en un point dans un champ de rayonnement de distribution angulaire quelconque est celui qui aurait été relevé dans un faisceau de rayonnement parallèle ayant la même fluence et la même répartition en énergie. Cela veut dire que l'équivalent de dose ambiant en un point est indépendant de la distribution angulaire du champ de rayonnement. Ceci suppose que la réponse d'un ensemble destiné au mesurage de l'équivalent de dose ambiant doit être isotrope dans un angle solide de 4π stéradians. L'équivalent de dose directionnel est important pour les rayonnements de faible pouvoir de pénétration que le corps masquerait sur une hémisphère. Par conséquent, la réponse d'un ensemble de mesurage de l'équivalent de dose directionnel doit être isotrope dans un angle solide de 2π stéradians et permettre l'établissement du rayonnement rétro-diffusé par le matériau derrière le détecteur irradié par le rayonnement direct. La valeur de l'équivalent de dose directionnel diminuera quand l'angle d'incidence du rayonnement augmentera relativement à l'orientation de référence. Cela est dû à l'augmentation des longueurs de trajet du rayonnement dans ces portions près de la surface de la sphère. Les prescriptions relatives à la réponse angulaire (paragraphes 11.4 et 12.5) des ensembles de mesurage sont fondées sur les considérations ci-dessus.*

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES DES MESUREURS D'ÉQUIVALENT DE DOSE ET DE DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE AMBIANT ET DIRECTIONNEL

7. Généralités

La section deux de la présente norme s'applique aux ensembles destinés à mesurer l'équivalent de dose (et/ou le débit) ambiant et/ou directionnel pour la radioprotection.

L'objet de cette partie de la norme est de spécifier les caractéristiques des dosimètres et débit-mètres d'équivalent de dose (et/ou le débit) ambiant et directionnel, les méthodes pour vérifier ces caractéristiques ainsi que les principes d'étalonnage de ces ensembles.

8. Classification des caractéristiques de fonctionnement

Les limites de variation de l'indication d'un ensemble de mesurage sont spécifiées pour chaque caractéristique dans les tableaux II, III et IV ainsi qu'aux paragraphes correspondants.

Dans le cas où un ensemble est conçu pour assurer les fonctions d'un dosimètre ou d'un débit-mètre d'équivalent de dose à la fois ambiant et directionnel, il doit satisfaire aux prescriptions correspondant aux deux fonctions.

Pour certaines applications, on peut ne pas considérer comme essentiel, pour un ensemble, de satisfaire à toutes les prescriptions énoncées ci-après. Dans ces cas-là, les prescriptions à retenir peuvent être spécifiées par entente entre le constructeur et l'utilisateur; cependant la détermination des caractéristiques des ensembles doit se conformer aux méthodes énoncées par la présente norme.

9. Procédures générales des essais

9.1 Nature des essais

Sauf disposition contraire dans les clauses individuelles, tous les essais énumérés dans la présente norme sont considérés comme étant des essais de type (paragraphe 3.4.1a)). Certains essais peuvent être considérés comme des essais de réception par entente entre le constructeur et l'utilisateur (paragraphe 3.4.2).

* Pour l'étalonnage H' ($0,07$, $\alpha = 0$) où α est l'angle que fait l'orientation indiquée par le constructeur avec celle du champ du rayonnement.

6. Influence of angle of incidence of radiation

The ambient dose equivalent at a point in a radiation field of any angular distribution is the value that would have occurred had that same fluence and energy distribution of radiation been present as a parallel beam. This means that the value of ambient dose equivalent at a point is independent of the angular distribution of the radiation field. This implies that an assembly to measure ambient dose equivalent should have an isotropic response over a solid angle of 4π steradians. Directional dose equivalent is of concern for radiation of low penetrating power for which the body, if present, would provide shielding over one hemisphere. Accordingly, the response of an assembly for the measurement of directional dose equivalent should be restricted to a solid angle of 2π steradians and should allow for backscatter from material behind the detector of radiation incident on the front. The value of the directional dose equivalent will decrease as the angle of incidence of the radiation is increased, relative to the reference orientation, due to the increasing path length of the radiation, in those portions of the sphere near to its surface. The requirements for the angular response (Sub-clauses 11.4 and 12.5) of measuring assemblies are based on these considerations*.

SECTION TWO — CHARACTERISTICS OF AMBIENT AND DIRECTIONAL DOSE EQUIVALENT (RATE) METERS

7. General

Section Two of this standard applies to assemblies intended to measure directional and/or ambient dose equivalent (rate) for the purposes of radiation protection.

The object of this section is to specify the characteristics of ambient and directional dose equivalent (rate) meters, the methods of testing these characteristics and the principles of calibration of such assemblies.

8. Classification of the performance characteristics

The limits of variation in the indication of an assembly are specified for each performance characteristic in Tables II, III, and IV, and in the appropriate sub-clauses.

If an assembly has been designed to carry out the functions of both an ambient and directional dose equivalent (rate) meter it shall comply with the requirements pertaining to both of these functions.

For some applications it may not be deemed essential for an assembly to meet all the requirements set out below. In such cases, the requirements to be applied to the assemblies may be specified by agreement between the manufacturer and the user, but the determination of the characteristics of the assemblies shall conform to the methods given in the present standard.

9. General test procedures

9.1 Nature of tests

Unless otherwise specified in the individual clauses, all the tests enumerated in this standard are to be considered as type tests (Sub-clause 3.4.1a)). Certain tests may be considered as acceptance tests by agreement between the manufacturer and the user (see Sub-clause 3.4.2).

* For calibration H' (0.07 , $\alpha = 0$), where α is the angle between the orientation indicated by the manufacturer and that of the field.

9.2 Conditions de référence et conditions normales d'essai

Les conditions de référence sont données à la colonne 2 du tableau I. Sauf disposition contraire, les essais indiqués dans la présente norme doivent être effectués dans les conditions normales d'essai données à la colonne 3 du tableau I. Pour les essais effectués dans les conditions normales d'essai, la température, la pression et l'humidité relative régnant au moment de l'essai doivent être mentionnées et les corrections nécessaires pour ramener la réponse aux conditions de référence doivent être faites.

Pour les essais destinés à déterminer les effets des variations des grandeurs d'influence données au tableau I, toutes les autres grandeurs d'influence devraient être maintenues dans les limites assignées pour les conditions normales d'essai données au tableau I, sauf disposition contraire énoncée dans la procédure de l'essai.

9.3 Position de l'ensemble pour les essais

Pour tous les essais impliquant l'emploi d'un rayonnement, le point d'étalonnage de l'ensemble (paragraphe 3.3.6) doit être placé au point où la valeur à mesurer de la grandeur conventionnellement vraie est connue, et dans l'orientation indiquée par le constructeur.

9.4 Débits d'équivalent de dose faibles

Pour le mesurage de débits d'équivalent de dose faibles, il faut tenir compte de la contribution du bruit de fond au débit d'équivalent de dose au point d'essai.

9.5 Fluctuations statistiques

Pour tout essai impliquant l'emploi d'un rayonnement, si l'ordre de grandeur des fluctuations statistiques de l'indication dues au seul caractère aléatoire du rayonnement atteint une fraction significative de la variation admise pour l'essai, on doit effectuer un nombre suffisant de lectures pour que leur moyenne soit suffisamment précise et permette de déterminer si les prescriptions relatives à la caractéristique qui fait l'objet de l'essai sont réalisées.

L'intervalle entre ces lectures doit être suffisant pour qu'elles soient statistiquement indépendantes.

9.6 Rayonnements de référence

Sauf dispositions contraires énoncées dans les méthodes particulières d'essai, tous les essais pour lesquels on emploie une source de rayonnement bêta ou X et gamma devraient être effectués au moyen d'un rayonnement de type spécifié (voir tableau I). La nature, la construction et les conditions d'emploi des sources de rayonnement doivent être conformes aux recommandations suivantes:

- a) Norme ISO 4037 (1979);
- b) Norme ISO 6980 (1984);
- c) Norme ISO ---*.

9.6.1 Rayonnement photonique de référence

Le rayonnement photonique de référence est celui du ^{137}Cs pour l'équivalent de dose ambiant, et celui de 25,3 keV de fluorescence pour l'équivalent de dose directionnel (voir la Norme ISO 4037).

9.6.2 Rayonnement bêta de référence

Le rayonnement bêta de référence est celui qui est émis par le ^{204}Tl (voir la Norme ISO 6980).

* Projet à l'étude par ISO/TC 85/SC 2.

9.2 *Reference conditions and standard test conditions*

Reference conditions are given in the second column of Table I. Except where otherwise specified, the tests in this standard shall be carried out under the standard test conditions given in the third column of Table I. 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.

For those tests intended to determine the effects of variations in the influence quantities given in Table I, all other influence quantities should be maintained within the limits for standard test conditions given in Table I, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

9.3 *Position of assembly for purposes of tests*

For all tests involving the use of radiation, the reference point of the assembly (see Sub-clause 3.3.6) shall be placed at the point where the conventionally true value of the quantity to be measured is known, and in the orientation indicated by the manufacturer.

9.4 *Low dose equivalent rates*

For the measurement of low dose equivalent rates, it is necessary to take account of the contribution of background radiation to the dose equivalent rate at the point of test.

9.5 *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 accuracy to determine whether the requirements for the characteristic under test are met.

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

9.6 *Reference radiation*

Unless otherwise specified in the individual methods of test, all tests involving the use of beta or X-plus-gamma radiation should be carried out with a specified type of radiation (see Table I). The nature, construction and conditions of use of the radiation sources shall be in accordance with the following recommendations:

- a) ISO Standard 4037 (1979);
- b) ISO Standard 6980 (1984);
- c) ISO Standard - - - -.*

9.6.1 *Reference photon radiation*

The reference photon radiation shall be that provided by the nuclide ^{137}Cs for the ambient dose equivalent, and by 25.3 keV fluorescent radiation for the directional dose equivalent (see ISO Standard 4037).

9.6.2 *Reference beta radiation*

The reference beta radiation shall be that provided by the nuclide ^{204}Tl (see ISO Standard 6980).

* Under consideration by ISO/TC 85/SC 2.

9.7 Détermination de l'équivalent de dose (et/ou du débit) au point d'essai

Le paragraphe 3.1.9 n'indique pas que, pour le mesurage de l'équivalent de dose (et/ou du débit) directionnel et ambiant, l'on doit savoir si le rayonnement est un rayonnement photonique ou un rayonnement bêta. Il est cependant nécessaire d'effectuer un étalonnage des ensembles et de déterminer leurs réponses spécifiques aux deux types de rayonnements, puis séparément.

La méthode à utiliser pour la détermination de l'équivalent de dose (et/ou du débit) ambiant et directionnel au point d'essai dépend de la nature des étalons secondaires disponibles pour les rayonnements bêta et photonique ainsi que de la nature des étalons primaires à l'aide desquels les premiers ont été étalonnés.

On peut déterminer l'équivalent de dose (et/ou le débit) ambiant et directionnel par calcul, par mesurage ou de préférence par association des deux méthodes.

L'annexe A donne des indications sur les éléments à considérer pour la mise en œuvre d'un banc d'étalonnage pour dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose ambiant et directionnel.

10. Caractéristiques générales

10.1 Graduations d'échelle

L'échelle de lecture de l'ensemble doit être affichée en unités d'équivalent de dose (et/ou de débit), par exemple respectivement en millisieverts ou en millisieverts par heure.

10.2 Inscriptions sur l'ensemble

Un ensemble de mesurage de l'équivalent de dose (et/ou débit) pour rayonnement bêta, X et gamma, doit porter une indication spécifique de l'usage auquel il est destiné.

Le point de référence pour l'étalonnage et pour l'essai doit figurer sur l'extérieur de l'ensemble (voir paragraphe 9.3).

10.3 Domaine de débit d'équivalent de dose

Pour suivre les recommandations de la CIPR, on doit déterminer le débit d'équivalent de dose dans un domaine étendu. Dans certaines conditions, il est nécessaire de mesurer des débits d'équivalent de dose aussi élevés que 10 Sv h^{-1} ($1\,000 \text{ rem h}^{-1}$). A l'opposé, on peut avoir à mesurer des débits d'équivalent de dose qui ne s'élèvent qu'à $0,1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($10 \mu\text{rem h}^{-1}$) (voir le Rapport 20 de la CIUR).

Pour nombre d'applications, les débits d'équivalent de dose pratiques s'étendent de $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ à 10 mSv h^{-1} (de $100 \mu\text{rem h}^{-1}$ à 1 rem h^{-1}).

10.4 Étendue effective de mesurage d'un ensemble

L'étendue effective de mesurage ne doit pas être inférieure aux valeurs ci-dessous:

- a) pour les ensembles dont l'affichage est de type analogique (par exemple linéaire ou logarithmique) de 10% à 100% de la déviation angulaire maximale pour chaque calibre;
- b) pour les ensembles dont l'affichage est de type numérique — de la première indication non nulle de l'avant-dernier chiffre de plus faible poids jusqu'à l'indication maximale pour chaque calibre. (A titre d'exemple, pour un affichage dont l'indication maximale est de 199,9, l'étendue effective de mesurage doit aller de 1,0 à 199,9.)

Lorsque les méthodes d'essai n'englobent pas toute l'étendue effective de mesurage et qu'une variation observée amène l'indication près de la limite permise, il peut s'avérer nécessaire d'effectuer des essais supplémentaires afin de démontrer que la prescription considérée est satisfaite dans toute l'étendue effective de mesurage. Ces essais supplémentaires doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

9.7 *Determination of dose equivalent (rate) at point of test*

Although the question of whether the radiation being measured is photon or beta radiation is not relevant for ambient and directional dose equivalent (rate) measurements as specified in Sub-clause 3.1.9, it is nevertheless necessary to perform the calibration of such assemblies with beta and photon radiation separately and also to establish both the beta radiation characteristics and the photon radiation characteristics of such assemblies.

The method of determining the ambient and directional dose equivalent (rate) at the point of test depends upon the nature of the beta and photon secondary standards available and also on the nature of the primary standards against which such secondary standards have been calibrated.

The ambient and directional dose equivalent (rate) may be determined by calculation, by measurement or, preferably, by a combination of these.

Guidance on the features which should be considered in setting up a calibration facility for ambient and directional dose equivalent (rate) meters is given in Appendix A.

10. General characteristics

10.1 *Indication*

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

10.2 *Assembly markings*

An assembly for the measurement of beta, X and gamma dose equivalent (rate) shall be marked with a specific indication of its intended use.

The reference point for calibration and test purposes shall be indicated on the outside of the assembly (see Sub-clause 9.3).

10.3 *Dose equivalent rate range*

The implementation of the ICRP recommendations requires the determination of dose equivalent rate over a wide range of values. Under some circumstances, dose equivalent rates as high as 10 Sv h^{-1} ($1\,000 \text{ rem h}^{-1}$) require measurement. At the other extreme, dose equivalent rates as low as $0.1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($10 \mu\text{rem h}^{-1}$) could be obtained (see ICRU Report 20).

For many applications, the dose equivalent rates of interest are within the range from approximately $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ to 10 mSv h^{-1} ($100 \mu\text{rem h}^{-1}$ to 1 rem h^{-1}).

10.4 *Effective range of measurement of an assembly*

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

- a) 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;
- b) for assemblies with a digital display, from the first non-zero indication in the second least significant digit up to the maximum indication on each range. (As an example, for a display with a maximum indication of 199.9, the effective range must extend from 1.0 to 199.9.)

When the test methods do not extend over the whole of the effective range of measurement and any of the observed variations are near the permitted limit, further tests to demonstrate compliance with the requirement in question over the whole effective range of measurement may be necessary. Such further tests shall be the subject of agreement between the manufacturer and the user.

10.5 Facilité de décontamination

La conception et la construction de l'ensemble doivent être telles qu'elles facilitent sa décontamination.

11. Caractéristiques radiologiques — Dosimètres (et débitmètres) d'équivalent de dose directionnel

11.1 Erreur relative intrinsèque

11.1.1 Prescriptions

Dans les conditions normales d'essai, l'erreur relative intrinsèque I de la réponse de l'ensemble (voir paragraphe 3.3.4) lorsqu'il est exposé au rayonnement de fluorescence de 25,3 keV de référence ne doit pas dépasser $\pm 20\%$ pour toute l'étendue effective de mesurage pour chacun des rayonnements de référence bêta ou gamma choisis.

Note. — Cette erreur s'ajoute à l'incertitude sur la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose directionnel (et/ou du débit).

Dans le cas où un ensemble fait appel à plusieurs détecteurs de rayonnement pour couvrir la totalité du domaine des équivalents de dose (et/ou des débits) qu'il peut indiquer, ces prescriptions s'appliquent séparément au domaine partiel assigné à chaque détecteur.

11.1.2 Méthode d'essai

a) Rayonnements d'essai

Dans cet essai, la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (et/ou du débit) directionnel résultant d'une exposition aux rayonnements de référence bêta ou gamma doit être connue avec une incertitude de moins de 10%. Bien que les rayonnements de référence pour l'équivalent de dose directionnel soient les photons de fluorescence 25,3 keV (voir paragraphe 9.6.1) il peut ne pas être possible de produire à ces énergies tous les équivalents de dose (et/ou débit) nécessaires à cet essai.

Dans le cas où toute la gamme d'équivalents de dose (et/ou des débits) nécessaire à cet essai ne peut être fournie par le rayonnement de fluorescence, il est admis de substituer à ce dernier le rayonnement du ^{137}Cs afin de déterminer l'erreur intrinsèque aux équivalents de référence de dose (et/ou aux débits) qui ne peuvent être obtenus par le rayonnement de fluorescence.

Dans ce cas, il est nécessaire de déterminer l'erreur intrinsèque au moins à un même équivalent de dose (et/ou débit) pour les deux rayonnements, de fluorescence et du ^{137}Cs de référence. Cela permettra d'appliquer une correction tenant compte de la différence de réponse des détecteurs au rayonnement du ^{137}Cs par rapport à l'énergie du rayonnement de fluorescence.

Dans le cas du rayonnement gamma de référence, l'équilibre électronique doit être réalisé au niveau du détecteur de l'ensemble mis à l'essai (voir l'annexe A, article A2).

Afin de se conformer à cette norme, les facteurs qui convertissent l'exposition ou le kerma dans l'air en équivalent de dose directionnel seront pris comme valeur exacte. De ce fait il est admis qu'ils ne contribuent pas à l'incertitude pour la détermination de la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose directionnel (et/ou débit) (voir tableau AI).

b) Essais à effectuer

On doit effectuer un essai de type sur au moins un ensemble de la série et un essai individuel sur chacun des ensembles.

i) Essai de type

Pour les ensembles dont l'échelle de lecture est pratiquement linéaire pour tous les calibres, l'essai de type doit comprendre des mesurages de l'erreur relative intrinsèque réalisés pour tous les calibres de l'ensemble à trois points au moins sur chacun d'eux. Il est recommandé de choisir des points correspondant à environ 30%, 60%, 90% de la déviation maximale de l'échelle pour chaque calibre.

10.5 *Ease of decontamination*

The assembly shall be designed and constructed in such a manner as to facilitate decontamination.

11. Radiation characteristics — Directional dose equivalent (rate) meters

11.1 *Relative intrinsic error*

11.1.1 *Requirements*

Under standard test conditions, the relative intrinsic error, I , in the response of the assembly (see Sub-clause 3.3.4), when exposed to the reference fluorescent radiation at 25.3 keV shall not exceed $\pm 20\%$ over the whole of the effective range of measurement for either the beta or the photon reference radiations chosen.

Note. — This error is additional to the uncertainty in the value of the conventionally true directional dose equivalent (rate).

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

11.1.2 *Method of test*

a) *Test radiations*

The conventionally true directional dose equivalent (rate) produced by the reference beta or photon radiations shall be known with an uncertainty of less than 10% for this test. Although the required reference photon radiation for the directional dose equivalent is the 25.3 keV fluorescent radiation (see Sub-clause 9.6.1) it may not be practical to produce these at all the dose equivalent (rates) required for this test.

If the full range of dose equivalent (rates) required for this test cannot be provided by the fluorescent radiation, it is permissible to substitute the reference radiation of ^{137}Cs in order to determine the intrinsic error at the dose equivalent (rates) which cannot be provided by the fluorescent radiation.

In this case, it is necessary to ensure that the intrinsic error is determined at a minimum of one common dose equivalent (rate) for both the fluorescent and the ^{137}Cs reference radiation. This will enable the appropriate correction to be applied for any difference in the response of the detector at the ^{137}Cs energy compared to the fluorescent radiation energy.

In the case of the gamma reference radiation, secondary electron equilibrium conditions shall be established at the detector of the assembly under test (see Appendix A, Clause A2).

For the purposes of this standard, the conversion factors from exposure or air kerma to directional dose equivalent shall be taken as exact values and hence it can be assumed that they do not contribute any uncertainty to the determination of the conventionally true directional dose equivalent (rate) (see Table AI).

b) *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.

i) *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 range. It is recommended that these points be at approximately 30%, 60% and 90% of the scale maximum on each range.

Pour les ensembles dont l'échelle de lecture comporte une graduation pratiquement logarithmique ou dont l'affichage est numérique, l'essai doit être effectué pour trois valeurs au moins dans chaque décade d'équivalent de dose (et/ou de débit). Il est recommandé de choisir des valeurs correspondant à environ 20%, 40% et 80% de chaque décade.

Il n'est pas nécessaire d'effectuer les mesurages avec les deux rayonnements de référence, bêta et gamma, pour tous les calibres (ou décades); mais il est nécessaire que chaque type de rayonnement de référence soit utilisé pour des essais d'au moins un calibre (ou décade).

ii) *Essai individuel de série*

Pour les ensembles munis de graduations pratiquement linéaires, l'essai consiste à mesurer l'erreur intrinsèque relative pour un point de chaque calibre compris entre 50% et 75% de la déviation maximale. Pour les ensembles munis d'une graduation pratiquement logarithmique ou dont l'affichage est numérique, l'essai doit être effectué pour une seule valeur dans chaque décade d'équivalent de dose (et/ou de débit).

Note. — Pour ces essais, l'emploi direct des sources de rayonnement de référence peut nécessiter l'utilisation d'un nombre trop important de sources. D'autre part, dans le cas d'équivalents de dose (et/ou de débits) élevés, les sources de référence nécessaires peuvent être d'activité trop élevée. Dans ces deux cas, il est admis d'utiliser une autre source de rayonnement (par exemple un générateur de rayons X approprié) à condition d'effectuer les corrections appropriées pour tenir compte de la différence de réponse de l'appareil à ce rayonnement et au rayonnement de référence, due à la différence d'énergie des rayonnements utilisés. Pour déterminer ces corrections, il est essentiel de comparer, pour un point au moins, les réponses de l'appareil au rayonnement de référence et au rayonnement de la source utilisée, et ce pour des équivalents de dose (et/ou du débit) qui donnent la même lecture sur l'échelle de l'appareil.

c) *Méthode d'interprétation des observations*

Lorsqu'on examine si les prescriptions du paragraphe 11.1.1 sont satisfaites, il est nécessaire de tenir compte de l'incertitude sur les valeurs conventionnellement vraies des équivalents de dose (et/ou des débits) retenues pour les essais.

Si aucune des valeurs observées de I ne dépasse $\pm 30\%$, on peut considérer que les prescriptions du paragraphe 11.1.1 sont satisfaites.

d) *Méthode équivalente d'essai électrique (ne s'applique qu'aux essais individuels de série)*

Dans le cas où les sources de rayonnement disponibles ne peuvent pas fournir des valeurs d'équivalent de dose (et/ou des débits) dans toute la gamme requise, il est admis de substituer un essai électrique équivalent en vue de déterminer l'erreur intrinsèque pour les valeurs d'équivalent de dose (et/ou de débit) que les sources de rayonnement ne peuvent pas fournir.

Dans ces conditions, les sources de rayonnement doivent fournir une valeur d'équivalent de dose (et/ou de débit) qui soit au moins égale à 90% de l'indication maximale sur le calibre (ou la décade) le (la) plus élevé(e) d'un ensemble et au moins une valeur d'équivalent de dose (et/ou de débit) sur le calibre (ou la décade) inférieur(e).

La forme du signal électrique doit être telle qu'elle simule de façon aussi fidèle que possible celle du signal émis par le détecteur: le signal doit être appliqué à un point qui assure que l'ensemble entier, hormis le détecteur, soit concerné par l'essai.

Si H_i est la valeur indiquée de l'équivalent de dose (et/ou du débit) lorsque l'ensemble est soumis à la source de rayonnement de référence disponible, le signal électrique que l'on applique doit provoquer la même indication H_i . Supposons que q_i soit la valeur de ce signal. Si une autre indication h résulte de l'application du signal q , l'erreur intrinsèque I est donnée par l'expression:

$$I(\%) = \left(\frac{h}{q} \frac{q_i}{H_i} - 1 \right) \times 100$$

et les valeurs observées doivent être comprises entre les limites données dans l'alinéa c) ci-dessus. L'utilisation de la méthode d'essai électrique doit être spécifiée, si possible, dans les documents accompagnant l'ensemble.

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. It is recommended that these points be at approximately 20%, 40% and 80% of each decade.

It is not necessary to perform the measurements on all ranges with both the beta and gamma reference radiations, but measurements on at least one range (or decade) shall be performed with both the beta and gamma reference radiations.

ii) *Routine test*

For assemblies provided with substantially linear scales, the routine test shall consist of measurements of the relative intrinsic error performed at one point on each range between 50% and 75% of the scale maximum. For assemblies with a substantially logarithmic graduation, or digital presentation, the test shall be performed for one value in each decade of dose equivalent (rate) measured.

Note. — The direct use of the reference radiation sources for these tests may require the use of an inconveniently large number of sources of reference radiation, or, at the higher dose equivalent (rates), sources of inconveniently high activity. In this case, some other source of radiation (e.g. a suitable X-ray generator) may be used provided that suitable corrections are made for any difference in the response of the instrument to such radiation and to the reference radiation, caused by the difference in the energy of the radiation used. In determining these corrections it is essential that the response of the instrument to the reference radiation and the radiation source used be compared, for at least one point, at dose equivalent (rates) that give the same indication on the instrument scale.

c) *Method of interpretation of observations*

In considering whether the requirements of Sub-clause 11.1.1 are met, it is necessary to make allowances for the uncertainty in the values of the conventionally true dose equivalent (rates) employed in the tests.

If no single observed value of I exceeds $\pm 30\%$, the requirements of Sub-clause 11.1.1 can be considered to be met.

d) *Equivalent electrical method of test (applicable to routine tests only)*

If the full range of values of dose equivalent (rate) required for the above test cannot be provided by the sources of radiation available, it is permissible to substitute an equivalent electrical test in order to determine the intrinsic error at the values of dose equivalent (rate) that cannot be provided by the sources of radiation.

In this case, the radiation sources shall be capable of providing one dose equivalent (rate) that is at least 90% of the maximum indication on the highest range (or decade) of an assembly and at least one dose equivalent (rate) on the lowest range (or decade) of an assembly.

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.

If H_i is the indicated dose equivalent (rate) when the assembly is subjected to the reference radiation source available, then an electrical signal shall be injected such as to produce the same indication, H_i . Let this signal be q_i . Then if another indication h is produced by an input q , the intrinsic error I is given by

$$I(\%) = \left(\frac{h}{q} \frac{q_i}{H_i} - 1 \right) \times 100$$

and the observations shall be within the limits given in paragraph c) above. If the electrical method of test is used, this should be stated in the accompanying documents.

11.2 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement bêta

11.2.1 Prescriptions

L'indication de l'équivalent de dose (et/ou de débit) directionnel résultant de l'exposition, dans la direction d'étalonnage, aux sources de rayonnement bêta d'énergie maximale comprise entre 100 keV et 4 MeV, ne doit pas différer de la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (et/ou du débit) directionnel de plus des valeurs limites suivantes:

$$E_{\max} = 100 \text{ keV à } E_{\max} = 500 \text{ keV: } -50\% \text{ à } +100\%$$

$$E_{\max} = 500 \text{ keV à } E_{\max} = 4 \text{ MeV: } \pm 30\%$$

Il est à noter que l'indication d'un dosimètre ou d'un débitmètre d'équivalent de dose directionnel, soumis à un rayonnement bêta dont la valeur de $E_{\max}$ est inférieure à 50 keV, doit être nulle.

11.2.2 Méthode d'essai

Les émetteurs bêta auxquels l'ensemble doit être exposé pour cet essai doivent comprendre au moins ^{147}Pm ($E_{\max} = 0,225 \text{ MeV}$), ^{204}Tl ($E_{\max} = 0,763 \text{ MeV}$) et $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ($E_{\max} = 2,27 \text{ MeV}$).

La nature, la construction et le mode d'emploi des sources de rayonnements doivent être conformes aux recommandations de la norme ISO 6980. On peut considérer que l'ensemble satisfait aux exigences du paragraphe 11.2.1 si les indications données dans le cas de l'exposition au ^{147}Pm sont comprises entre les limites prescrites pour l'intervalle de $E_{\max}$ (100 keV, 500 keV) si les indications données dans le cas de l'exposition au ^{204}Tl sont comprises entre les limites prescrites pour l'intervalle de $E_{\max}$ (500 keV, 1 MeV), et si les indications résultant de l'exposition au $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ sont comprises entre les limites prescrites pour l'intervalle de $E_{\max}$ (1 MeV, 4 MeV).

On exprimera les résultats en ramenant l'indication obtenue à l'unité d'équivalent de dose (et/ou du débit) directionnel pour chaque source utilisée.

En principe cet essai devrait être effectué à la même valeur d'équivalent de dose (et/ou du débit) directionnel pour chaque énergie de rayonnement. Dans la pratique, cela peut s'avérer impossible; dans ces conditions, on doit corriger la valeur indiquée de l'équivalent de dose (et/ou du débit) directionnel pour chaque émetteur bêta, afin de tenir compte de l'erreur intrinsèque relative sur cette valeur de l'équivalent de dose (et/ou du débit) directionnel (interpolée si besoin est) pour le rayonnement bêta de référence (voir le paragraphe 11.1).

11.3 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement photonique

11.3.1 Prescriptions

L'indication donnée par l'ensemble lorsqu'il est exposé, dans la direction d'étalonnage, à un rayonnement photonique d'énergie comprise entre 10 keV et 1,5 MeV ne doit pas différer de la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (et/ou du débit) directionnel due aux mêmes sources, de plus que les écarts indiqués pour chaque intervalle ci-dessous:

de 10 keV à 60 keV: $\pm 35\%$

de 60 keV à 300 keV: $\pm 30\%$

de 300 keV à 1,5 MeV: variations à spécifier par le constructeur

11.3.2 Méthode d'essai

Pour l'exécution de cet essai, on doit placer sur le détecteur de l'ensemble un échantillon d'un matériau équivalent au tissu d'une épaisseur suffisante pour garantir que les mesures seront effectuées dans des conditions d'équilibre électronique pour l'énergie de rayonnement utilisée (voir l'annexe A, article A2).

11.2 Variation of response with beta radiation energy

11.2.1 Requirements

The indication of directional dose equivalent (rate) from beta radiation sources in the calibration direction, produced by beta emitters with $E_{\max}$ between 100 keV and 4 MeV shall not differ from the conventionally true value of the beta directional dose equivalent (rate) by more than the following limits:

$$E_{\max} = 100 \text{ keV to } E_{\max} = 500 \text{ keV: } -50\% \text{ to } +100\%$$

$$E_{\max} = 500 \text{ keV to } E_{\max} = 4 \text{ MeV: } \pm 30\%$$

The indication of a directional dose equivalent (rate) meter exposed to beta radiation with $E_{\max}$ less than 50 keV should be zero.

11.2.2 Method of test

The beta emitters to which the assembly shall be exposed for this test shall include, as a minimum, ^{147}Pm ($E_{\max} = 0.225 \text{ MeV}$), ^{204}Tl ($E_{\max} = 0.763 \text{ MeV}$) and $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ($E_{\max} = 2.27 \text{ MeV}$).

The nature, construction and conditions of use of the radiation sources shall be in accordance with the recommendations of ISO Standard 6980. The assembly may be considered to meet the requirements given in Sub-clause 11.2.1 if the indications from ^{147}Pm are within the limits specified for the range of $E_{\max}$ (100 keV, 500 keV), the indications from ^{204}Tl are within the limits specified for the range of $E_{\max}$ (500 keV, 1 MeV) and the indications from $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ are within the limits specified for the range $E_{\max}$ (1 MeV, 4 MeV).

The results shall be expressed as the indication per unit directional dose equivalent (rate) for each radiation source utilized.

In principle, this test should be performed at the same directional dose equivalent (rate) for each radiation energy. In practice this may not be possible, in which case the indicated directional dose equivalent (rate) for each beta emitter shall be corrected for the relative intrinsic error (interpolated if necessary) at that indicated directional dose equivalent (rate) for the reference beta radiation (see Sub-clause 11.1).

11.3 Variation of response with photon radiation energy

11.3.1 Requirements

The indication of the assembly when exposed to photon radiation sources in the calibration direction and of energy between 10 keV and 1.5 MeV shall not differ from the conventionally true value of the directional dose equivalent (rate) from such sources by more than the following limits:

$$10 \text{ keV to } 60 \text{ keV: } \pm 35\%$$

$$60 \text{ keV to } 300 \text{ keV: } \pm 30\%$$

$$300 \text{ keV to } 1.5 \text{ MeV: to be stated by the manufacturer}$$

11.3.2 Method of test

For the purpose of this test, a sufficient thickness of tissue-equivalent material shall be placed over the detector of the assembly in order to ensure that measurements are performed under secondary electron equilibrium conditions for the energy of radiation in use. (See Appendix A, Clause A2.)

Pour cet essai, on doit utiliser au minimum deux énergies de rayonnement, choisies dans chacun des intervalles suivants: (10 keV — 60 keV), (60 keV — 300 keV) et (300 keV — 1,5 MeV). Il est recommandé d'utiliser des rayonnements choisis dans la liste des rayonnements de référence donnée par la norme ISO 4037 comme suit:

17,5 keV	—	rayons X de fluorescence
25,3 keV	—	rayons X de fluorescence, ou 30 keV rayons X filtrés,
49,1 keV	—	rayons X de fluorescence, ou 48 keV rayons X filtrés
59,5 keV	—	rayonnement gamma émis par le ^{241}Am , ou 59,3 keV rayons X filtrés
98,4 keV	—	rayons X de fluorescence, ou 107 keV rayons X filtrés
211 keV	—	rayons X filtrés
661 keV	—	rayonnement gamma émis par le ^{137}Cs
1,25 MeV	—	rayonnement gamma émis par le ^{60}Co

Les conditions de production de ces rayonnements doivent être conformes aux recommandations de la norme ISO 4037.

On exprimera les résultats en ramenant l'indication obtenue à l'unité d'équivalent de dose (et/ou du débit) directionnelle vraie pour chaque source utilisée.

Cet essai doit en principe être effectué au même équivalent de dose (et/ou du débit) directionnel, quelle que soit l'énergie. Si cela n'est pas réalisable pratiquement, il y a lieu de corriger pour chaque énergie l'indication obtenue, afin de tenir compte de l'erreur intrinsèque relative (interpolée si nécessaire) à laquelle on peut s'attendre pour une telle valeur de l'équivalent de dose directionnel avec le rayonnement gamma de référence (voir le paragraphe 11.1).

11.4 *Variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence*

La valeur de l'équivalent de dose directionnel diminuera quand l'angle d'incidence du rayonnement augmentera par rapport à l'orientation de référence; cela est dû à l'augmentation de la longueur du trajet de rayonnement dans les portions de sphère près de sa surface.

11.4.1 *Prescriptions pour le rayonnement bêta*

Par suite de la diffusion importante subie par les particules bêta lors de leur passage dans l'air entre l'émetteur bêta et le détecteur, la variation apparente de l'indication avec l'angle d'incidence dépendra de l'énergie du rayonnement bêta et de la distance entre la source et le détecteur. Pour ces raisons, il n'est stipulé aucune limite chiffrée à la variation de la réponse en fonction de l'angle d'incidence.

La variation de l'indication devant une source de ^{204}Tl située successivement dans plusieurs directions faisant un angle de 0° à 90° avec la direction d'étalonnage doit être précisée par le constructeur ainsi que la distance entre la source et le point de référence de l'ensemble.

11.4.2 *Méthode d'essai*

A préciser par le constructeur.

11.4.3 *Prescriptions pour le rayonnement photonique*

La variation de l'indication de l'ensemble à un rayonnement dont la direction d'incidence fait un angle variant de 0° à 90° avec la direction d'étalonnage doit être précisée par le constructeur.

11.4.4 *Méthode d'essai*

L'ensemble doit être exposé à l'un des rayonnements de référence suivants, définis par la norme ISO 4037:

- soit rayons X de fluorescence de 25,3 keV,
- ou rayons X filtrés de 30 keV.

A minimum of two radiation energies within each of the energy ranges 10 keV to 60 keV, 60 keV to 300 keV and 300 keV to 1.5 MeV shall be used for this test. The following radiation energies selected from the list of reference radiation specified by ISO Standard 4037 are recommended for use:

17.5 keV	—	fluorescent X-radiation
25.3 keV	—	fluorescent X-radiation or 30 keV filtered X-radiation
49.1 keV	—	fluorescent X-radiation or 48 keV filtered X-radiation
59.5 keV	—	²⁴¹ Am-gamma radiation or 59.3 keV filtered X-radiation
98.4 keV	—	fluorescent X-radiation or 107 keV filtered X-radiation
211 keV	—	filtered X-radiation
661 keV	—	¹³⁷ Cs-gamma radiation
1.25 MeV	—	⁶⁰ Co-gamma radiation

The conditions for the production of the radiations shall be in accordance with the recommendations of ISO Standard 4037.

The results shall be expressed as the ratio of the indicated value to the true value of directional dose equivalent (rate) for each radiation source utilized.

In principle, this test should be performed at the same directional dose equivalent (rate) for each radiation energy. In practice this may not be possible, in which case the indicated directional dose equivalent (rate) at each radiation energy should be corrected for the relative intrinsic error (interpolated if necessary) at that indicated directional dose equivalent (rate) for the reference gamma radiation (see Sub-clause 11.1).

11.4 *Variation of response with angle of incidence*

The value of the directional dose equivalent will decrease as the angle of incidence of the radiation is increased, relative to the reference orientation, due to the increasing path length of the radiation, in those portions of the sphere near to its surface.

11.4.1 *Beta radiation requirements*

Due to substantial scattering undergone by beta particles in their passage through the air between a beta emitting source and the detector, the apparent variation of reading with angle of incidence will vary with both beta radiation energy and the distance between the source and the detector. For these reasons no numerical requirements are placed on the variation of response with angle of incidence.

The variation of reading to a ²⁰⁴Tl source mounted over a range of directions from 0° to 90° to the calibration direction shall be stated by the manufacturer, together with a statement of the distance from the source to the reference point of the assembly.

11.4.2 *Method of test*

To be stated by the manufacturer.

11.4.3 *Photon radiation requirements*

The variation of the reading of the assembly to radiation incident at any angle from 0° to 90° to the calibration direction shall be stated by the manufacturer.

11.4.4 *Method of test*

The assembly shall be exposed to one of the following radiations specified by ISO Standard 4037:

- either 25.3 keV fluorescence X-radiation
- or 30 keV filtered X-radiation.

Placer l'ensemble dans sa position normale d'utilisation, la source de rayonnement étant située dans la direction de référence pour l'étalonnage précisée par le constructeur. Noter l'indication obtenue dans cette position. Orienter alors l'ensemble en le faisant tourner sur lui-même dans le plan horizontal suivant des angles compris entre 0° et 90°, par pas de 30°. Noter chaque fois l'indication.

Procéder à des observations analogues en orientant successivement l'ensemble dans deux plans verticaux perpendiculaires dont l'un passe par la source.

11.5 *Caractéristiques de surcharge*

11.5.1 *Prescriptions*

Lors de l'exposition à des valeurs de débit d'équivalent de dose qui dépassent le maximum de l'étendue de mesurage, l'appareil doit donner soit une indication hors échelle ou un signal de surcharge. Dans le cas d'ensembles possédant plusieurs calibres, cette prescription s'applique à l'étendue de mesurage de chacun des calibres.

11.5.2 *Méthode d'essai*

L'ensemble doit être soumis aux débits d'équivalent de dose directionnel ou ambiant ci-après, selon le cas, pendant un intervalle de 5 min:

- 100 fois la limite supérieure de l'étendue de mesurage sur les calibres dont la limite est égale ou inférieure à $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$,
- 10 fois la limite supérieure de l'étendue de mesurage et jamais moins que 10 Sv h^{-1} sur les calibres dont la limite est supérieure à $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$.

L'ensemble doit donner soit des indications hors échelle ou un signal de surcharge pendant toute la durée de l'essai, et doit fonctionner à nouveau conformément aux prescriptions de la norme 5 min* au plus après la fin de l'essai.

11.6 *Réponse au rayonnement neutronique*

11.6.1 *Prescriptions*

Si l'ensemble est destiné à être utilisé en présence de rayonnement neutronique, sa réponse à ce rayonnement doit être précisée. L'essai de la réponse au rayonnement neutronique n'est pas obligatoire. Il n'est effectué que s'il est expressément demandé.

De toute façon, la conception des ensembles doit être telle que l'influence du rayonnement neutronique soit la plus faible possible.

11.6.2 *Méthode d'essai*

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

11.7 *Réponse au champ de rayonnement ionisant pulsé*

11.7.1 *Prescriptions*

Certains types d'ensemble peuvent donner des indications fausses anormalement faibles en présence d'un rayonnement ionisant pulsé, en particulier si la durée des impulsions est faible devant l'intervalle de temps entre celles-ci. Le constructeur doit signaler de façon appropriée si l'appareil est susceptible de donner des indications trop faibles en présence d'un rayonnement pulsé. L'essai de la réponse de l'ensemble en présence d'un tel rayonnement n'est pas obligatoire.

11.7.2 *Méthode d'essai*

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

* Exception faite des scintillateurs où 1 h est plus appropriée.

Place the assembly in its normal position of use, with the source of radiation in the reference direction for calibration purposes specified by the manufacturer. The reading in this position shall be noted. The assembly shall then be turned in a horizontal plane through angles from 0° to 90°, in steps of 30° from this position, 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.

11.5 *Overload characteristics*

11.5.1 *Requirements*

The assembly shall read off-scale on the high side or indicate overload when exposed to dose equivalent rates greater than the maximum of the measuring range. For assemblies with more than one measurement range, this requirement shall apply to each measurement range.

11.5.2 *Method of test*

The assembly shall be submitted to the following directional or ambient dose equivalent rates, as appropriate, for a period of 5 min:

- 100 times the range maximum for range maxima up to and including 0.1 Sv h^{-1}
- 10 times the range maximum, or 10 Sv h^{-1} , whichever is the greater, for range maxima more than 0.1 Sv h^{-1} .

The indication of the assembly shall read off-scale on the high side or indicate overload throughout this period and the assembly shall function within specification within 5 min* after completion of this test.

11.6 *Response to neutron radiation*

11.6.1 *Requirements*

If the assembly is intended to be used in the presence of neutron radiation, then the response to this radiation shall be stated. A test for neutron response is not mandatory and need only be carried out if this requirement is specified.

In any case, assemblies shall be designed in such a way as to limit as far as possible the influence of neutron radiation.

11.6.2 *Method of test*

The method of test shall be subject to agreement between the manufacturer and the user.

11.7 *Response to pulsed ionizing radiation fields*

11.7.1 *Requirements*

Some types of assembly may give spuriously low indications in pulsed ionizing radiation fields, particularly if the duration of the pulse of radiation is small compared with the interval between pulses. The manufacturers shall give an appropriate warning if an assembly may give a reduced indication in pulsed radiation fields. A test for the response of the assembly in pulsed radiation fields is not mandatory.

11.7.2 *Method of test*

The method of test shall be subject to agreement between the manufacturer and the user.

* With the exception of scintillators where 1 h is appropriate.

12. Caractéristiques radiologiques — Dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose ambiant

12.1 Erreur intrinsèque relative

12.1.1 Prescriptions

Dans les conditions normales d'essai, l'erreur intrinsèque relative de la réponse de l'ensemble au rayonnement gamma de référence du ^{137}Cs ne doit pas dépasser $\pm 15\%$ dans toute l'étendue effective de mesurage de l'équivalent de dose (et/ou du débit) ambiant.

Note. — Cette erreur s'ajoute à l'incertitude sur la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (et/ou du débit).

12.1.2 Méthode d'essai

a) Rayonnement d'essai

Dans cet essai, la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose ambiant (et/ou du débit) produite au point d'essai par le rayonnement gamma de référence du ^{137}Cs doit être connue avec une certitude de moins de 5%. Pour se conformer à cette norme les facteurs qui convertissent l'exposition ou le kerma dans l'air seront pris comme valeur exacte et de ce fait il est admis qu'ils ne contribuent pas à l'incertitude pour la détermination de la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose ambiant (et/ou débit) (voir tableau AI).

b) Essais à effectuer

Selon le paragraphe 11.1.2 b).

c) Méthode d'interprétation des observations

Pour vérifier la conformité aux prescriptions du paragraphe 12.1.1, il est nécessaire de tenir compte de l'incertitude sur les valeurs conventionnellement vraies de l'équivalent de dose ambiant (et/ou du débit) utilisées pour les essais.

Si aucune des valeurs observées de I ne dépasse $\pm 20\%$, on peut considérer que les prescriptions du paragraphe 12.1.1 sont satisfaites.

d) Méthode équivalente d'essai électrique

Voir le paragraphe 11.1.2 d).

12.2 Réponse au rayonnement bêta de référence

Puisque la grandeur H^* (10) est définie à une profondeur de $1,0 \text{ g cm}^{-2}$ dans la sphère, cette profondeur étant supérieure au parcours des bêtas de la source de ^{204}Tl de référence, la réponse à ces bêtas doit être nulle.

12.3 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement photonique

12.3.1 Prescriptions

Une fois corrigée de l'erreur intrinsèque relative, l'indication de l'ensemble soumis à un rayonnement photonique d'énergie comprise entre 10 keV et 10 MeV ne doit pas présenter, par rapport à la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (et/ou du débit) ambiant, d'écart relatif supérieur à celui qui est stipulé pour chacun des domaines d'énergies suivants:

- de 10 keV à 30 keV: écart à spécifier par le constructeur
- de 30 keV à 0,2 MeV: $\pm 35\%$
- de 0,2 MeV à 1,5 MeV: $\pm 15\%$
- de 1,5 MeV à 10 MeV: $\pm 35\%$

12. Radiation characteristics — Ambient dose equivalent (rate) meters

12.1 Relative intrinsic error

12.1.1 Requirements

Under standard test conditions, the relative intrinsic error in the response of the assembly to the reference gamma radiation from ^{137}Cs shall not exceed $\pm 15\%$ over the whole of the effective range of measurement of ambient dose equivalent (rate).

Note. — This error is additional to the uncertainty in the value of the conventionally true ambient dose equivalent (rate).

12.1.2 Method of test

a) Test radiation

The conventionally true ambient dose equivalent (rate) produced by the reference gamma radiation from ^{137}Cs at the point of test shall be known with an uncertainty of less than 5% for this test. For the purposes of compliance with this standard, the conversion factors from exposure or air kerma to ambient dose equivalent shall be taken as exact values and hence it can be assumed that they do not contribute any uncertainty to the determination of the conventionally true ambient dose equivalent (rate) (see Table AI).

b) Tests to be performed

As Sub-clause 11.1.2b).

c) Method of interpretation of observations

In considering whether the requirements of Sub-clause 12.1.1 are met, it is necessary to make allowance for the uncertainty in the values of the conventionally true dose equivalent (rate) employed in the tests.

If no single observed value of I exceeds $\pm 20\%$, the requirements of Sub-clause 12.1.1 can be considered to be met.

d) Equivalent electrical method of test

As Sub-clause 11.1.2 d).

12.2 Response to beta reference radiation

Since the quantity $H^*(10)$ is defined for a depth of 1.0 g cm^{-2} in the sphere and this depth is greater than the range of the beta particles from ^{204}Tl , the response to the beta reference radiation should be zero.

12.3 Variation of response with photon radiation energy

12.3.1 Requirements

The indication of the assembly, corrected for the relative intrinsic error, to incident photon radiation of energy between 10 keV and 10 MeV shall not differ from the conventionally true value of the ambient dose equivalent (rate) between these energies by more than the following limits:

- 10 keV to 30 keV: to be stated by the manufacturer
- 30 keV to 0.2 MeV: $\pm 35\%$
- 0.2 MeV to 1.5 MeV: $\pm 15\%$
- 1.5 MeV to 10 MeV: $\pm 35\%$

12.3.2 Méthode d'essai

Pour exprimer les résultats, on divise les valeurs indiquées de l'équivalent de dose (et/ou du débit) par sa valeur conventionnellement vraie pour chaque source de rayonnement utilisée.

Pour cet essai, on doit utiliser au minimum deux énergies de rayonnement, choisies dans les intervalles suivants: 10 keV à 60 keV, 60 keV à 300 keV et 300 keV à 1,5 MeV et une énergie dans l'intervalle de 4 MeV à 9 MeV. Les énergies de rayonnement recommandées pour cet essai sont celles qui sont données au paragraphe 9.6, alinéas a) et c).

Cet essai doit être effectué en principe à une même valeur de l'équivalent de dose (et/ou du débit) ambiant quelle que soit l'énergie. En pratique, cela peut s'avérer impossible. Dans ce cas, pour chaque énergie, on doit corriger la valeur indiquée de l'équivalent de dose (et/ou du débit) ambiant, de l'erreur intrinsèque relative qui lui correspond. Il peut être nécessaire d'évaluer cette erreur par interpolation (voir le paragraphe 11.1).

12.4 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement bêta

12.4.1 Prescriptions

Une fois corrigée de l'erreur intrinsèque relative, l'indication de l'ensemble soumis à un rayonnement bêta d'énergie $E_{\max}$ inférieure à 4 MeV ne doit pas présenter, par rapport à la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (et/ou du débit) ambiant, d'écart supérieur à $\pm 50\%$, dans un matériau équivalent à un tissu sous une épaisseur de $1,0 \text{ g cm}^{-2}$.

Note. — L'équivalent de dose (et/ou du débit) ambiant pour un rayonnement bêta d'énergie maximale inférieure à 1,5 MeV est nul à cette épaisseur de matériau. De ce fait cette prescription n'est pas applicable à ce rayonnement.

12.4.2 Méthode d'essai

La réponse doit être déterminée avec une source bêta de $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ ($E_{\max} = 3,5 \text{ MeV}$) conformément à la Norme ISO 6980.

12.5 Variation de l'indication en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement photonique

12.5.1 Prescriptions

La variation de l'indication de l'ensemble à un rayonnement dont l'angle d'incidence est compris entre 0° et 90° par rapport à la direction d'étalonnage ne doit pas dépasser $\pm 25\%$.

La variation de l'indication de l'ensemble à un rayonnement dont l'angle d'incidence est compris entre 90° et 180° par rapport à l'orientation d'étalonnage doit être précisée par le constructeur.

12.5.2 Méthode d'essai

Effectuer les essais suivants en utilisant l'un des rayonnements de référence suivants spécifiés par la norme ISO 4037:

le rayonnement X de fluorescence de 59,3 keV,

le rayonnement X filtré de 60 keV ou le rayonnement X de 59,5 keV de ^{241}Am .

Placer l'ensemble dans la position normale d'utilisation, la source de rayonnement étant située dans la direction de référence pour l'étalonnage précisée par le constructeur. Noter l'indication donnée dans cette position.

L'ensemble est alors tourné sur lui-même dans le plan horizontal entre 0° et 180° par pas de 30° par rapport à l'orientation initiale. Noter les indications.

Effectuer ensuite des observations analogues en faisant tourner l'ensemble sur lui-même successivement dans deux plans verticaux orthogonaux et dont l'un contient la source.

12.6 Caractéristiques de surcharge

Reprendre les prescriptions du paragraphe 11.5.

12.3.2 Method of test

The results shall be expressed as the ratio of the indicated value to the conventionally true value of ambient dose equivalent (rate) for each radiation source utilized.

A minimum of two radiation energies within each of the energy ranges 10 keV to 60 keV, 60 keV to 300 keV and 300 keV to 1,5 MeV and one between 4 MeV and 9 MeV shall be used for this test. The radiation energies recommended for use in this test shall be selected from those given in references a) and c) of Sub-clause 9.6.

In principle, this test should be 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) at each radiation energy shall be corrected for the relative intrinsic error (interpolated if necessary) at this indicated ambient dose equivalent (rate) for the reference gamma radiation (see Sub-clause 11.1).

12.4 Variation of response with beta radiation energy

12.4.1 Requirements

The indication of the assembly corrected for the relative intrinsic error to incident beta radiation with $E_{\max}$ up to 4 MeV shall not differ by more than $\pm 50\%$ from the conventionally true value of the ambient dose equivalent (rate) under 1.0 g cm^{-2} of tissue equivalent material.

Note. — This is not applicable to beta radiation sources with $E_{\max} < 1.5 \text{ MeV}$ since such radiation does not penetrate the above thickness of material.

12.4.2 Method of test

The response shall be measured to the beta radiation emitted by the source $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ ($E_{\max} = 3.5 \text{ MeV}$) according to ISO Standard 6980.

12.5 Variation of reading with angle of incidence for photon radiation

12.5.1 Requirements

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

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

12.5.2 Method of test

The following tests shall be performed using one of the following reference radiations specified by ISO Standard 4037:

59.3 keV fluorescence X-radiation,
60 keV filtered X-radiation, or 59.5 keV X-radiation from ^{241}Am .

Place the assembly in its normal position of use, with the source of radiation in the reference direction for calibration purposes specified by the manufacturer. The reading in this position shall be noted.

The assembly shall then be turned in a horizontal plane through angles from 0° to 180° in steps of 30° from this position 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.

12.6 Overload characteristics

The requirements of Sub-clause 11.5 are applicable.

12.7 Réponse au rayonnement neutronique

Reprendre les prescriptions du paragraphe 11.6.

12.8 Réponse aux champs de rayonnements ionisants pulsés

Reprendre les prescriptions du paragraphe 11.7.

13. Caractéristiques électriques de dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel et ambiant

13.1 Fluctuations statistiques

13.1.1 Prescriptions

Le coefficient de variation de l'indication résultant des fluctuations aléatoires doit être inférieur à 15%. Pour les ensembles munis d'une échelle linéaire, ces prescriptions s'appliquent à toutes les valeurs de l'équivalent de dose (et/ou du débit) supérieures à celle qui correspond au tiers de la déviation totale sur le calibre le plus sensible. Pour les ensembles munis d'une échelle non linéaire (p. ex. logarithmique), les prescriptions s'appliquent à toutes les valeurs d'équivalent de dose (et/ou du débit) supérieures à trois fois celle qui correspond à la plus petite graduation significative.

Pour les ensembles dont l'affichage est numérique, ces exigences s'appliquent à toutes les valeurs d'équivalent de dose (et/ou du débit) supérieures à dix fois la valeur du chiffre significatif de plus faible poids.

13.1.2 Méthode d'essai

Soumettre l'ensemble à une source de rayonnement donnant un débit d'équivalent de dose qui, suivant le cas, correspond aux indications suivantes:

- de 1/3 à 1/2 de la déviation totale sur le calibre le plus sensible (échelle linéaire),
- de 1/3 à 1/2 de la décade inférieure (échelle logarithmique),
- ou le pénultième chiffre de plus faible poids égal à l'unité (affichage numérique).

Effectuer un nombre suffisant de lectures de l'indication de l'ensemble à des intervalles de temps convenables pour assurer que la valeur moyenne de l'indication puisse être estimée avec une précision suffisante permettant de démontrer la conformité aux prescriptions de cet essai. Afin de garantir que ces observations soient effectivement indépendantes l'une de l'autre, cet intervalle de temps ne doit pas être inférieur à celui qui correspond à trois fois la constante de temps de l'ensemble de mesurage. Calculer la valeur moyenne ainsi que le coefficient de variation de toutes ces observations. Le coefficient de variation ainsi déterminé doit être compris entre les limites stipulées au paragraphe 13.1.1.

13.2 Temps de réponse

13.2.1 Prescriptions

Le temps de réponse d'un débitmètre d'équivalent de dose doit être tel que, lors d'une variation brusque de l'intensité du débit d'équivalent de dose, l'indication atteigne la valeur suivante en moins de 10 s:

$$\dot{H}_i + \frac{90}{100} (\dot{H}_f - \dot{H}_i)$$

où $\dot{H}_i$ est l'indication initiale et $\dot{H}_f$ l'indication finale. Le temps de réponse doit être précisé par le constructeur.

Le temps de 10 s s'applique à des valeurs de $\dot{H}_f$ inférieures à 10 mSv h⁻¹. Pour des valeurs supérieures de $\dot{H}_f$, ce temps sera réduit à 2 s.

12.7 *Response to neutron radiation*

The requirements of Sub-clause 11.6 are applicable.

12.8 *Response to pulsed ionizing radiation fields*

The requirements of Sub-clause 11.7 are applicable.

13. **Electrical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters**

13.1 *Statistical fluctuations*

13.1.1 *Requirements*

The coefficient of variation of the indication due to random fluctuations shall be less than 15%. For assemblies provided with linear scales, these requirements apply for all values of dose equivalent (rate) 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 values of dose equivalent (rate) exceeding three times that corresponding to the lowest significant graduation.

For assemblies provided with digital presentation, the requirements apply to all values of dose equivalent (rate) exceeding ten times the value of the least significant digit.

13.1.2 *Method of test*

Expose the assembly to a source of radiation giving a dose equivalent rate corresponding to the following indications:

- between one-third and one-half of scale maximum on the most sensitive range (linear scale),
- between one-third and one-half of inferior decade (logarithmic range),
- or the second least significant digit for digital displays.

Take sufficient readings at convenient time intervals of the indication of the assembly to ensure that the mean value of such readings may be estimated with sufficient precision to demonstrate compliance with the test. In order that the readings shall be substantially independent from one another, this time interval shall be not less than that corresponding to three times the time constant of the measuring assembly. Find the mean value and the coefficient of variation of all readings taken. The coefficient of variation so determined shall be within the limits stated in Sub-clause 13.1.1.

13.2 *Response time*

13.2.1 *Requirements*

The response time of a dose equivalent rate meter shall be such that, if there is a sudden change in the level of the dose equivalent rate, the indication will reach the following value in less than 10 s:

$$\dot{H}_i + \frac{90}{100} (\dot{H}_f - \dot{H}_i)$$

where $\dot{H}_i$ is the initial indication and $\dot{H}_f$ is the final indication. The response time shall be stated by the manufacturer.

The time of 10 s applies to values of $\dot{H}_f$ less than 10 mSv h⁻¹. For values of $\dot{H}_f$ above this, the time shall be reduced to 2 s.

13.2.2 Méthode d'essai

L'essai peut être effectué soit à l'aide d'une source de rayonnement convenable ou en injectant un signal électrique convenable à l'entrée de l'ensemble de mesurage.

Les valeurs du débit d'équivalent de doses initiale et finale doivent différer d'un facteur égal ou supérieur à 10, les mesurages étant effectués aussi bien dans le cas d'une augmentation que dans celui d'une diminution de la valeur du débit d'équivalent de dose, avec la même amplitude.

Les mesurages doivent être effectués sur chaque décade de l'indication du débit d'équivalent de dose pour les ensembles dont l'affichage est numérique ou logarithmique et sur chaque calibre pour les ensembles dont l'affichage est linéaire.

Pour les appareils à échelle linéaire, on peut prendre la valeur inférieure du débit d'équivalent de dose égale à zéro ou au bruit de fond et la valeur supérieure à celle qui correspond à au moins 90% du maximum de l'échelle sur chaque calibre.

L'utilisation de la méthode d'essai électrique doit être précisée dans les documents accompagnant l'ensemble; les signaux injectés doivent satisfaire aux prescriptions de l'essai.

Pour l'essai à débit d'équivalent de dose croissant, on doit d'abord exposer l'ensemble au débit d'équivalent de dose supérieur et noter la valeur $\dot{H}_f$.

Exposer ensuite l'ensemble au débit d'équivalent de dose inférieure pendant une durée suffisante pour que l'indication $\dot{H}_i$ se stabilise. Noter cette valeur.

Amener de nouveau, aussi rapidement que possible (< 1 s), le débit d'équivalent de dose à la valeur correspondant à l'indication $\dot{H}_f$ en mesurant le temps nécessaire pour que l'indication atteigne la valeur calculée par l'expression du paragraphe 13.2.1.

L'essai à débit d'équivalent de dose décroissant doit être effectué de façon analogue en échangeant les valeurs du débit d'équivalent de dose correspondant à $\dot{H}_i$ et $\dot{H}_f$.

Dans le cas de certains ensembles à affichage numérique, les signaux sont cumulés pendant un intervalle de temps prédéterminé avant leur affichage. Pour ces ensembles, le temps de réponse selon la définition donnée au paragraphe 13.2.1 varie en fonction du moment — pendant l'intervalle de temps prédéterminé — où intervient le changement de débit d'équivalent de dose. Pour ces ensembles, on peut considérer que le temps de réponse maximal est égal à 1,9 fois le temps d'accumulation. La méthode d'essai mentionnée ci-dessus est donc inutile.

13.3 Corrélation 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 admissibles ont été données précédemment.

Pour les valeurs élevées du débit d'équivalent de dose, il est recommandé de réduire le temps de réponse dans la mesure du possible en respectant les limites imposées aux fluctuations statistiques.

Si toutefois il est possible de respecter les prescriptions du paragraphe 13.1 concernant les fluctuations statistiques, le temps de réponse étant de l'ordre de la seconde, il est préférable de réduire les fluctuations statistiques plutôt que de réduire le temps de réponse en dessous de 1 s.

Si un ensemble est doté de la possibilité de fonctionner avec plusieurs prééglages des fluctuations statistiques et/ou du temps de réponse, les prescriptions des paragraphes 13.1 et 13.2 doivent être remplies pour au moins un prééglage.

Pour les valeurs très faibles du débit d'équivalent de dose, le constructeur doit préciser les valeurs correspondantes du coefficient de variation et du temps de réponse, l'une ou l'autre de celles-ci pouvant dans ce cas dépasser les limites données ci-dessus.

13.2.2 *Method of test*

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

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

Measurements shall be made over each decade of dose equivalent rate indication for assemblies provided with a digital or a logarithmic display, and on each scale range for assemblies provided with a linear display.

For linear scale instruments the lower dose equivalent rate may be taken as zero or background and the upper as that corresponding to at least 90% of the scale maximum on all ranges.

If the electrical method of test is employed this shall be stated in the accompanying documents; the injected signals shall correspond to the above requirements.

For the increasing dose equivalent rate test, the assembly shall be subjected first to the higher dose equivalent rate and the indication $\dot{H}_f$ noted.

The assembly shall then be subjected to the lower dose equivalent rate for a time sufficient for the indication $\dot{H}_i$ to reach a steady value and this indication noted.

The dose equivalent rate shall then be changed as quickly as possible (< 1 s) to that corresponding to the indication $\dot{H}_f$, and the time taken to reach the value given by the formula in Sub-clause 13.2.1 measured.

The decreasing dose equivalent rate test shall be performed in the same way with the values of dose equivalent rates corresponding to $\dot{H}_i$ and $\dot{H}_f$ interchanged.

In certain assemblies with a digital display, the signals are accumulated for a pre-determined interval of time before being displayed. For such assemblies the response time, as defined in Sub-clause 13.2.1, varies with the instant during this accumulation time at which the change of dose equivalent rate occurs. For such assemblies, the maximum response time may be taken to be 1.9 times the accumulation time and the above method of test is not necessary.

13.3 *Interrelationship between response time and statistical fluctuations*

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

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

If, however, the limits in Sub-clause 13.1 can be met with a response time of not more than one second, it is preferable to reduce the statistical fluctuations rather than to reduce the response time below one second.

If an assembly has provision for a number of different, pre-selected statistical fluctuations and/or response times, then at least one pre-selected value shall conform to the requirements of both Sub-clause 13.1 and Sub-clause 13.2.

For very low dose equivalent rates, the manufacturer shall indicate the appropriate values of coefficient of variation and response time, either of which in this case may exceed the limits given above.

13.4 Stabilité temporelle du zéro

13.4.1 Prescriptions

L'indication d'un ensemble qui a été mise à zéro après un fonctionnement pendant 30 min dans les conditions normales d'essai doit rester nulle aux tolérances suivantes près, sur tout calibre et pendant les 4 h suivantes:

- a) pour les appareils à affichage analogique: l'indication doit rester égale ou inférieure à 2% de la déviation angulaire totale de l'échelle;
- b) pour les appareils à affichage numérique: l'indication ne doit varier que de 2 unités au plus dans la décade de plus faible poids.

13.4.2 Méthode d'essai

Mettre l'ensemble sous tension et le laisser se stabiliser pendant une période de 30 min. Si l'opérateur dispose d'un dispositif de réglage de zéro, il doit agir sur celui-ci pour amener l'indication à zéro. Pour certains ensembles à échelle non linéaire, un dispositif de ce type est utilisé pour amener l'indication à une valeur repère qui n'est pas nécessairement zéro. S'il en est ainsi, amener l'indication à la valeur repère appropriée.

Le réglage n'est plus modifié pendant une période de 4 h, au cours desquelles une lecture de l'indication est faite toutes les 30 min.

Pour les ensembles sur lesquels le rayonnement ambiant produit une indication significative dans le calibre le plus sensible, on doit effectuer un essai électrique équivalent. Pour cet essai électrique, le détecteur peut être rendu inopérant de telle manière que les caractéristiques de l'ensemble en ce qui concerne la dérive ne soient pas altérées.

13.5 Stabilité du zéro en fonction de la température

13.5.1 Prescriptions

On considère deux types d'ensembles, ceux qui disposent d'un dispositif de réglage de zéro accessible de l'extérieur et ceux qui ne disposent pas d'un tel dispositif.

Pour les ensembles qui ne disposent pas de dispositif de réglage de zéro, la variation de l'indication de zéro en fonction de la température de l'appareil doit être limitée comme suit:

Pour les plages de température allant de $+10^{\circ}\text{C}$ à $+35^{\circ}\text{C}$ ou de -10°C à $+40^{\circ}\text{C}$, elle ne doit pas dépasser respectivement $\pm 2\%$ ou $\pm 5\%$ de la déviation angulaire totale de l'échelle (ensembles à affichage analogique) ou ne doit pas varier de plus de 1 ou 2 unités respectivement dans la décade de plus faible poids (ensembles à affichage numérique).

Pour les ensembles munis d'un dispositif de réglage de zéro, la variation de l'indication de zéro doit être limitée comme suit:

Pour les plages de température allant de $+10^{\circ}\text{C}$ à $+35^{\circ}\text{C}$ ou de -10°C à $+40^{\circ}\text{C}$, elle ne doit pas dépasser respectivement $\pm 10\%$ ou $\pm 20\%$ de la déviation angulaire totale de l'échelle (cas des ensembles à affichage analogique), ou ne doit pas varier de plus de 3 ou 5 unités respectivement dans la décade de plus faible poids (cas des ensembles à affichage numérique).

Par ailleurs, l'amplitude de tout dispositif de réglage de zéro doit être suffisante pour permettre la remise à zéro de l'indication de l'ensemble dans toute la plage de température.

13.5.2 Méthode d'essai

Mettre l'ensemble sous tension et le commuter sur le calibre le plus sensible. Le placer dans une enceinte climatique à une température de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Le maintenir dans ces conditions pendant 30 min. Si un dispositif de réglage de zéro est disponible, amener l'indication à zéro. Pour certains ensembles à échelle non linéaire, un dispositif analogue est utilisé pour amener l'indication à une valeur repère, qui n'est pas nécessairement zéro. S'il en est ainsi amener l'indication à la valeur repère appropriée.

13.4 *Zero stability with time*

13.4.1 *Requirements*

The indication of an assembly that has been set to zero after the assembly has been in operation for 30 min under standard test conditions shall not differ from zero by more than the following amount on any range during the next 4 h:

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

13.4.2 *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 30 min for a further 4 h.

For assemblies with which background radiation gives a significant indication on the most sensitive range, an equivalent electrical test shall be carried out. For this electrical test, the detector may be rendered inoperative provided this is done in such a manner that the characteristics of the assembly with respect to drift are not altered.

13.5 *Stability of zero indication with variation of temperature*

13.5.1 *Requirements*

Two types of assembly are considered, namely those with and those without externally accessible set-zero controls.

For assemblies without a set-zero control, the variation of the zero indication with temperature of the instrument shall not differ from zero by more than the following amounts.

Over the temperature ranges from +10 °C to +35 °C, or from -10 °C to +40 °C, not more than $\pm 2\%$ or $\pm 5\%$, respectively, of the scale maximum angular deflection for assemblies with analogue display, or, for digital display, an indication of not more than 1 or 2, respectively, in the least significant digit.

For assemblies provided with a separate set-zero control, the variation of the zero indications shall not differ from zero by more than the following amounts.

Over the temperature ranges from +10 °C to +35 °C, or from -10 °C to +40 °C, not more than $\pm 10\%$ or $\pm 20\%$, respectively, of the scale maximum angular deflection for assemblies with analogue display, or, for digital display, an indication of not more than 3 or 5, respectively, in the least significant digit.

In addition, the range of adjustment of any set-zero control provided shall be sufficient to enable the indication of the assembly to be set to zero throughout the temperature range.

13.5.2 *Method of test*

Switch on the assembly, select the most sensitive range and place in a climatic box at a temperature of 20 ± 2 °C.

The assembly shall be left in this condition for 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.

Maintenir la température à chacune de ses valeurs extrêmes au moins 4 h, l'indication de l'ensemble étant notée pendant les dernières 30 min de cette période.

Pour les ensembles sur lesquels le rayonnement ambiant donne une indication significative sur le calibre le plus sensible, effectuer un essai électrique équivalent. Pour cet essai électrique, le détecteur peut être rendu inopérant de telle manière que les caractéristiques de l'ensemble en ce qui concerne la stabilité thermique ne soient pas altérées.

13.6 *Temps de chauffage*

13.6.1 *Prescriptions*

Le constructeur doit préciser pour chaque calibre le temps nécessaire après la mise sous tension en présence du rayonnement de référence, pour que l'ensemble donne une indication qui ne varie pas de plus de 10% de la valeur finale obtenue dans les conditions normales d'essai.

13.7 *Alimentation — Piles et accumulateurs*

13.7.1 *Généralités*

Une alimentation par piles ou accumulateurs doit toujours être prévue pour les appareils portatifs. On doit pouvoir les contrôler dans les conditions de charge maximale. On doit également prévoir un dispositif indiquant lorsque l'état des batteries ne permet plus aux performances de l'ensemble de demeurer conformes aux prescriptions de la présente norme. Le branchement des piles et accumulateurs peut être réalisé de la manière souhaitée, mais il doit être possible de les remplacer individuellement; la polarité correcte doit être clairement indiquée sur l'ensemble par le constructeur.

13.7.2 *Prescriptions pour les piles (non rechargeables)*

Lorsque l'alimentation est assurée par des piles, la capacité de celles-ci doit être telle que, après 40 h de fonctionnement intermittent* dans les conditions normales d'essai, l'indication de l'ensemble ne se trouve pas en dehors des spécifications, les autres fonctions restant à l'intérieur des spécifications.

Il est recommandé d'utiliser des piles conformes à la Publication 86 de la CEI.

13.7.3 *Prescriptions pour les accumulateurs (rechargeables)*

Lorsque l'alimentation est assurée par des accumulateurs, leur capacité doit être telle qu'après 12 h de fonctionnement permanent, l'indication de l'ensemble ne s'éloigne pas de $\pm 10\%$ des spécifications, les autres fonctions restant à l'intérieur des spécifications.

Si des accumulateurs sont utilisés, il doit être possible de les recharger en 16 h à partir du secteur. Il est recommandé de prévoir un dispositif permettant l'arrêt du chargeur lorsque la batterie est complètement rechargée.

13.7.4 *Méthode d'essai*

Utiliser pour cet essai des piles neuves ou des accumulateurs complètement chargés du type indiqué par le constructeur.

Exposer l'ensemble à un champ de rayonnement d'intensité suffisante pour que l'indication soit satisfaisante. Laisser fonctionner l'ensemble dans ce champ pendant la (ou les) période(s) prévue(s) au paragraphe 13.7.2 ou 13.7.3 selon le cas, en notant l'indication à la fin de chaque période. Chaque indication doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 13.7.2 ou 13.7.3 selon le cas.

* «40 h de fonctionnement intermittent» veut dire des périodes de fonctionnement permanent de 8 h suivies par des intervalles de 16 h pendant lesquelles l'ensemble est à l'arrêt; pendant 5 jours consécutifs.

The temperature shall be maintained at each of its extreme values for at least 4 h, and the indication of the assembly measured during the last 30 min of this period.

For assemblies which give a significant indication to background radiation on the most sensitive range, an equivalent electrical test shall be carried out. For this electrical test, the detector may be rendered inoperative provided this is done in such a manner that the characteristics of the assembly with respect to stability are not altered.

13.6 *Warm-up time*

13.6.1 *Requirements*

The time taken for an assembly, after switching on while it is exposed to the reference radiation, to give an indication which does not differ by more than 10% from the final value obtained under standard test conditions shall be stated by the manufacturer for each range.

13.7 *Power supplies—battery operation*

13.7.1 *General*

Battery power shall always be provided for portable instruments. Facilities shall be provided for testing the battery under maximum load. Also, provision shall be made for indicating when the battery condition is no longer adequate for the performance of the assembly to meet the requirements of this standard. 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.

13.7.2 *Requirements—primary batteries (non-rechargeable)*

When power is supplied by primary batteries, the capacity of these should be such that, after 40 h of intermittent use* during operation under standard test conditions, the indication of the assembly shall remain within $\pm 10\%$, other functions remaining within specification.

It is recommended that batteries as specified in IEC Publication 86 be used.

13.7.3 *Requirements—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 remain within $\pm 10\%$, other functions remaining within specifications.

If secondary batteries are used, it shall be possible to recharge the batteries from the mains supply within 16 h. The use of a device which switches off the charger when the complete charge is obtained is recommended.

13.7.4 *Method of 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 the period, or periods, given in Sub-clause 13.7.2 or 13.7.3 as appropriate and note the reading at the end of each period. Each reading shall conform with the requirements of Sub-clause 13.7.2 or 13.7.3 as appropriate.

* "40 h intermittent use" means 8 h continuous use followed by 16 h with the assembly switched off; for 5 consecutive days.

13.8 Alimentation — Secteur

13.8.1 Prescriptions

Les ensembles fonctionnant sur le secteur doivent être conçus pour fonctionner avec une tension d'alimentation monophasée à 50 Hz, (60 Hz aux Etats-Unis et au Canada) dans une des catégories suivantes conformément à la Publication 293 de la CEI*:

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

(Aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada, la tension monophasée nominale est 117 V et/ou 234 V à 60 Hz.)

Les appareils fonctionnant sur le secteur doivent pouvoir supporter une variation de $+10\%$ et -12% de la tension nominale d'alimentation ainsi qu'une variation de ± 3 Hz de la fréquence d'alimentation 50 Hz, ou 60 Hz aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada.

L'indication de l'équivalent de dose (et/ou de débit) ne doit pas varier de plus de $\pm 10\%$ pour toute cette étendue de variation de la tension du secteur.

13.8.2 Méthode d'essai

Placer le détecteur dans un champ de rayonnement bêta ou gamma tel que l'ensemble indique environ trois fois la limite inférieure de l'étendue effective de mesurage (voir le paragraphe 10.4).

La tension d'alimentation étant à sa valeur nominale, relever l'indication moyenne de l'équivalent de dose (et/ou de débit) délivrée par l'ensemble. Relever l'indication moyenne pour une valeur de la tension d'alimentation supérieure de 10% à la valeur nominale ainsi que l'indication moyenne pour une valeur de la tension d'alimentation inférieure de 12% à la valeur nominale. Ces indications moyennes ne doivent pas différer de plus de $\pm 10\%$ de l'indication à la tension nominale.

En faisant varier la fréquence de $+3$ Hz et de -3 Hz par rapport à sa valeur nominale, l'indication ne doit pas varier de plus de 10% de celle qui a été obtenue pour la fréquence nominale.

Les essais ci-dessus doivent être répétés pour une valeur du débit d'équivalent de dose amenant l'indication de l'ensemble aux deux tiers au moins de l'étendue effective de mesurage.

14. Caractéristiques mécaniques des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel et ambiant

14.1 Choc mécanique

Les ensembles portatifs doivent pouvoir supporter sans avarie des chocs mécaniques en toutes directions comportant une accélération de 300 ms^{-2} pendant une durée de 18 ms, la forme de l'onde de choc étant semi-sinusoïdale**.

Pour satisfaire aux stipulations ci-dessus, il sera en général nécessaire d'équiper le dosimètre ou débitmètre d'équivalent de dose directionnel d'un boîtier ou d'une enveloppe protectrice. La nature de la protection prévue doit être précisée. Ces exigences ne s'appliquent pas aux dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel lorsqu'ils sont en fonctionnement.

Pour les ensembles conçus pour assurer la double fonction de dosimètre ou débitmètre d'équivalent de dose directionnel et ambiant, ces prescriptions ne s'appliquent pas lorsque l'ensemble fonctionne en dosimètre ou débitmètre d'équivalent de dose directionnel.

* La Publication 293 (1968) de la CEI fait référence à la quatrième édition (1967) de la Publication 38 de la CEI. Le tableau I de cette édition a cependant été remplacé par la modification No. 1 (août 1977), où la valeur de 220 V n'a pas été recommandée par les nouveaux réseaux (la valeur de 230 V est maintenant recommandée à sa place). La Publication 293 de la CEI pourra donc être modifiée en conséquence.

** Voir la Publication 68-2-27 de la CEI.

13.8 *Power supplies—mains operation*

13.8.1 *Requirements*

Mains operated assemblies shall be designed to operate from single phase 50 Hz (60 Hz in the United States of America and Canada) supply voltage in one of the following categories in accordance with IEC Publication 293*:

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

(Nominal single-phase voltage in the United States of America and Canada is 117 V and/or 234 V, 60 Hz.)

Mains operated assemblies shall be capable of operating from mains supplies with a supply voltage tolerance of $\pm 10\%$ and -12% of the nominal value, and a supply frequency of 50 ± 3 Hz or in the United States of America and Canada 60 ± 3 Hz.

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

13.8.2 *Method of test*

Place the detector in a field of beta or gamma radiation such that the assembly gives an indication that is approximately three times the lower limit of the effective range of measurement (see Sub-clause 10.4).

With the supply voltage at its nominal value, determine the mean reading of dose equivalent (rate) given by the assembly. Determine the mean reading with the supply voltage 10% above the nominal value and also the mean reading with the supply voltage 12% below the nominal value. These mean values shall not differ from that obtained with nominal supply voltage by more than $\pm 10\%$.

With the frequency varied by $+3$ Hz and -3 Hz from the nominal frequency the readings should not differ by more than $\pm 10\%$ from that at the nominal frequency.

The above tests shall then be repeated at a dose equivalent rate sufficient for the assembly to give an indication of at least two-thirds of the upper limit of the effective range of measurement.

14. **Mechanical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters**

14.1 *Mechanical shock*

Portable assemblies 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 pulse being semi-sinusoidal**.

In order to meet the above requirements a directional dose equivalent (rate) meter will normally require some form of protective cover or case. The nature of the protection provided shall be stated. The requirements are not applicable to directional dose equivalent (rate) meters when they are in operation.

For assemblies designed to operate as both ambient and directional dose equivalent (rate) meters, the requirements do not apply when the assembly is in operation as a directional dose equivalent (rate) meter.

* IEC Publication 293 (1968) makes reference to the fourth edition (1967) of IEC Publication 38. Table I in that edition was however superseded by Amendment No. 1 (August 1977) in which 220 V was no longer recommended for new systems (230 V was recommended instead). IEC Publication 293 may eventually be amended accordingly.

** See IEC Publication 68-2-27.

14.2 Orientation de l'ensemble (géotropisme)

14.2.1 Prescriptions

Lorsqu'il est soumis au rayonnement bêta ou gamma de référence, un ensemble portatif orienté de façon quelconque doit donner une indication qui ne diffère pas de plus $\pm 2\%$ de la déviation angulaire maximale, par rapport à l'indication qu'il délivre lorsqu'il est soumis au même rayonnement dans l'orientation de référence.

Le constructeur doit préciser l'orientation de référence.

14.2.2 Méthode d'essai

Cet essai doit en principe être effectué pour n'importe quelle orientation de l'ensemble. Mais en général seul l'appareil indicateur lui-même sera influencé par des différences d'orientation. Les orientations peuvent donc être limitées à celles que pourra prendre l'instrument de lecture lorsque l'ensemble est tenu à la main et qui rendent l'échelle de lecture visible par l'opérateur.

Pendant cet essai, il est souhaitable que l'angle d'incidence du rayonnement par rapport à l'ensemble reste constant. Cela peut être assuré sans difficulté en fixant une source convenable de petites dimensions sur l'ensemble.

15. Caractéristiques environnementales des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel et ambiant

15.1 Température ambiante

15.1.1 Prescriptions

a) Ensembles pour usage intérieur

Pour des températures allant de -10 °C à $+35\text{ °C}$, l'indication ne doit pas différer de plus de $\pm 10\%$ de celle qui est obtenue dans les conditions normales d'essai.

b) Ensembles pour usage extérieur

Pour des températures allant de -10 °C à $+40\text{ °C}$, l'indication ne doit pas différer de plus de $\pm 20\%$ de celle qui est obtenue dans les conditions normales d'essai. Il est recommandé que les ensembles portatifs soient conçus de façon à satisfaire aux conditions exigées pour une utilisation extérieure.

Ces prescriptions s'appliquent aux ensembles destinés à être utilisés dans des conditions climatiques tempérées. Pour les climats plus chauds ou plus froids, l'indication devra rester dans des limites inférieures à $\pm 50\%$ sur toute la gamme de température comprise entre -25 °C et $+50\text{ °C}$.

Note. — Dans le cas des ensembles destinés à fonctionner à des températures inférieures à -10 °C , il peut être exigé de prévoir un moyen de conserver les piles ou les accumulateurs à une température plus élevée.

15.1.2 Méthode d'essai

Il faudra normalement effectuer cet essai dans une enceinte climatique. Il n'est pas nécessaire, en général, de réguler l'humidité de l'air dans l'enceinte sauf si l'appareil est particulièrement sensible aux variations d'humidité.

Exposer l'ensemble à une source de rayonnement appropriée pour obtenir une indication satisfaisante et noter l'indication dans les conditions normales d'essai (voir le tableau I).

Porter alors la température à chacune de ses valeurs extrêmes et la maintenir pendant au moins 4 h. Noter l'indication de l'ensemble pendant les dernières 30 min de cette période.

14.2 Orientation of assembly (geotropism)

14.2.1 Requirements

When exposed to the reference beta or gamma radiation, the indication of a portable assembly shall not vary by more than $\pm 2\%$ of full scale maximum angular deflection from that indicated in the reference orientation of use for any orientation of the assembly.

The reference orientation shall be stated by the manufacturer.

14.2.2 Method of test

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

During this test, the angle of incidence of radiation with respect to the assembly should be constant. This may conveniently be done by attaching a suitable small test source to the assembly.

15. Environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters

15.1 Ambient temperature

15.1.1 Requirements

a) Assemblies for indoor use

Over the range of temperature from $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Note. — For assemblies intended to operate at temperatures below $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, some means of maintaining the batteries at a higher temperature may be required.

15.1.2 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 particularly sensitive to changes of humidity.

Expose the assembly to a suitable source of radiation to give a convenient indication and note the reading under standard test conditions (see Table I).

The temperature shall then be maintained at each of its extreme values for at least 4 h, and the indication of the assembly measured during the last 30 min of this period.

15.2 *Humidité relative*

15.2.1 *Prescriptions*

Pour une humidité relative pouvant s'élever à 95%, l'indication de l'ensemble ne doit pas différer de plus de $\pm 10\%$ de celle qui est obtenue dans les conditions normales d'essai.

Il n'est nécessaire d'effectuer cet essai que si l'ensemble est sensible à cette grandeur d'influence.

15.2.2 *Méthode d'essai*

Cet essai peut être effectué à la température unique de 35 °C, dans une enceinte climatique. La variation admissible de $\pm 10\%$ de l'indication s'ajoute à la variation admissible due à la seule température.

15.3 *Pression atmosphérique*

L'influence de la pression atmosphérique n'est en général significative que dans le cas d'un détecteur non étanche qui utilise l'air comme milieu détecteur. S'il en est ainsi, on doit préciser à quelle pression atmosphérique tous les essais doivent être effectués. L'influence des variations de la pression atmosphérique doit être précisée par le constructeur.

Des essais représentatifs peuvent être effectués à d'autres valeurs de la pression atmosphérique si nécessaire.

15.4 *Étanchéité*

Pour les ensembles destinés à un usage extérieur, le constructeur doit préciser les précautions qui ont été prises pour éviter la pénétration d'humidité.

15.5 *Champs électromagnétiques externes*

Faute de précautions particulières prises dans la conception d'un ensemble, celui-ci peut ne pas fonctionner ou bien donner des indications d'équivalent de dose (et/ou de débit) fausses lorsqu'il est soumis à un champ électromagnétique externe et notamment à un champ à haute fréquence.

15.5.1 *Prescriptions*

Si l'indication d'un ensemble peut être influencée par des champs électromagnétiques externes, le constructeur doit l'indiquer clairement sur l'ensemble et dans le manuel d'instruction.

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'appareil a été essayé, ainsi que l'intensité maximale utilisée.

15.5.2 *Méthode d'essai*

Par suite de la vaste gamme de fréquences et de types de rayonnements électromagnétiques qu'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.

15.6 *Champs magnétiques externes*

15.6.1 *Prescriptions*

Si l'indication d'un ensemble est influencée par la présence d'un champ magnétique externe, le constructeur devra avertir l'utilisateur de cet effet et le signaler dans la notice technique.

15.2 *Relative humidity*

15.2.1 *Requirements*

The indication of the assembly shall not vary by more than $\pm 10\%$ from that obtained under standard test conditions for all relative humidities up to 95%.

A test of this influence quantity is only required if its effect is considered to be significant.

15.2.2 *Method of test*

The test may be carried out at a single temperature of 35 °C, using a climatic box. The permitted variation of $\pm 10\%$ in the indication is additional to the permitted variation due to temperature alone.

15.3 *Atmospheric pressure*

The influence of atmospheric pressure is, in general, only significant for an unsealed detector using air as the detecting medium. In this case, the atmospheric pressure at which all tests are carried out shall be stated, and the effects of variations in atmospheric pressure shall be stated by the manufacturer.

Representative tests at other atmospheric pressures shall be performed if required.

15.4 *Sealing*

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

15.5 *External electromagnetic fields*

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

15.5.1 *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 included 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.

15.5.2 *Method of test*

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

15.6 *External magnetic fields*

15.6.1 *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.

15.6.2 *Méthode d'essai*

Cette méthode devra faire l'objet d'un arrangement entre le constructeur et l'utilisateur.

15.7 *Magasinage et transport*

Tous les appareils destinés à être utilisés dans des climats tempérés doivent être conçus pour fonctionner selon les prescriptions de cette norme après un temps suffisant pour qu'ils atteignent la température ambiante, et ce après un magasinage (ou un transport), sans batteries, pour une période de trois mois au moins dans l'emballage du constructeur, à toute température comprise entre -25°C et $+50^{\circ}\text{C}$.

Dans certaines conditions des prescriptions plus rigoureuses peuvent être imposées, telles que la tenue au transport aérien à basse pression ambiante.

16. **Synthèse des caractéristiques**

Pour la commodité, les prescriptions relatives aux différentes caractéristiques de fonctionnement sont résumées aux tableaux II, III et IV qui comprennent également les numéros des paragraphes correspondant aux caractéristiques et aux prescriptions particulières.

17. **Documentation**

17.1 *Certificat*

Chaque ensemble doit être accompagné d'un certificat portant au moins les indications suivantes*:

- le nom ou la marque déposée du constructeur;
- le type de l'ensemble et son numéro de série;
- les types de rayonnements que l'ensemble est destiné à mesurer;
- les limites d'échelle pour chaque calibre de mesurage;
- l'étendue effective de mesurage;
- la réponse de l'ensemble en fonction de l'énergie du rayonnement. Celle-là doit être accompagnée d'informations sur les épaisseurs additionnelles de matériau placées sur le détecteur pendant l'étalonnage;
- le point de référence de l'ensemble pour l'étalonnage ainsi que l'orientation de référence par rapport à la source d'étalonnage;
- le type ainsi que les caractéristiques du détecteur;
- la situation et les dimensions du volume sensible;
- les matériaux des parois qui entourent le volume sensible ainsi que leur masse surfacique (en milligrammes par centimètre carré).

17.2 *Manuel d'instructions*

Chaque ensemble de mesurage fourni doit être accompagné du manuel d'instructions correspondant, conformément à la Publication 278 de la CEI.

* Voir la Publication 278 de la CEI.

15.6.2 *Method of test*

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

15.7 *Storage and transport*

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

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

16. **Summary of characteristics**

The requirements of the various performance characteristics are summarized, for convenience, in Tables II, III and IV. These tables also give the number of the relevant clauses in which the requirements for each particular characteristic are described.

17. **Documentation**

17.1 *Certificate*

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

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type of the assembly and serial number;
- type of radiation the assembly is intended to measure;
- scale limits for each measuring range;
- effective range of measurement;
- response as a function of radiation energy. This shall include information on any additional build-up caps used during calibration;
- reference point of the assembly for calibration purposes and reference orientation relative to calibration source;
- detector type and characteristics;
- location and dimensions of the sensitive volume;
- materials of the walls surrounding the sensitive volume and the mass per unit area of each of them (in milligrams per square centimetre).

17.2 *Instruction manual*

Each assembly shall be supplied with an appropriate instruction manual in accordance with IEC Publication 278.

* See IEC Publication 278.

TABLEAU I

Conditions de référence et conditions normales d'essai

Grandeur d'influence	Conditions de référence (sauf indications contraires du constructeur)	Conditions normales d'essai (sauf indications contraires du constructeur)
Energie du rayonnement photonique 1) Equivalent de dose ambiant H^* (10) 2) Equivalent de dose directionnel H' (0,07)	Rayonnement gamma émis par ^{137}Cs Rayonnement de fluorescence de 25,3 keV	Rayonnement gamma émis par ^{137}Cs Rayonnement de fluorescence de 25,3 keV
Energie du rayonnement bêta	Rayonnement bêta émis par le ^{204}Tl	Rayonnement bêta émis par le ^{204}Tl
Temps de chauffage	15 min	≥ 15 min
Température ambiante	20 °C	18 °C à 20 °C ¹⁾
Humidité relative	65%	55% à 75% ¹⁾
Pression atmosphérique	101,3 kPa	86,0 kPa à 106,6 kPa
Tension d'alimentation	Tension nominale du réseau	Tension nominale du réseau $\pm 1\%$
Fréquence ²⁾	Fréquence nominale	Fréquence nominale $\pm 1\%$
Forme d'onde de l'alimentation en courant alternatif ²⁾	Sinusoïdale	Sinusoïdale avec distorsion harmonique globale inférieure à 5%
Angle d'incidence du rayonnement	Orientation d'étalonnage indiquée par le constructeur	Orientation donnée $\pm 5^\circ$
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la valeur la plus faible donnant lieu à des parasites
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure à deux fois l'induction due au champ magnétique de la terre
Orientation de l'appareil	A préciser par le constructeur	Orientation spécifiée $\pm 5^\circ$
Dispositifs de commande de l'appareil	Réglés pour fonctionnement normal	Réglés pour fonctionnement normal
Contamination par éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable

¹⁾ Les valeurs réelles de ces grandeurs au moment de l'essai doivent être précisées.

²⁾ Ne s'applique qu'aux ensembles qui peuvent également être branchés sur le réseau.

TABLE I

Reference conditions and standard test conditions

Influence quantity	Reference conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Photon radiation energy for: 1) Ambient dose equivalent, H^* (10) 2) Directional dose equivalent, H' (0.07)	Gamma radiation from ^{137}Cs 25.3 keV fluorescent radiation	Gamma radiation from ^{137}Cs 25.3 keV fluorescent radiation
Beta radiation energy	Beta radiation from ^{204}Tl	Beta radiation from ^{204}Tl
Stabilization time	15 min	≥ 15 min
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C ¹⁾
Relative humidity	65%	55% to 75% ¹⁾
Atmospheric pressure	101.3 kPa	86.0 kPa to 106.6 kPa
Power supply voltage	Nominal power supply voltage	Nominal power supply voltage $\pm 1\%$
Frequency ²⁾	Nominal frequency	Nominal frequency $\pm 1\%$
A.C. power supply waveform ²⁾	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion less than 5%
Angle of incidence of radiation	Calibration direction given by manufacturer	Direction given $\pm 5^\circ$
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the 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⁾ The actual values of these quantities at the time of test shall be stated.

²⁾ Only for assemblies which can also be operated from the mains.

TABLEAU II

Caractéristiques des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose directionnel

Caractéristique soumise à l'essai ou grandeur d'influence	Domaine des valeurs de la grandeur d'influence	Limites de variation de l'indication	Paragraphe
Erreur intrinsèque relative — rayonnement gamma et bêta	Etendue effective de mesurage	$\pm 20\%$ ¹⁾	11.1
Energie du rayonnement bêta	$E_{\max}$ du rayonnement bêta De 100 keV à 500 keV De 500 keV à 4 MeV	-50% à $+100\%$ ²⁾ $\pm 30\%$ ²⁾	11.2
Energie du rayonnement X et/ou gamma	De 10 keV à 60 keV De 60 keV à 300 keV De 300 keV à 1,5 MeV	$\pm 35\%$ ²⁾ $\pm 30\%$ ²⁾ A préciser par le constructeur	11.3
Angle d'incidence du rayonnement bêta	De 0° à 90° par rapport à l'orientation de référence	A spécifier par le constructeur	11.4
Angle d'incidence du rayonnement X et/ou gamma	De 0° à 90° par rapport à l'orientation de référence	A spécifier par le constructeur	11.4
Surcharge	100 fois la limite supérieure de l'étendue de mesurage sur les calibres dont la limite est égale ou inférieure à 0,1 Sv h ⁻¹ 10 fois la limite supérieure de l'étendue de mesurage et jamais moins que 10 Sv h ⁻¹ sur les calibres dont la limite est supérieure à 0,1 Sv h ⁻¹	Indication hors échelle par dépassement ou indication de surcharge (pendant 5 min) par l'ensemble	11.5
Influence du rayonnement neutronique		Réponse à spécifier par le constructeur	11.6

¹⁾ Cette erreur s'ajoute à l'incertitude sur la détermination de la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose).

²⁾ Limite de variation de l'indication dans les conditions de référence.

TABLE II

Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters

Characteristic under test or influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation	Sub-clause
Relative intrinsic error — beta and gamma radiation	Effective range of measurement	$\pm 20\%$ ¹⁾	11.1
Beta radiation energy	$E_{\max}$ of beta radiation 100 keV to 500 keV 500 keV to 4 MeV	-50% to $+100\%$ ²⁾ $\pm 30\%$ ²⁾	11.2
X and gamma radiation energy	10 keV to 60 keV 60 keV to 300 keV 300 keV to 1.5 MeV	$\pm 35\%$ ²⁾ $\pm 30\%$ ²⁾ To be stated by the manufacturer	11.3
Angle of incidence — beta radiation	0° to 90° from reference direction	To be stated by the manufacturer	11.4
Angle of incidence — X and gamma radiation	0° to 90° from reference direction	To be stated by the manufacturer	11.4
Overload	100 times the range maximum for range maxima up to and including 0.1 Sv h^{-1} 10 times the range maximum, or 10 Sv h^{-1} , whichever is the greater, for range maxima more than 0.1 Sv h^{-1}	Indication to be off-scale on the high side or assembly to indicate overload (for 5 min)	11.5
Effects of neutron radiation		Response to be stated by the manufacturer	11.6

¹⁾ This error is additional to the uncertainty in the determination of the conventionally true dose equivalent (rate).

²⁾ Limit of variation from indication under reference conditions.

TABEAU III

Caractéristiques des dosimètres et débitmètres d'équivalent de dose ambiant

Caractéristique soumise à l'essai ou grandeur d'influence	Domaine des valeurs de la grandeur d'influence	Limites de variation de l'indication	Paragraphe
Erreur intrinsèque relative — X et gamma	Etendue effective de mesurage	$\pm 15\%$ ¹⁾	12.1
Energie du rayonnement X et/ou gamma	De 10 keV à 30 keV De 30 keV à 0,2 MeV De 0,2 MeV à 1,5 MeV De 1,5 MeV à 10 MeV	A spécifier par le constructeur $\pm 35\%$ ²⁾ $\pm 15\%$ ²⁾ $\pm 35\%$ ²⁾	12.3
Energie du rayonnement bêta	Rayonnement bêta jusqu'à une valeur de $E_{\max}$ de 4 MeV	$\pm 50\%$	12.4
Angle d'incidence — rayonnement X et gamma	De 0° à 90° par rapport à l'orientation de référence De 90° à 180° par rapport à l'orientation de référence	$\pm 25\%$ A spécifier par le constructeur	12.5
Surcharge	100 fois la limite supérieure de l'étendue de mesurage sur les calibres dont la limite est égale ou inférieure à 0,1 Sv h ⁻¹ , 10 fois la limite supérieure de l'étendue de mesurage et jamais moins que 10 Sv h ⁻¹ sur les calibres dont la limite est supérieure à 0,1 Sv h ⁻¹	Indication hors échelle par dépassement ou indication de surcharge (pendant 5 min) par l'ensemble	12.6
Influence du rayonnement neutronique		Réponse à spécifier par le constructeur	12.7

¹⁾ Cette erreur s'ajoute à l'incertitude sur la détermination de la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose).

²⁾ Limite de variation de l'indication dans les conditions de référence.

TABLE III

Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters

Characteristic under test or influence quantity	Range of values of influence quantity	Limits of variation	Sub-clause
Relative intrinsic error — X and gamma radiation	Effective range of measurement	$\pm 15\%$ ¹⁾	12.1
X and gamma radiation energy	10 keV to 30 keV 30 keV to 0.2 MeV 0.2 MeV to 1.5 MeV 1.5 MeV to 10 MeV	To be stated by the manufacturer $\pm 35\%$ ²⁾ $\pm 15\%$ ²⁾ $\pm 35\%$ ²⁾	12.3
Beta radiation energy	Beta radiation up to $E_{\max}$ of 4 MeV	$\pm 50\%$	12.4
Angle of incidence — X and gamma radiation	0° to 90° from reference direction 90° to 180° from reference direction	$\pm 25\%$ To be stated by the manufacturer	12.5
Overload	100 times the range maximum for range maxima up to and including 0.1 Sv h^{-1} 10 times the range maximum, or 10 Sv h^{-1} , whichever is the greater, for range maxima more than 0.1 Sv h^{-1}	Indication to be off-scale on the high side or assembly to indicate overload (for 5 min)	12.6
Effects of neutron radiation		Response to be stated by the manufacturer	12.7

¹⁾ This error is additional to the uncertainty in the determination of the conventionally true dose equivalent (rate).

²⁾ Limit of variation from indication under reference conditions.