

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1322**

Première édition  
First edition  
1994-11

---

---

**Instrumentation pour la radioprotection –  
Débitmètres à poste fixe, ensembles d’alarme et  
moniteurs pour rayonnements neutroniques  
compris entre l’énergie des neutrons  
thermiques et 15 MeV**

**Radiation protection instrumentation –  
Installed dose equivalent rate meters,  
warning assemblies and monitors for neutron  
radiation of energy from thermal to 15 MeV**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1322: 1994

## Numéros des publications

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

## Publications consolidées

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

## Validité de la présente publication

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

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

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Accès en ligne\*
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)\*

## 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*.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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

## Numbering

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

## Consolidated publications

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

## Validity of this publication

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

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

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
On-line access\*
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates (On-line access)\*

## 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*.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

\* See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1322**

Première édition  
First edition  
1994-11

---

---

**Instrumentation pour la radioprotection –  
Débitmètres à poste fixe, ensembles d’alarme et  
moniteurs pour rayonnements neutroniques  
compris entre l’énergie des neutrons  
thermiques et 15 MeV**

**Radiation protection instrumentation –  
Installed dose equivalent rate meters,  
warning assemblies and monitors for neutron  
radiation of energy from thermal to 15 MeV**

© CEI 1994 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



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 |
|--|-------|
| AVANT-PROPOS .....   | 6     |
| <b>SECTION 1: GÉNÉRALITÉS</b>  |       |
| Articles   |       |
| 1.1 Domaine d'application et objet .....   | 8     |
| 1.2 Références normatives .....  | 10    |
| 1.3 Degrés des prescriptions .....   | 10    |
| 1.4 Terminologie, grandeurs, termes dosimétriques et unités .....  | 12    |
| 1.5 Nomenclature des essais .....  | 20    |
| <b>SECTION 2: PRESCRIPTIONS DE CONCEPTION</b>  |       |
| 2.1 Construction et exécution .....  | 22    |
| 2.2 Dispositifs d'indication .....   | 24    |
| 2.3 Dispositifs d'alarme .....   | 26    |
| 2.4 Dispositifs externes .....   | 28    |
| 2.5 Etendue effective de mesure .....  | 28    |
| 2.6 Interdépendance entre le temps de réponse et les fluctuations statistiques .....   | 28    |
| <b>SECTION 3: PROCÉDURES D'ESSAIS</b>  |       |
| 3.1 Prescriptions d'essais .....   | 30    |
| 3.2 Point d'essai .....  | 32    |
| 3.3 Bruit de fond dû au rayonnement naturel .....  | 32    |
| 3.4 Fluctuations statistiques .....  | 32    |
| 3.5 Rayonnement neutronique de référence .....   | 32    |
| 3.6 Erreur relative intrinsèque de l'indication du débit d'équivalent de dose pour le rayonnement neutronique de référence ..... | 34    |
| 3.7 Variation de la réponse en fonction de l'énergie des neutrons .....  | 36    |
| 3.8 Variation de la réponse avec l'angle d'incidence .....   | 38    |
| 3.9 Réponse à d'autres rayonnements ionisants externes .....   | 44    |
| 3.10 Caractéristiques de surcharge .....   | 46    |
| 3.11 Fluctuations statistiques .....   | 48    |
| 3.12 Temps de réponse .....  | 50    |
| 3.13 Dérive du zéro .....  | 52    |
| 3.14 Etendue du déclenchement de l'alarme .....  | 52    |
| 3.15 Alarmes en cas de défaillance de l'appareillage .....   | 54    |
| 3.16 Temps de réponse et stabilité de l'alarme .....   | 54    |

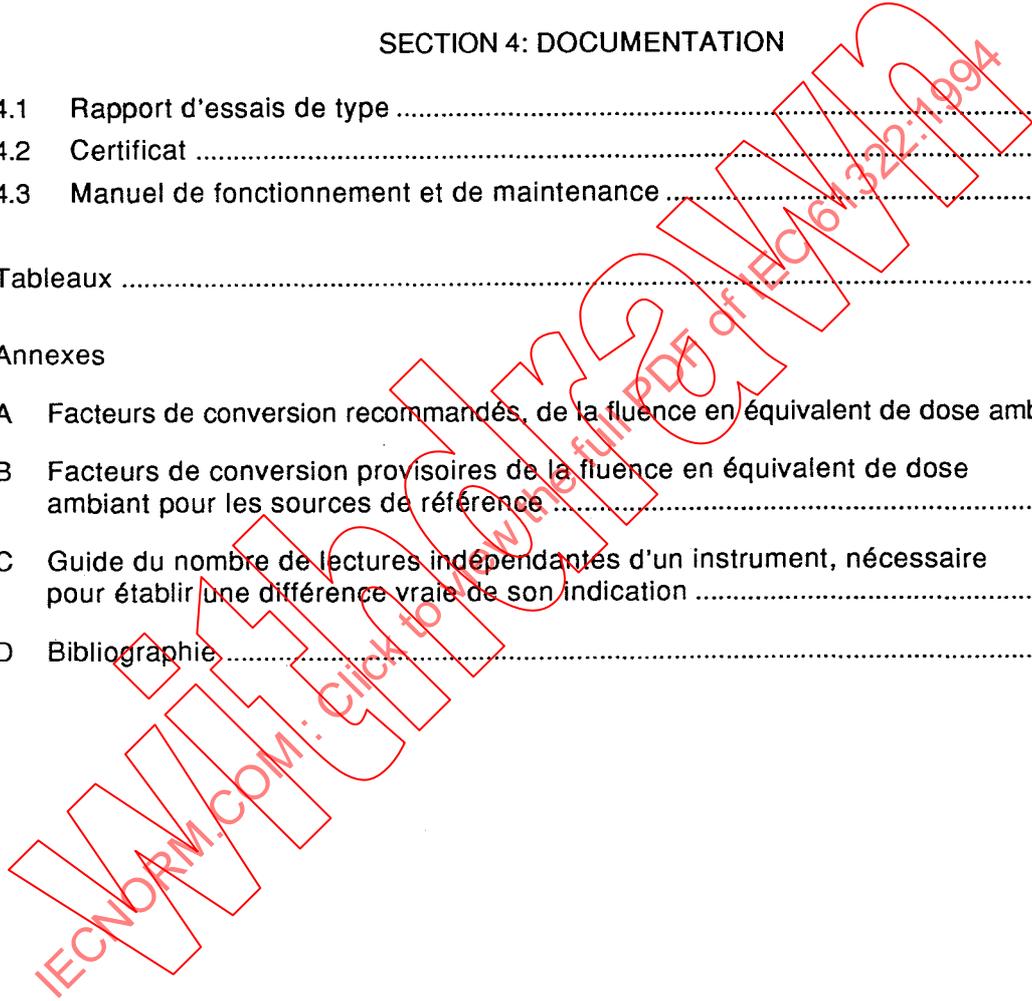
## CONTENTS

|  | Page |
|--|------|
| FOREWORD .....   | 7    |
| <b>SECTION 1: GENERAL</b>  |      |
| Clause   |      |
| 1.1 Scope and object .....   | 9    |
| 1.2 Normative references .....   | 11   |
| 1.3 Degrees of requirements .....  | 11   |
| 1.4 Terminology, quantities, dosimetric terms and units .....  | 13   |
| 1.5 Test nomenclature .....  | 21   |
| <b>SECTION 2: DESIGN REQUIREMENTS</b>  |      |
| 2.1 Construction and performance .....   | 23   |
| 2.2 Indication facilities .....  | 25   |
| 2.3 Alarm facilities .....   | 27   |
| 2.4 External facilities .....  | 29   |
| 2.5 Effective range of measurement .....   | 29   |
| 2.6 Interrelationship between response time and statistical fluctuations .....                               | 29   |
| <b>SECTION 3: TEST PROCEDURES</b>  |      |
| 3.1 Test requirements .....  | 31   |
| 3.2 Point of test .....  | 33   |
| 3.3 Background radiation .....   | 33   |
| 3.4 Statistical fluctuations .....   | 33   |
| 3.5 Reference neutron radiation .....  | 33   |
| 3.6 Relative intrinsic error in dose equivalent rate indication for the reference<br>neutron radiation ..... | 35   |
| 3.7 Variation of response with neutron radiation energy .....  | 37   |
| 3.8 Variation of response with angle of incidence .....  | 39   |
| 3.9 Response to other external ionizing radiations .....   | 45   |
| 3.10 Overload characteristics .....  | 47   |
| 3.11 Statistical fluctuations .....  | 49   |
| 3.12 Response time .....   | 51   |
| 3.13 Zero drift .....  | 53   |
| 3.14 Alarm trip range .....  | 53   |
| 3.15 Equipment failure alarms .....  | 55   |
| 3.16 Alarm response time and stability .....   | 55   |

| Articles  | Pages |
|---|-------|
| 3.17 Préchauffage .....                           | 54    |
| 3.18 Alimentation .....                           | 56    |
| 3.19 Prescriptions d'essais d'environnement ..... | 60    |
| 3.20 Pression atmosphérique .....                 | 62    |
| 3.21 Champs électromagnétiques externes .....     | 62    |
| 3.22 Champs magnétiques externes .....            | 62    |
| 3.23 Etanchéité .....                             | 62    |

SECTION 4: DOCUMENTATION

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Rapport d'essais de type .....  | 64 |
| 4.2 Certificat .....  | 64 |
| 4.3 Manuel de fonctionnement et de maintenance .....  | 64 |
| Tableaux .....  | 66 |
| Annexes   |    |
| A Facteurs de conversion recommandés, de la fluence en équivalent de dose ambiant ...   | 72 |
| B Facteurs de conversion provisoires de la fluence en équivalent de dose ambiant pour les sources de référence .....              | 74 |
| C Guide du nombre de lectures indépendantes d'un instrument, nécessaire pour établir une différence vraie de son indication ..... | 76 |
| D Bibliographie .....   | 78 |



| Clause                                     | Page |
|--|------|
| 3.17 Warm-up .....                         | 55   |
| 3.18 Power supply .....                    | 57   |
| 3.19 Environmental test requirements ..... | 61   |
| 3.20 Atmospheric pressure .....            | 63   |
| 3.21 External electromagnetic fields ..... | 63   |
| 3.22 External magnetic fields .....        | 63   |
| 3.23 Sealing .....                         | 63   |

#### SECTION 4: DOCUMENTATION

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Type test report .....   | 65 |
| 4.2 Certificate .....  | 65 |
| 4.3 Operation and maintenance manual .....   | 65 |
| Tables .....   | 67 |
| Annexes  |    |
| A Recommended fluence to ambient dose equivalent conversion factors .....  | 73 |
| B Provisional fluence to ambient dose equivalent for the neutron reference radiation sources .....                     | 75 |
| C A guide to the number of independent instrument readings required to establish a true difference in indication ..... | 77 |
| D Bibliography .....   | 79 |

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61322:1994

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION –  
DÉBITMÈTRES À POSTE FIXE, ENSEMBLES D'ALARME ET MONITEURS  
POUR RAYONNEMENTS NEUTRONIQUES COMPRIS ENTRE  
L'ÉNERGIE DES NEUTRONS THERMIQUES ET 15 MeV**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1322 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| DIS        | Rapport de vote |
|------------|-----------------|
| 45B(BC)107 | 45B(BC)136      |

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 annexes A, B, C et D sont données uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –  
INSTALLED DOSE EQUIVALENT RATE METERS, WARNING ASSEMBLIES  
AND MONITORS FOR NEUTRON RADIATION OF ENERGY  
FROM THERMAL TO 15 MeV**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1322 has been prepared by sub-committee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

|            |                  |
|------------|------------------|
| DIS        | Report on voting |
| 45B(CO)107 | 45B(CO)136       |

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

Annexes A, B, C and D are for information only.

# INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – DÉBITMÈTRES À POSTE FIXE, ENSEMBLES D'ALARME ET MONITEURS POUR RAYONNEMENTS NEUTRONIQUES COMPRIS ENTRE L'ÉNERGIE DES NEUTRONS THERMIQUES ET 15 MeV

## Section 1: Généralités

### 1.1 Domaine d'application et objet

1.1.1 La présente Norme internationale s'applique aux débitmètres à poste fixe, ensembles d'alarmes et moniteurs, tels qu'ils sont définis en 1.4. Elle couvre l'appareillage destiné à mesurer les rayonnements neutroniques compris entre l'énergie des neutrons thermiques et 15 MeV dans les grandeurs d'équivalent de dose, pour la radioprotection.

NOTE – Les appareils de ce type sont communément définis comme des moniteurs de rayonnement de zone. Ils sont employés normalement pour déterminer de façon continue la situation radiologique des zones de travail dans lesquelles le champ des rayonnements peut évoluer avec le temps, par exemple les centrales nucléaires, les accélérateurs de particules, les laboratoires de haute activité, les usines de retraitement de combustible, etc., et pour fournir des alarmes quand le champ de rayonnement évolue en dehors de limites prédéterminées. Généralement, la gamme de mesurage est de l'ordre de 10  $\mu$ Sv par heure et au-dessus. La présente norme n'est pas directement applicable à l'appareillage qui est utilisé pour des champs de rayonnements pulsés, par exemple ceux qui émanent d'accélérateurs de particules ou de générateurs de rayonnements pulsés.

Les règlements nationaux, ou la pratique, peuvent prescrire le mesurage de l'équivalent de dose ambiant. La présente norme peut être appliquée aux caractéristiques d'utilisation de l'appareillage pour mesurer cette grandeur. Par exemple, les valeurs numériques prescrites pour caractériser le rayonnement s'appliquent dans ce cas, mais les valeurs conventionnellement vraies doivent être exprimées dans la grandeur appropriée.

1.1.2 *Les ensembles considérés dans cette norme comprennent au moins:*

- un sous-ensemble de détection, qui peut, par exemple, comprendre une sonde de détection (tube compteur proportionnel à BF<sub>3</sub>, tube compteur proportionnel à <sup>3</sup>He, détecteur à scintillation à Li-I, etc.) et un milieu modérateur et absorbant environnant le détecteur,
- un sous-ensemble de mesurage, pouvant être placé dans un bâti centralisé, qui, dans les ensembles d'alarme et les moniteurs, fournit des sorties et des contacts capables d'actionner une alarme, ou d'autres circuits de coupure pour les besoins de la radioprotection.

1.1.3 La présente norme s'applique également aux ensembles de mesure à poste fixe du débit d'équivalent de dose, étudiés pour une application spéciale (par exemple des débits d'équivalent de dose très élevés). Toutefois, certaines de leurs prescriptions peuvent avoir besoin d'être amendées ou complétées en fonction des caractéristiques particulières de tels ensembles.

1.1.4 La présente norme n'est pas applicable aux moniteurs de criticité, ni aux ensembles destinés à donner des informations relatives aux paramètres d'exploitation des centrales nucléaires, pour en assurer la commande.

# RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – INSTALLED DOSE EQUIVALENT RATE METERS, WARNING ASSEMBLIES AND MONITORS FOR NEUTRON RADIATION OF ENERGY FROM THERMAL TO 15 MeV

## Section 1: General

### 1.1 Scope and object

1.1.1 This International Standard applies to installed dose equivalent rate meters, warning assemblies and monitors, as defined in clause 1.4. It covers equipment intended to measure neutron radiation in dose equivalent quantities of energy between thermal and 15 MeV for the purposes of radiation protection.

NOTE – Assemblies of this type are commonly defined as area radiation monitors. They are normally employed to determine continuously the radiological situation in working areas in which the radiation field may change with time, for example, nuclear power plants, particle accelerators, high-activity laboratories, fuel reprocessing plants, etc., and to provide alarms when the radiation field goes outside predetermined limits. Typically, the range of measurement will be from the order of 10  $\mu$ Sv per hour upward. This standard may not be directly applicable to equipment for use in pulsed radiation fields, for example those emanating from pulsed radiation or particle accelerators.

National regulations or practice may require the measurement of ambient dose equivalent. This standard may be applied to the performance characteristics of equipment to measure this quantity. For example, the numerical values given for the requirements for the radiation characteristics apply to this case, but the conventionally true values would be expressed in the appropriate quantity.

1.1.2 *The assemblies considered in this standard comprise at least:*

- a detection subassembly, which may, for example, consist of a detector probe (BF<sub>3</sub> proportional counter tube, <sup>3</sup>He proportional counter tube, Li-I scintillation detector, etc.) and a moderating and absorbing medium surrounding the detector;
- a measuring subassembly, which may be fitted into a centralized panel, which, in the case of warning assemblies and monitors, provides signal outputs and contacts capable of activating alarm or other trip circuits for the purposes of radiation protection.

1.1.3 This standard is also applicable to installed dose equivalent rate measuring assemblies designed for special application (for example, very high dose equivalent rates). However, some of the requirements may need to be amended or supplemented, according to the particular characteristics of such assemblies.

1.1.4 This standard is not applicable to criticality monitors, or to assemblies intended to give information about operational parameters of nuclear plants for control purposes.

1.1.5 Les ensembles conçus pour remplir des fonctions combinées doivent répondre aux prescriptions s'appliquant à chacune de ces fonctions. Les ensembles destinés à, et conçus pour, remplir une seule fonction, mais qui sont également capables d'en exécuter d'autres, ne doivent satisfaire qu'aux prescriptions de la fonction pour laquelle ils sont destinés, mais la conformité aux prescriptions des autres fonctions est souhaitable.

1.1.6 La présente norme ne s'applique pas aux caractéristiques fonctionnelles des instruments d'indication ou d'enregistrement en tant que tels (par exemple, appareils d'indication, enregistreurs, alarmes, etc.). Les caractéristiques de ces instruments doivent être en conformité avec les prescriptions générales qui leur sont appropriées.

1.1.7 La présente norme spécifie les caractéristiques générales, les procédures générales d'essais, les caractéristiques du rayonnement, de la partie électrique, de la sûreté et de l'environnement, ainsi que le certificat d'identification pour les ensembles définis dans le domaine d'application.

## 1.2 Références normatives

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

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

CEI 50(392): 1976, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 392: Instrumentation nucléaire – Complément au chapitre 391*

CEI 68: *Essais d'environnement*

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

CEI 181A: 1965, *Premier complément*

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

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

ISO 4037-1: *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 – Partie 1: Caractéristiques des rayonnements et méthodes de production (en préparation)*

ISO 8529: 1989, *Rayonnements neutroniques de référence destinés à l'étalonnage des instruments de mesure des neutrons utilisés en radioprotection et à la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des neutrons*

## 1.3 Degrés des prescriptions

Dans la présente norme, les prescriptions sont définies de la façon suivante:

- le mot «doit» signifie que la prescription est obligatoire (lorsque cela est approprié, une déclaration limitative est incluse pour indiquer qu'une exception peut être admise);
- le mot «peut» signifie une méthode acceptable, ou un exemple de bonne pratique.

1.1.5 Assemblies designed to perform combined functions shall comply with the requirements pertaining to each of these functions. Assemblies intended for, and designed to perform, only one function, but which are also capable of executing other functions, need only comply with the requirements for their intended function, but compliance with the requirements for the other functions is desirable.

1.1.6 This standard is not applicable to the operating characteristics of indicating or recording instruments as such (for instance, indicating meters, recorders, alarms, etc.). The characteristics of such instruments shall be in conformity with the general requirements appropriate to them.

1.1.7 This standard specifies standard general characteristics, general test procedures, radiation, electrical, safety and environmental characteristics, as well as the identification certificate for the assemblies defined in the scope.

## 1.2 Normative references

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

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

IEC 50(392): 1976, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 392: Nuclear instrumentation – Supplement to chapter 391*

IEC 68: *Environmental testing*

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

IEC 181A: 1965, *First supplement*

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

IEC 293: 1968, *Supply voltages for transistorized nuclear instruments*

ISO 4037-1: *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and dose rate-meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 1: Characteristics of the radiations and their methods of production (in preparation)*

ISO 8529: 1989, *Neutron reference radiations for calibrating neutron-measuring devices used for radiation protection purposes and for determining their response as a function of neutron energy*

## 1.3 Degrees of requirements

In this standard, requirements are defined as follows:

- the word "shall" signifies a mandatory requirement (where appropriate a qualifying statement is included to indicate that there may be allowable exceptions);
- the word "may" signifies an acceptable method, or an example of good practice.

#### 1.4 Terminologie, grandeurs, termes dosimétriques et unités

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

Pour les ensembles mesurant l'équivalent de dose neutronique, les définitions suivantes doivent être appliquées.

##### 1.4.1 Dose absorbée

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

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

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

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

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

##### 1.4.2 Débit de dose absorbée

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

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

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

##### 1.4.3 Equivalent de dose et dose équivalente dans un organe ou tissu

L'équivalent de dose,  $H$ , est le produit de  $D$  et  $Q$ , au point considéré dans le tissu, où  $D$  est la dose absorbée et  $Q$  est le facteur de qualité (voir rapport CIUR 40 (1986)).

$$H = DQ$$

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

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

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

Récemment, le rapport CIPR 60 (1990) a recommandé une nouvelle grandeur dérivée de la dose moyenne absorbée par un tissu ou un organe appelée la «dose équivalente».

#### 1.4 Terminology, quantities, dosimetric terms and units

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

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

##### 1.4.1 Absorbed dose

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

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

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

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

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

##### 1.4.2 Absorbed dose rate

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

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

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

##### 1.4.3 Dose equivalent and equivalent dose in an organ or tissue

The dose equivalent,  $H$ , is the product of  $D$  and  $Q$ , at the point of interest in tissue, where  $D$  is the absorbed dose and  $Q$  is the quality factor (see ICRU 40 (1986)).

$$H = DQ$$

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

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

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

Recently, ICRP 60 (1990) recommended a new quantity derived from absorbed dose averaged over a tissue or organ and named the "equivalent dose".

La dose équivalente,  $H_{T,R}$ , dans un tissu ou un organe T due au rayonnement R est donnée par:

$$H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R}$$

où

$D_{T,R}$  est la dose moyenne absorbée, due à un rayonnement R, dans un tissu ou organe T, et

$W_R$  est le facteur de pondération du rayonnement. Puisque  $W_R$  est sans dimension, l'unité SI de la dose équivalente est la même que celle de la dose absorbée, soit  $J \cdot kg^{-1}$ , et son nom spécial est le sievert (Sv).

#### 1.4.4 Débit d'équivalent de dose et débit de dose équivalente

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

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

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

La dérivée par rapport au temps de la dose équivalente est le débit de dose équivalente  $\dot{H}_{T,R}$ .

Les unités SI de  $\dot{H}_{T,R}$  sont les mêmes que celles de  $\dot{H}$ .

#### 1.4.5 Fluence

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

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

L'unité SI de fluence est  $m^{-2}$ .

#### 1.4.6 Débit de fluence (densité de flux)

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

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

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

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

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

The equivalent dose,  $H_{T,R}$ , in tissue or organ T due to radiation R, is given by:

$$H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R}$$

where

$D_{T,R}$  is the average absorbed dose from radiation R in tissue or organ T, and

$W_R$  is the radiation weighting factor. Since  $W_R$  is dimensionless, the SI unit of equivalent dose is the same as for absorbed dose, namely  $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ , and its special name is sievert (Sv).

#### 1.4.4 Dose equivalent rate and equivalent dose rate

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

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

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

The time derivative of the equivalent dose is the equivalent dose rate,  $\dot{H}_{T,R}$ .

The SI units of  $\dot{H}_{T,R}$  are the same as for  $\dot{H}$ .

#### 1.4.5 Fluence

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

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

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

#### 1.4.6 Fluence rate (flux density)

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

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

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

#### 1.4.7 Ambient dose equivalent, $H^*(d)$

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

## NOTES

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

2 La sphère de la CIUR (Rapport CIUR 33, 1980) est une sphère de 30 cm de diamètre en matériau équivalent au tissu, de masse volumique  $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , dont la composition massique est la suivante: 76,2 % d'oxygène, 11,1 % de carbone, 10,1 % d'hydrogène et 2,6 % d'azote.

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

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

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

#### 1.4.8 Facteur de conversion de la fluence en équivalent de dose

Comme démontré dans le rapport CIPR 60, utilisant les calculs publiés dans *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 40, No. 2, (1992), pp. 77-84 «*Calculs de l'équivalent de dose ambiant dû aux neutrons sur la base de facteurs de qualité révisés de la CIPR*», les facteurs de qualité efficaces pour une profondeur de 10 mm dans la sphère de la CIUR en fonction des énergies de neutrons sont cohérents avec les valeurs recommandées de  $W_R$ .

Les annexes A et B donnent les facteurs de conversion de la fluence en équivalent de dose ambiant extraits de la référence mentionnée ci-dessus.

D'autres facteurs de conversion peuvent être choisis par accord entre le constructeur et l'acheteur.

#### 1.4.9 Grandeurs auxquelles la présente norme se rapporte

Dans la présente norme, la grandeur à mesurer, que ce soit le débit d'équivalent de dose maximum dans un fantôme cylindrique, ou le débit d'équivalent de dose ambiant, est en général simplement indiquée en tant que débit d'équivalent de dose. C'est seulement là où il est nécessaire de différencier les grandeurs que le terme débit d'équivalent de dose est plus amplement qualifié.

##### 1.4.10 Débitmètre d'équivalent de dose

Appareil de mesure de rayonnement destiné à mesurer le débit d'équivalent de dose dû au rayonnement neutronique, comportant un ou plusieurs détecteurs de rayonnement et des sous-ensembles associés ou unités fonctionnelles de base.

##### 1.4.11 Ensemble d'alarme de débit d'équivalent de dose

Ensemble destiné à donner une alarme visuelle ou sonore si le débit d'équivalent de dose dû au rayonnement neutronique dépasse une valeur prédéterminée, ou si la valeur mesurée n'est pas à l'intérieur de limites prédéterminées.

##### 1.4.12 Moniteur de débit d'équivalent de dose

Appareil ayant à la fois les fonctions de débitmètre d'équivalent de dose et d'ensemble d'alarme de débit d'équivalent de dose.

## NOTES

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

2 The ICRU sphere (ICRU Report 33, 1980) is a 30 cm diameter, tissue-equivalent sphere with a density of  $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  and a mass composition of 76,2 % oxygen, 11,1 % carbon, 10,1 % hydrogen and 2,6 % nitrogen.

3 The recommended depth,  $d$ , for environmental monitoring in terms of  $H^*(d)$  is 10 mm, and  $H^*(d)$  may then be written as  $H^*(10)$ .

4 An instrument that has an isotropic response, a suitable energy response, and is calibrated in terms of  $H^*(d)$ , will measure  $H^*(d)$  in any radiation fields that are uniform over the dimensions of the instrument.

5 The definition  $H^*(d)$  requires the design of the instrument to take account of backscatter.

#### 1.4.8 Fluence to dose equivalent conversion factor

As demonstrated by ICRP Report 60, using the calculation published in *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 40, No. 2, (1992), pp. 77-84 "Calculation of the neutron ambient dose equivalent on the basis of ICRP revised quality factors", the effective quality factors for 10 mm depth inside the ICRU sphere as a function of neutron energies is consistent with the recommended values of  $W_R$ .

Annexes A and B give fluence to ambient dose equivalent conversion factors taken from the above-mentioned reference.

Alternative conversion factors may be agreed between the manufacturer and the purchaser.

#### 1.4.9 Quantities to which this standard refers

In this standard, the quantity being measured, whether maximum dose equivalent rate in a cylindrical phantom, or ambient dose equivalent rate, is generally referred to simply as dose equivalent rate. Only where it is necessary to differentiate between the quantities is the word dose equivalent rate further qualified.

#### 1.4.10 Dose equivalent rate meter

A radiation meter intended to measure the dose equivalent rate due to neutron radiation and including one or several radiation detectors and associated subassemblies or basic function units.

#### 1.4.11 Dose equivalent rate warning assembly

An assembly intended to give a visual or audible warning that the dose equivalent rate, due to neutron radiation, exceeds some predetermined value, or that the measured value is not within some predetermined limits.

#### 1.4.12 Dose equivalent rate monitor

An assembly having the functions of both a dose equivalent rate meter and a dose equivalent rate warning assembly.

#### 1.4.13 Point de référence d'un ensemble

Un ou plusieurs repères physiques gravés sur l'ensemble qui doit permettre de le placer au point où la valeur conventionnellement vraie de la grandeur à mesurer est connue.

#### 1.4.14 Valeur conventionnellement vraie

C'est la meilleure estimation du débit d'équivalent de dose, utilisée pour l'étalonnage d'un ensemble. Cette valeur et son incertitude doivent être établies à partir d'un étalon primaire ou secondaire<sup>1)</sup>, ou avec un instrument de référence qui a été étalonné par rapport à un étalon secondaire ou primaire.

#### 1.4.15 Débit d'équivalent de dose indiqué

La valeur du débit d'équivalent de dose indiqué par l'ensemble de mesure au cours de l'essai.

#### 1.4.16 Réponse

La réponse,  $R$ , d'un ensemble est le rapport de la valeur indiquée par l'ensemble,  $\dot{H}_i$ , à la valeur conventionnellement vraie,  $\dot{H}_v$ , du débit d'équivalent de dose:

$$R = \frac{\dot{H}_i}{\dot{H}_v}$$

#### 1.4.17 Erreur relative d'indication

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

$$I (\%) = \frac{\dot{H}_i - \dot{H}_v}{\dot{H}_v} \times 100$$

#### 1.4.18 Erreur relative intrinsèque

Erreur relative de l'indication d'un ensemble soumis à un rayonnement de référence déterminé, dans des conditions de référence spécifiées.

#### 1.4.19 Coefficient de variation, $V$

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

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

<sup>1)</sup> Les étalons primaires ou secondaires pour le rayonnement neutronique sont caractérisés habituellement en termes de fluence (ou de débit). Pour convertir la fluence (ou le débit) en valeur conventionnellement vraie d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) ambiant, les facteurs de conversion appropriés de la fluence (ou du débit) en équivalent de dose (ou en débit d'équivalent de dose) ambiant, donnés aux annexes A et B, doivent être utilisés, à moins qu'un accord entre le constructeur et l'acheteur stipule d'autres facteurs de conversion.

#### 1.4.13 *Reference point of an assembly*

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.

#### 1.4.14 *Conventionally true value*

The best estimate of the true dose equivalent rate, used for calibration of the equipment, this value and its uncertainty shall be determined from a primary or a secondary standard<sup>1)</sup>, or by a reference instrument which has been calibrated against a secondary or a primary standard.

#### 1.4.15 *Indicated dose equivalent rate*

The value of the dose equivalent rate as indicated by the measuring assembly under test.

#### 1.4.16 *Response*

The response  $R$ , of an assembly is the ratio of the assembly's indicated value,  $\dot{H}_i$ , of the dose equivalent rate to the conventionally true value,  $\dot{H}_t$ , of the dose equivalent rate:

$$R = \frac{\dot{H}_i}{\dot{H}_t}$$

#### 1.4.17 *Relative error of an indication*

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

$$I(\%) = \frac{\dot{H}_i - \dot{H}_t}{\dot{H}_t} \times 100$$

#### 1.4.18 *Relative intrinsic error*

The relative error of indication of an assembly with respect to a quantity when subjected to a specified reference radiation under specified reference conditions.

#### 1.4.19 *Coefficient of variation, $V$*

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

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

<sup>1)</sup> Primary or secondary standards of neutron radiation are usually standardized in terms of fluence (rate). In converting the fluence (rate) to the conventionally true value of the ambient dose equivalent (rate), the appropriate fluence (rate) to ambient dose equivalent (rate) conversion factors given in annexes A and B shall be used, unless otherwise agreed between the manufacturer and the purchaser.

#### 1.4.20 *Etendue effective de mesure*

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

#### 1.4.21 *Temps de réponse*

Délai entre l'exposition initiale de l'ensemble de détection à un débit d'équivalent de dose donné et le moment où l'indication atteint 90 % de la valeur d'équilibre, ou, pour les moniteurs intégrateurs, 90 % de la valeur d'équilibre de la dérivée première de l'indication par rapport au temps.

#### 1.4.22 *Unités*

Le système d'unités employé dans la présente norme est le système SI, comme cela est recommandé par la Conférence générale des Poids et Mesures.

#### 1.4.23 *Constructeur et acheteur*

Le terme «constructeur» inclut le concepteur de l'appareillage.

Le terme «acheteur» inclut l'utilisateur de l'appareillage.

### 1.5 **Nomenclature des essais**

#### 1.5.1 *Essais de qualification*

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

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

##### a) *Essai de type*

Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications. [VEI 151-04-15]

##### b) *Essai individuel de série*

Essai auquel est soumis chaque dispositif au cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis. [VEI 151-04-16]

#### 1.5.2 *Essai d'acceptation*

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

#### 1.4.20 *Effective range of measurement*

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

#### 1.4.21 *Response time*

The time delay between initial exposure of the detection assembly to a given dose equivalent rate and the attainment of 90 % or the equilibrium reading, or for integrating monitors, 90 % of the equilibrium value of the first derivative of the indication, with respect to time.

#### 1.4.22 *Units*

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

#### 1.4.23 *Manufacturer and purchaser*

The term "manufacturer" includes the designer of the equipment.

The term "purchaser" includes the user of the equipment.

### 1.5 **Test nomenclature**

#### 1.5.1 *Qualification tests*

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

Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests.

##### a) *Type test*

A test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications. [IEV 151-04-15]

##### b) *Routine test*

A test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria. [IEV 151-04-16]

#### 1.5.2 *Acceptance test*

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

## Section 2: Prescriptions de conception

### 2.1 Construction et exécution

2.1.1 L'appareillage peut être conçu comme un appareil autonome, avec le détecteur à côté ou incorporé à l'intérieur de l'ensemble, ou avec le détecteur distant du reste de l'appareillage. Dans le dernier cas, le détecteur peut se trouver jusqu'à 10 m de toute électronique (préamplificateur) et le détecteur et tout préamplificateur à 100 m ou plus du sous-ensemble d'indication et d'alarme. Il peut être souhaitable que toutes ces options soient prévues par une conception de base unique de l'appareillage.

2.1.2 L'appareillage doit mesurer le débit d'équivalent de dose ou le débit d'équivalent de dose ambiant dû à un rayonnement neutronique dans une gamme d'énergie définie entre l'énergie thermique et 15 MeV. En général, la commutation manuelle des calibres doit être évitée pour toute l'étendue de mesure.

La grandeur de dose que l'instrument est destiné à mesurer, que ce soit le débit d'équivalent de dose ou le débit d'équivalent de dose ambiant, doit être indiquée sur l'appareillage.

2.1.3 Les appareils doivent être conçus de façon à limiter autant que possible toute réponse indésirable aux rayonnements électromagnétiques et ionisants autres que le rayonnement neutronique.

2.1.4 Lorsque les détecteurs doivent être utilisés dans des champs neutroniques intenses, il convient que le sous-ensemble de détection soit construit avec des matériaux qui minimisent les effets d'activation des neutrons.

2.1.5 Les informations concernant le point de référence du détecteur pour les opérations d'étalonnage doivent être indiquées sur la surface extérieure. L'orientation de l'instrument par rapport à la direction de référence d'étalonnage doit être donnée en relation avec le boîtier de l'instrument.

2.1.6 Les commandes et les réglages qui affectent les valeurs fixées pour l'étalonnage et l'alarme doivent être conçus de telle façon que leur accès puisse être limité aux seules personnes autorisées.

2.1.7 Des facilités doivent être prévues pour l'essai des lampes ou autres indicateurs visuels d'alarme.

2.1.8 Des dispositions doivent normalement être prévues pour permettre l'introduction d'un signal d'entrée simulant la sortie du détecteur et, si possible, celles-ci ne doivent pas nécessiter d'accès à l'unité de tête. Celles-ci s'ajoutent aux dispositifs de vérification d'alarme, et peuvent être de simples adaptateurs pour l'injection d'un signal d'essai convenable. Des détails complets doivent être fournis sur tout appareillage d'essai spécial nécessaire.

2.1.9 Si un desséchant est utilisé, il doit être disposé de façon à ce qu'un changement de couleur, une fois qu'il est épuisé, puisse être vu de l'extérieur du moniteur à travers une fenêtre transparente.

## Section 2: Design requirements

### 2.1 Construction and performance

2.1.1 Equipment may be designed as a single assembly with the detector adjacent to, or contained within, the assembly, or with the detector remote from the remaining equipment. In the latter case, the detector may be up to 10 m from any electronics (head amplifier) and the detector and any head amplifier up to 100 m or more from the indicator and alarm subassembly. It may be desirable for all these options to be provided by a single basic design of equipment.

2.1.2 The equipment shall measure the dose equivalent rate or the ambient dose equivalent rate due to a neutron radiation over a stated energy range between thermal to 15 MeV. In general, manual range switching shall be avoided for the whole range of measurement.

The dose quantity which the equipment is intended to measure, whether dose equivalent rate or ambient dose equivalent rate, shall be marked on the assembly.

2.1.3 Assemblies shall be designed so as to limit as far as possible any undesirable response to electromagnetic and ionizing radiations other than neutron radiation.

2.1.4 Where detectors are to be used in high neutron radiation fields, the detector sub-assembly should be constructed of materials which will minimize the effects of neutron activation.

2.1.5 Information regarding the reference point of the detector for calibration purposes shall be indicated on the outer surface. The orientation of the instrument relative to the reference calibration direction shall be given in relation to the instrument enclosure.

2.1.6 Controls and adjustments which affect calibration and alarm settings shall be so designed that access to them can be limited to authorized persons.

2.1.7 Provision shall be made to permit testing of lamps or other visual warning indicators.

2.1.8 Provision normally shall be made to allow introduction of a signal input simulating the detector output and, where possible, this shall not require access to the head unit. This provision is in addition to the alarm check facilities and may simply be arrangements for the injection of a suitable test signal. Full details shall be provided of any special test equipment required.

2.1.9 If a desiccant is used, it shall be arranged so that when spent, a colour change can be seen through a transparent window from the exterior of the monitor.

2.1.10 Le sous-ensemble détecteur doit être construit de manière à faciliter la décontamination.

2.1.11 Le moniteur doit être conçu afin de présenter un temps moyen entre pannes de 10 000 h pour les pannes «certaines» (celles qui provoquent une alarme, ou autrement indiquées) et de 50 000 h pour les pannes «incertaines» (celles qui ne sont pas indiquées). Une preuve doit être fournie par le constructeur pour justifier les performances ci-dessus. Ceci sera normalement sous forme d'estimation théorique et, dans ce cas, les données de base et la méthode d'estimation doivent être convenues entre le constructeur et l'acheteur. Il serait aussi souhaitable que l'estimation théorique soit revue en fonction de l'expérience opérationnelle ultérieure.

2.1.12 Dans certaines circonstances, l'appareillage peut être appelé à fonctionner dans des endroits sujets à des perturbations sismiques. Toutes les prescriptions pour l'utilisation de l'appareillage dans de telles conditions doivent être convenues entre le constructeur et l'acheteur, en même temps que toutes les prescriptions d'essais complémentaires.

2.1.13 Partout où les instruments utilisent des détecteurs, ou d'autres composants, qui ont une durée de vie limitée sous rayonnement, le constructeur doit spécifier la durée de vie qui peut raisonnablement être attendue. Une distinction doit être faite entre la durée de vie en service, au cours du fonctionnement, et la «durée de vie» quand il est irradié en état de non-fonctionnement. Cette valeur peut être basée sur des données statistiques et faire référence à des composants similaires, plutôt que sur des essais spécifiques sur l'appareillage.

2.1.14 Lorsque des sources radioactives sont incorporées dans l'appareillage, ces sources, et l'étiquetage de l'instrument, doivent être conformes aux réglementations internationales et nationales appropriées en vigueur pour les matières radioactives.

2.1.15 La durée pendant laquelle toute source radioactive remplira effectivement sa fonction doit être spécifiée par le constructeur, et ne doit pas être inférieure à 5 ans, à moins qu'un réglage de la position de la source soit prévu pour tenir compte de la période radioactive de la source. Dans ce cas, un réglage ne doit pas être exigé plus d'une fois par an.

## 2.2 Dispositifs d'indication

2.2.1 Le moniteur doit être capable de donner une indication locale et un signal d'alarme, et il peut comporter des dispositifs pour répéter ceux-ci à une station télécommandée, à une distance pouvant aller jusqu'à 1 000 m. Pour des installations à plusieurs moniteurs, cette station télécommandée peut abriter une unité centrale de traitement et d'affichage. Le fonctionnement de l'instrument ne doit pas en être affecté, et doit être complètement indépendant de tout mode de fonctionnement ou panne de la station télécommandée.

2.2.2 L'affichage de l'instrument doit, de préférence, être à échelle logarithmique, d'une longueur d'échelle d'au moins 20 mm par décade, avec des graduations intermédiaires appropriées, ou être un affichage numérique. Un dispositif doit être fourni pour connecter un mesureur extérieur ou un indicateur. L'affichage doit être étalonné pour tenir compte de toute source radioactive incorporée dans l'appareil, de façon que la lecture correcte soit donnée pour tous les débits de dose pendant la durée de vie spécifiée de la source. (Il peut être tenu compte de l'inexactitude permise, spécifiée dans la présente norme, en ce qui concerne la nécessité de tenir compte de cette source.)

2.1.10 The detector subassembly shall be constructed in such a manner as to facilitate decontamination.

2.1.11 The monitor shall be designed for a Mean Time Between Failure (MTBF) for "revealed" failures (failures raising an alarm or otherwise indicated) of 10 000 h and for "unrevealed" failures (failures not indicated) of 50 000 h. Evidence shall be provided by the manufacturer to justify this performance. This will normally be in the form of theoretical assessment and, in that case, the source data and assessment method shall be agreed between manufacturer and purchaser. It would also be desirable for the theoretical assessment to be reviewed against subsequent operational experience.

2.1.12 In some circumstances, equipment may be required to operate in locations subject to seismic disturbances. Any requirements for the equipment to operate in such conditions shall be agreed between manufacturer and purchaser, together with any additional test requirements.

2.1.13 Where instruments utilize detectors or other components which have a limited radiation service life, the manufacturer shall specify the service life which may reasonably be expected. Distinction shall be made between service "life" when operating, and "life" when irradiated in a non-operating condition. The basis of this value may be statistical and make reference to data on similar components, rather than specific tests on the equipment.

2.1.14 Where radioactive sources are incorporated in the equipment, these sources, and the labelling of the instrument, shall conform to the appropriate international and national regulations with regard to radioactive materials.

2.1.15 The time for which any radioactive source will be effective for its function shall be specified by the manufacturer, and shall not be less than 5 years, unless adjustment of the source position is provided to take account of the half-life of the source. In that case, adjustment shall not be required more than once a year.

## 2.2 Indication facilities

2.2.1 The monitor shall be capable of giving a local indication and alarm signal and may have facilities to repeat these to a remote station at a distance of up to 1 000 m. For multi-monitor installations, the remote station may house a central processing and display unit. The instrument performance must be unaffected by, and completely independent of, any operational mode or malfunction of the remote station.

2.2.2 The instrument display preferably shall be on a logarithmic scaled meter, of scale length at least 20 mm per decade with appropriate divisional markings, or a digital display. A facility shall also be provided to connect an external meter or indicator. The display shall be calibrated to take account of any priming source which is incorporated in the equipment, so that the correct reading is given for all dose rates during the specified life of the source. (Account may be taken of the allowable inaccuracy, specified in this standard, with regard to the necessity of accounting for that source.)

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

2.2.4 Dans le cas d'un ensemble prévu avec des échelles linéaires, le rapport d'indication entre échelles adjacentes ne doit pas dépasser un facteur 10.

2.2.5 Une sortie pour enregistreur est recommandée.

### 2.3 Dispositifs d'alarme

Les ensembles de mesure qui contiennent des circuits de sécurité doivent, si possible, être conçus pour avoir une «sécurité positive», c'est-à-dire être prévus de telle sorte qu'une interruption ou une panne d'alimentation, ou une défaillance d'un composant entraînant une perte de signal, doivent se traduire par la mise en action d'un circuit de sécurité pour produire une alarme. Il convient qu'une panne de l'alimentation ne désactive pas l'alarme. Une indication de la panne d'alimentation doit être prévue.

Les circuits d'alarme doivent avoir la possibilité, soit de maintenir une condition d'alarme jusqu'à son annulation délibérée par une commande de remise à zéro, soit de se remettre automatiquement à zéro lorsque l'état d'alarme disparaît. Les deux modes de fonctionnement doivent être disponibles sur tout appareillage par une modification simple.

Toutes les fonctions d'alarme doivent être munies de dispositifs d'essai permettant de vérifier le fonctionnement de l'alarme. En cas d'alarmes réglables, la vérification doit être possible sur toute l'étendue du réglage, et le point de fonctionnement réel de l'alarme doit être indiqué.

Les dispositifs suivants doivent être normalement prévus.

#### 2.3.1 Alarmes de niveau haut

Un ou plusieurs dispositifs d'alarme réglables pour couvrir au moins de 10 % à 90 % de la lecture d'échelle (échelles linéaires), de 50 % de la plus petite décade à 90 % de la décade la plus élevée (échelles logarithmiques), ou toutes les décades sauf la moins significative (affichage numérique). Tout retard supérieur à 2 s dans la mise en oeuvre du circuit de sécurité doit être tel que la dose résultant de ce retard ne soit pas supérieure à 100  $\mu$ Sv. Une seconde alarme, avec les mêmes spécifications, peut être incorporée, si cela est demandé par l'acheteur.

#### 2.3.2 Alarme de niveau bas

Un dispositif d'alarme de niveau bas doit être prévu. Il doit être possible de fixer cette alarme de niveau bas en un point au-dessous du minimum de l'étendue effective de mesure, tel que, en cas de panne du détecteur, cette alarme fonctionne dans les 5 min suivant cette panne. La conception doit être telle qu'avec cette alarme de niveau bas réglée selon cette prescription, la fréquence de fausses alarmes, lorsque l'unité est utilisée dans des conditions normales d'essai, doit être inférieure à une fois en 15 000 h.

Il y aura généralement une relation entre le temps de mise en action de l'alarme, la fréquence des fausses alarmes, et la marge entre le niveau de bruit de fond et le niveau d'alarme. S'il est demandé à un instrument de mesurer des débits de dose faibles, approchant ceux du bruit de fond, le niveau d'alarme devra alors être réglé bas, et une grande constante de temps pour le déclenchement de cette alarme sera nécessaire pour

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

2.2.4 In the case of an assembly provided with linear scales, the indication ratio between adjacent scales shall not exceed a factor of 10.

2.2.5 A recorder output is recommended.

### 2.3 Alarm facilities

Measuring assemblies which contain trip circuits shall, if possible, be designed to be "fail safe", that is, be so arranged that interruption or failure of the power supply or component failure causing loss of signal shall result in actuation of a trip circuit to produce an alarm. Failure of the power supply should not disable the alarm. Indication of power supply failure shall be provided.

Alarm circuits shall be operable either to hold an alarm condition until specifically reset by a reset control, or to auto-reset when the alarm state disappears. The two modes of operation shall be available by simple modification on all equipment.

All alarm functions shall be provided with test facilities to allow checking of alarm operation. In the case of adjustable alarms, checking shall be possible over the range of adjustment, with indication of the actual alarm operation point.

The following facilities normally shall be provided.

#### 2.3.1 High level alarms

One or more adjustable alarms to cover at least 10 % to 90 % of scale reading (linear scales), from 50 % of the lowest decade to 90 % of the highest decade (logarithmic scales), or over all but the least significant decade (digital display). Any delay of greater than 2 s in activating the trip circuit shall be such that the dose resulting from this delay is not more than 100  $\mu$ Sv. A second alarm with the same specification may be incorporated, if required by the purchaser.

#### 2.3.2 Low level alarm

A low level alarm facility shall be provided. It shall be possible to set this low level alarm at some point below the minimum of the effective range of measurement so that in the event of detector failure, this alarm will operate within 5 min of that failure. The design shall be such that with the low level alarm set to this requirement, the frequency of false alarms when the unit is operated under standard test conditions shall be less than once in 15 000 h.

There generally will be an interrelationship between the time for the alarm to operate, the frequency of false alarms and the margin between background level and alarm level. If an instrument is required to measure low dose rates approaching background, the alarm level will also be set low and a long time constant for alarm operation will be necessary to minimize false alarms. If a less sensitive lower range is acceptable, the low level alarm

minimiser les fausses alarmes. Si une gamme basse moins sensible est acceptable, l'alarme de niveau bas peut être réglée pour fonctionner au-dessus d'un bruit de fond augmenté où les statistiques de mesure sont telles que les fausses alarmes sont minimisées. Pour beaucoup d'appareillages de cet appareillage, ceci serait avantageux et permettrait, soit un temps de réponse plus rapide de l'alarme, soit un déclenchement moins fréquent de fausse alarme.

### 2.3.3 Alarmes de défaut

Une alarme de défaut doit être prévue pour indiquer autant de défauts de circuits électroniques qu'il est raisonnablement possible d'indiquer, y compris toutes les ruptures de câbles ou défauts de connexion; une indication séparée de la source du défaut est souhaitable. En décidant de l'étendue des alarmes de défaut, la prévision d'une alarme de niveau bas peut être prise en compte.

## 2.4 Dispositifs externes

Si un appareillage peut fonctionner avec une lecture à distance (par exemple un dispositif de comptage ou d'intégration) la sortie de l'appareil doit être repérée de façon appropriée.

La prévision des connexions d'entrée et de sortie suivantes, convenant à l'appareil, est recommandée:

- une connexion d'entrée à l'entrée du préamplificateur, pour les essais électriques;
- une connexion de sortie de l'amplificateur;
- une connexion de sortie de la sortie du discriminateur.

## 2.5 Etendue effective de mesure

Il convient que l'étendue effective de mesure couvre au moins 4 décades. Normalement, l'étendue effective doit aller de 10  $\mu$ Sv/h à 100 mSv/h (1 mrem/h à 10 rem/h). Des mesures à des débits d'équivalent de dose plus élevés, jusqu'à 1 Sv/h (100 rem/h) ou plus, peuvent être demandés. Cette possibilité doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

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

2.5.1 Pour les ensembles à échelle analogique linéaire, de 10 % à 100 % de la déviation angulaire maximale sur chaque calibre.

2.5.2 Pour les ensembles à échelle analogique logarithmique, de 1,5 fois le débit de dose significatif le plus faible repéré et la pleine échelle.

2.5.3 Pour les ensembles à indication numérique, depuis la première indication différente de zéro du second chiffre le moins significatif jusqu'à l'indication maximale de chaque calibre. (A titre d'exemple, pour un affichage dont l'indication maximale est 199,9, l'étendue effective doit aller de 1,0 à 199,9.)

## 2.6 Interdépendance 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 sont données en 3.11.

may be set to operate above an enhanced background, where the statistics of the measurement are such as to minimize false alarms. For many applications of the equipment, this would be advantageous and would allow either a more rapid alarm response time, or a less frequent false alarm operation.

### 2.3.3 *Fault alarms*

An alarm shall be provided to indicate as many electronic circuit faults as reasonably practicable, together with any cable break or disconnection faults; separate indication of the source of any fault is desirable. In deciding on the extent of fault alarms, the provision of a low level alarm may be taken into account.

## 2.4 External facilities

If an assembly can be operated with a remote read-out (for example, a counting or integrating device) the output from the assembly shall be appropriately marked.

The provision of the following input and output connections, as appropriate for the assembly, is recommended:

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

## 2.5 Effective range of measurement

The effective range of measurement should cover at least 4 decades. A typical effective range would be from 10  $\mu\text{Sv/h}$  to 100  $\text{mSv/h}$  (1  $\text{mrem/h}$  to 10  $\text{rem/h}$ ). Measurement at higher dose equivalent rates, up to 1  $\text{Sv/h}$  (100  $\text{rem/h}$ ) or higher, may be required and shall be incorporated by agreement between purchaser and manufacturer.

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

2.5.1 For assemblies with a linear analogue scale, from 10 % to 100 % of the scale maximum on each range.

2.5.2 For assemblies with a logarithmic analogue scale, from 1,5 times the lowest significant dose rate marked and full scale.

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

## 2.6 Interrelationship between response time and statistical fluctuations

The response time and coefficient of variation of the statistical fluctuations are interdependent characteristics, for which acceptable limits are given in 3.11.

Pour des débits d'équivalent de dose élevés, il est recommandé de réduire le temps de réponse, dans la mesure du possible, en respectant les limites imposées pour les fluctuations statistiques. Toutefois, il y a peu d'avantage à réduire le temps de réponse très au-dessous de 1 s; en conséquence, il serait préférable de réduire les fluctuations statistiques.

Pour des débits d'équivalent de dose très faibles, le constructeur doit préciser les valeurs appropriées du coefficient de variation et du temps de réponse; l'une de celles-ci peut, en accord avec l'acheteur, dépasser les limites données en 3.11 et 3.12.

### Section 3: Procédures d'essais

#### 3.1 Prescriptions d'essais

##### 3.1.1 Essais

A l'exception de l'essai de série décrit en 3.6.2.2, tous les essais énumérés dans les sections suivantes doivent être considérés comme des essais de type (1.5.1).

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

Les conditions normales d'essai sont définies au tableau 1.

Les essais décrits dans la présente norme peuvent être classés suivant qu'ils sont effectués dans les conditions normales d'essai ou dans d'autres conditions.

##### 3.1.2 Essais effectués dans les conditions normales d'essai

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

##### 3.1.3 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

Ces essais sont destinés à déterminer les effets des variations des grandeurs d'influence et sont mentionnés au tableau 3; l'étendue de la variation de chaque grandeur d'influence, ainsi que les limites de la variation consécutive de l'indication de l'appareil y sont également indiquées. L'étendue des variations des grandeurs d'influence, indiquée au tableau 3, définit une étendue nominale de fonctionnement à l'intérieur de laquelle la variation de l'indication doit rester dans les limites définies par le constructeur; ces limites ne doivent, en aucun cas, dépasser celles mentionnées au tableau 3.

Dans le but d'essayer les effets de la variation de l'une quelconque des grandeurs énumérées au tableau 3, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues à l'intérieur des limites des conditions normales d'essai données au tableau 1, sauf spécification contraire dans la procédure d'essai concernée.

3.1.4 Afin de simplifier ces essais pour chaque principale grandeur individuelle d'influence, seul l'essai de série concernant l'erreur intrinsèque a besoin d'être effectué, en utilisant un débit de dose d'approximativement les deux tiers de la pleine échelle, sur tout calibre ou décade.

For high dose equivalent rates, it is recommended that whenever possible, while conforming to the limits laid down for the statistical fluctuations, the response time be reduced. However, there is little advantage in reducing response time much below 1 s; thereafter, it would, however, be better practice to reduce the statistical fluctuations.

For very low dose equivalent rates, the manufacturer shall indicate the appropriate values of coefficient of variation and response time, either of which may, by agreement with the purchaser, exceed the limits given in 3.11 and 3.12.

### Section 3: Test procedures

#### 3.1 Test requirements

##### 3.1.1 Tests

With the exception of the routine test described in 3.6.2.2, all the tests enumerated in the following sections shall be considered as type tests (1.5.1).

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

Standard test conditions are defined in table 1.

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

##### 3.1.2 Tests performed under standard test conditions

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

##### 3.1.3 Test performed with variation of influence quantities

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

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

3.1.4 In order to simplify these tests for each individual principal influence quantity, only the routine test concerning the intrinsic error need be performed, using one dose rate at approximately two-thirds full scale on any range or decade.

3.1.5 Il convient d'essayer d'autres aspects du fonctionnement de l'ensemble avec variation des grandeurs d'influence seulement s'il est considéré que l'essai de série spécifié ci-dessus ne donnera pas une indication représentative.

### 3.2 Point d'essai

3.2.1 Le point d'essai est un point où la valeur conventionnellement vraie du débit d'équivalent de dose est connue. A ce point, il convient que l'uniformité du rayonnement dans le volume du détecteur de l'ensemble soit obtenue, c'est-à-dire que la non-uniformité du rayonnement soit inférieure à 5 %.

3.2.2 La valeur du débit d'équivalent de dose du rayonnement diffusé au point d'essai doit être déterminée.

L'appareil doit être placé de telle façon que le point de référence du détecteur soit au point d'essai, sauf disposition contraire définie par le constructeur.

### 3.3 Bruit de fond dû au rayonnement naturel

La réponse de l'appareil au rayonnement naturel doit être prise en compte pendant l'essai de l'appareil.

### 3.4 Fluctuations statistiques

Pour tout essai impliquant l'utilisation d'un rayonnement, si l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication, provenant de la seule nature aléatoire du rayonnement, atteint une fraction significative de la variation de l'indication permise dans l'essai, un nombre de lectures suffisant doit alors être pris pour s'assurer que la valeur moyenne de ces lectures peut être estimée avec une précision suffisante pour rendre significatif l'essai en question (voir annexe C).

L'intervalle entre de telles lectures doit être suffisant pour être certain que les lectures sont statistiquement indépendantes.

### 3.5 Rayonnement neutronique de référence

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

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

Le débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai provenant de ces sources peut être obtenu à partir de la distribution de la densité spectrale de flux délivrée par la source et des facteurs de conversion de la fluence en équivalent de dose. Les facteurs de conversion pour l'équivalent de dose ambiant sont donnés en annexe A. L'annexe B donne les facteurs de conversion pour les trois sources en termes d'équivalent de dose ambiant par unité de fluence. Les facteurs de conversion pour l'équivalent de dose peuvent être pris par ailleurs dans la publication CIPR 51.

De plus, une correction appropriée due à la composante du rayonnement gamma de l'émission de la source doit être effectuée.

3.1.5 Other aspects of the performance of the assembly should be tested with variation of influence quantities only if it is considered that the routine test specified above will not give a representative indication.

### 3.2 Point of test

3.2.1 The point of test is a point where the conventionally true value of the dose equivalent rate is known. At this point, the irradiation uniformity throughout the volume of the detector of the assembly should be achieved, that is the irradiation non-uniformity should be less than 5 %.

3.2.2 The dose equivalent rate value of the scattered radiation at the point of tests shall be determined.

The assembly shall be placed in such a way that the reference point of the detector is at the point of test, unless otherwise stated by the manufacturer.

### 3.3 Background radiation

The response of the assembly to background radiation shall be allowed for during testing of the assembly.

### 3.4 Statistical fluctuations

For any test involving the use of radiation, if the magnitude of the statistical fluctuations of the indication, arising from the random nature of radiation alone, is a significant fraction of the variation of the indication permitted in the test, then sufficient readings shall be taken to ensure that the mean value of such readings may be estimated with sufficient precision to demonstrate compliance with the test in question (see annex C).

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

### 3.5 Reference neutron radiation

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

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

The conventionally true dose equivalent rate from these sources may be obtained from the spectral flux density distribution delivered by the source and the fluence to dose equivalent conversion factors. Conversion factors for ambient dose equivalent are given in annex A. Annex B gives the conversion factors for the three sources in terms of ambient dose equivalent per unit fluence. Alternative conversion factors for dose equivalent could be taken from ICRP 51.

Furthermore, appropriate correction shall be made for the gamma ray component of the emission from the source.

### 3.6 Erreur relative intrinsèque de l'indication du débit d'équivalent de dose pour le rayonnement neutronique de référence

#### 3.6.1 Prescriptions

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

#### 3.6.2 Essais à effectuer

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

##### 3.6.2.1 Essais de type

Pour les appareils possédant des échelles pratiquement linéaires, l'essai de type doit consister en des mesures d'erreur relative intrinsèque effectuées sur tous les calibres de l'appareil, et en trois points au moins de chaque calibre. Ces points doivent être à environ 30 %, 60 % et 90 % de la déviation maximale sur chaque calibre.

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

##### 3.6.2.2 Essai individuel de série

Pour les appareils munis d'échelles pratiquement linéaires, l'essai individuel de série doit être effectué en un point sur chaque calibre entre 50 % et 75 % de l'échelle maximale.

Pour les appareils à échelles pratiquement logarithmiques ou à affichage numérique, l'essai doit être effectué à une valeur comprise entre 10 % et 90 % sur chaque décade de débit d'équivalent de dose mesuré.

#### 3.6.3 Utilisation des sources de rayonnement neutronique de référence

Les essais doivent être effectués à l'aide du rayonnement neutronique de référence spécifié en 3.5. Les conditions d'emploi de ces rayonnements de référence doivent être celles qui sont spécifiées par l'ISO 8529. La valeur de l'équivalent de dose au point d'essai doit être connu à  $\pm 10\%$  près pour chaque source utilisée.

Pour cet essai, toute incertitude dans les valeurs des facteurs de conversion de la fluence en équivalent de dose ou en équivalent de dose ambiant doit être ignorée.

#### 3.6.4 Méthode équivalente d'essai électrique

Dans le cas où l'étendue totale des débits d'équivalent de dose prescrits pour l'essai ci-dessus ne peut pas être obtenue avec les sources de rayonnement neutronique disponibles, il est admis de leur substituer un essai électrique équivalent afin de déterminer l'erreur intrinsèque aux débits d'équivalent de dose qui ne peuvent pas être fournis par les sources de rayonnement.

### 3.6 Relative intrinsic error in dose equivalent rate indication for the reference neutron radiation

#### 3.6.1 Requirements

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

#### 3.6.2 Tests to be performed

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

##### 3.6.2.1 Type tests

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. These points shall be at about 30 %, 60 % and 90 % of the scale maximum on each range.

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

##### 3.6.2.2 Routine test

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

For assemblies with substantially logarithmic scales, or digital display, the test shall be performed for one value between 10 % and 90 % in each decade of the dose equivalent rate measured.

#### 3.6.3 Use of reference neutron radiation sources

The tests shall be performed with the reference neutron radiation specified in 3.5. The conditions of use of these reference radiations shall be as specified by ISO 8529. The value of the dose equivalent at the point of test shall be known to within  $\pm 10\%$  for each source used.

For this test, any uncertainty in the values of the fluence to dose equivalent or ambient dose equivalent conversion factors shall be ignored.

#### 3.6.4 Equivalent electrical method of test

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

Dans ce cas, les sources de rayonnement doivent être capables de fournir au moins un débit d'équivalent de dose dans le calibre (ou décade) le plus élevé d'un appareil et au moins un débit d'équivalent de dose dans le calibre (ou décade) le plus faible d'un appareil pour les essais individuels de série. Pour les essais de type, au moins un point dans chaque calibre (ou décade) doit être essayé en utilisant une source de rayonnement.

Le signal électrique doit être d'une forme qui simule aussi bien que possible la forme du signal délivré par le détecteur et doit être injecté en un point tel que soit soumis à l'essai la totalité de l'appareillage, à l'exception du détecteur lui-même ou du photomultiplicateur dans le cas d'un détecteur à scintillation.

Si  $\dot{H}_i$  est le débit d'équivalent de dose indiqué quand l'appareil est soumis au débit d'équivalent de dose conventionnellement vrai, de  $H_v$ , issu d'une source de rayonnement neutronique de référence disponible, alors un signal électrique doit être injecté de telle sorte qu'il produise la même indication,  $\dot{H}_i$ . Soit  $S$  ce signal. Alors si une autre indication  $\dot{h}$  est produite par un signal d'entrée  $S_1$ , l'erreur relative intrinsèque est donnée par:

$$I(\%) = \left( \frac{\dot{h}S}{S_1 \dot{H}_i} - 1 \right) \times 100$$

et l'observation doit se situer à l'intérieur des limites données en 3.6.5.

### 3.6.5 Méthode d'interprétation des observations

Pour considérer que les prescriptions de 3.6.1 sont remplies, il est nécessaire de tenir compte de l'incertitude sur les valeurs des débits d'équivalent de dose conventionnellement vrais employés dans les essais.

Si aucune valeur observée de l'erreur relative intrinsèque n'excède  $\pm 40\%$ , les prescriptions de 3.6.1 peuvent être considérées comme remplies.

## 3.7 Variation de la réponse en fonction de l'énergie des neutrons

### 3.7.1 Prescriptions

Pour l'usage en radioprotection, il serait souhaitable que la réponse en fonction de l'énergie des neutrons, dans tout le domaine énergétique défini, n'excède pas 50 %. Toutefois, au moment de la publication, il peut ne pas être possible d'atteindre cette performance. Donc, le constructeur doit s'efforcer d'atteindre la meilleure réponse en énergie possible, et doit la spécifier, au moins pour les énergies données ci-après.

Comme il y a des difficultés pratiques pour vérifier les performances d'un ensemble sur 9 décades d'énergie de rayonnement, depuis les neutrons thermiques jusqu'à 15 MeV, les prescriptions d'énergie d'irradiation peuvent être réduites au minimum aux énergies citées ci-dessous:

- a) neutrons thermiques;
- b) une énergie neutronique dans la gamme de 1 keV à 50 keV;
- c) une énergie neutronique dans la gamme de 50 keV à 600 keV;
- d) une énergie neutronique dans la gamme de 1 MeV à 5 MeV;
- e) une énergie neutronique dans la gamme de 13,5 MeV à 15 MeV.

In that case, the radiation sources shall be capable of providing at least one dose equivalent rate 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 for routine tests. For type tests, at least one point in each range or decade must be tested using a radiation source.

The electrical signal shall be of a form to simulate as closely as possible the form of signal delivered by the detector and shall be injected at a point that will test the whole of the assembly, apart from the detector itself, or the photomultiplier in the case of a scintillator detector.

If  $\dot{H}_i$  is the indicated dose equivalent rate when the assembly is subjected to a conventionally true dose equivalent rate  $\dot{H}_t$ , from the neutron reference source available, then an electrical signal shall be injected so as to produce the same indication,  $\dot{H}_i$ . Let this signal be  $S$ . Then if another indication  $\dot{h}$  is produced by an input signal  $S_1$ , the relative intrinsic error is given by:

$$I (\%) = \left( \frac{\dot{h}S}{S_1 \dot{H}_i} - 1 \right) \times 100$$

and the observation shall be within the limits given in 3.6.5.

### 3.6.5 Method of interpretation of observations

In considering whether the requirements of 3.6.1 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 the relative intrinsic error exceeds  $\pm 40\%$ , the requirements of 3.6.1 can be considered to be met.

## 3.7 Variation of response with neutron radiation energy

### 3.7.1 Requirements

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

Since there are practical difficulties in investigating the performance of an assembly over 9 decades of radiation energy from thermal neutrons up to 15 MeV, the irradiation energy requirements may be restricted to a minimum of the energies quoted below:

- a) thermal neutrons;
- b) one neutron energy in the range between 1 keV and 50 keV;
- c) one neutron energy in the range between 50 keV and 600 keV;
- d) one neutron energy in the range between 1 MeV and 5 MeV;
- e) one neutron energy in the range between 13,5 MeV and 15 MeV.

Si l'instrument est supposé conçu pour être utilisé depuis l'énergie thermique jusqu'à une énergie inférieure à 15 MeV, il convient que le document d'accompagnement l'indique clairement et précise l'énergie limite supérieure.

### 3.7.2 *Méthode d'essai*

Les appareils doivent être exposés à au moins une source neutronique dans chacune des gammes a) à e) inclusivement, indiquées en 3.7.1. La méthode de production et l'utilisation de ces sources de neutrons doit être en accord avec les recommandations proposées par l'ISO 8529.

En principe cet essai est idéalement effectué au même débit d'équivalent de dose indiqué pour chaque énergie de rayonnement. En pratique, cela peut ne pas être possible. Dans ce cas, le débit d'équivalent de dose indiqué pour énergie de rayonnement doit être corrigé de l'erreur relative intrinsèque (interpolée si nécessaire) à ce débit d'équivalent de dose indiqué pour le rayonnement neutronique de référence (voir 3.6).

### 3.8 **Variation de la réponse avec l'angle d'incidence**

La présente norme est relative aux ensembles détecteurs avec un grand angle d'acceptation et ayant essentiellement une symétrie circulaire sur un plan, normalement horizontal, lors de l'utilisation. La norme reconnaît les limitations pratiques d'obtention d'une sensibilité uniforme sur  $4\pi$ . Les prescriptions suivantes sont formulées pour deux configurations de détecteur possibles. La configuration a) où l'orientation pour l'étalonnage peut être considérée comme proche d'un axe de symétrie, et la configuration b) où l'orientation de l'étalonnage est normale à une direction qui peut être considérée comme proche d'un axe de symétrie.

Le constructeur doit spécifier la configuration utilisée.

#### 3.8.1 *Prescriptions*

Les prescriptions sont spécifiées ci-dessous pour les deux configurations d'étalonnage du détecteur. La figure 1 illustre la procédure pour chaque configuration.

If it is intended that an instrument is to be used over the energy range from thermal up to a limit lower than 15 MeV, the accompanying document should clearly state this, and should specify the upper energy limit.

### 3.7.2 *Method of test*

The assemblies shall be exposed to at least one source of neutrons in each of the ranges a) to e) inclusive, listed in 3.7.1. The method of production and the use of these neutron sources shall be in accordance with the recommendations proposed by ISO 8529.

In principle, this test is best performed at the same indicated dose equivalent rate for each radiation energy. In practice, this may not be possible, in which case the indicated dose equivalent rate of each radiation energy shall be corrected for the relative intrinsic error (interpolated if necessary) at that indicated dose equivalent rate for the reference neutron radiation (see 3.6).

### 3.8 **Variation of response with angle of incidence**

This standard relates to detector assemblies with a wide angle of acceptance and having essentially circular symmetry in one plane, normally horizontal, in use. The standard recognizes the practical limitations of achieving a uniform sensitivity over  $4\pi$ . The following requirements are formulated for two possible detector configurations. Configuration a) where the orientation for calibration can be regarded as approximate to an axis of symmetry, and configuration b) where the orientation for calibration is normal to a direction that can be regarded as approximate to an axis of symmetry.

The manufacturer shall state the configuration used.

#### 3.8.1 *Requirements*

The requirements are specified below for both configurations of detector calibration. Figure 1 illustrates the intended procedure.

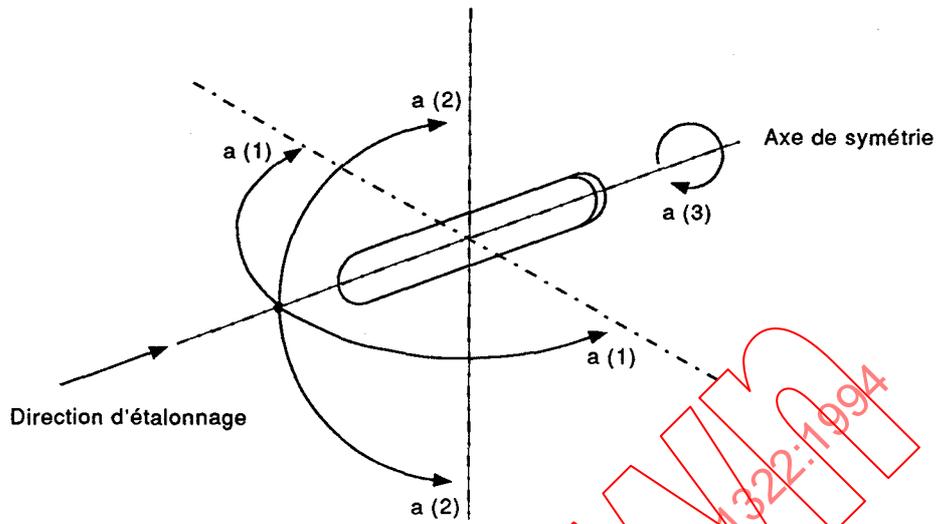


Figure 1a - Configuration a)

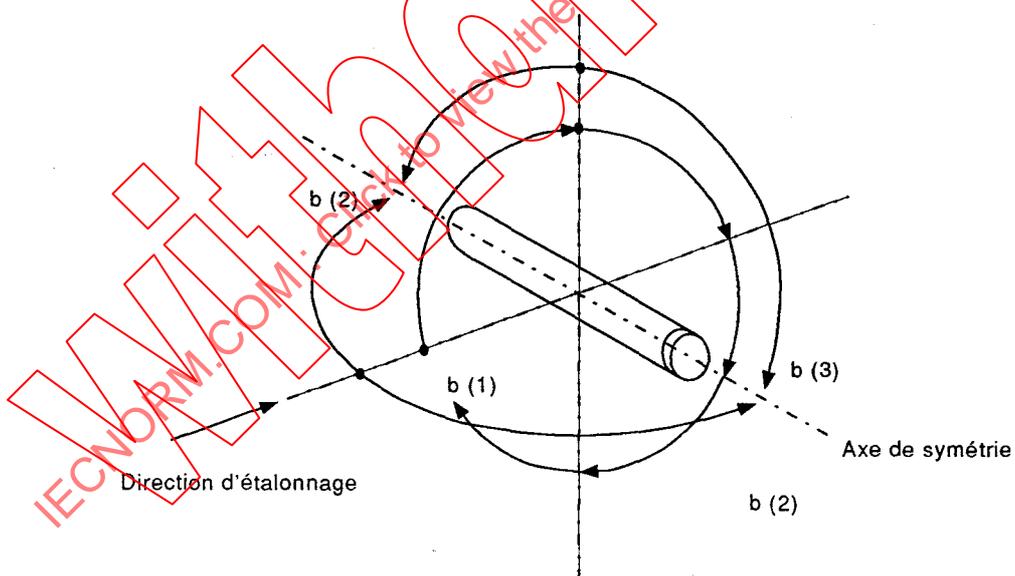


Figure 1b - Configuration b)

NOTE - Pour les besoins de l'illustration, ces schémas montrent la rotation du champ de rayonnement au lieu de la rotation du détecteur.

Figure 1 - Essai de réponse angulaire

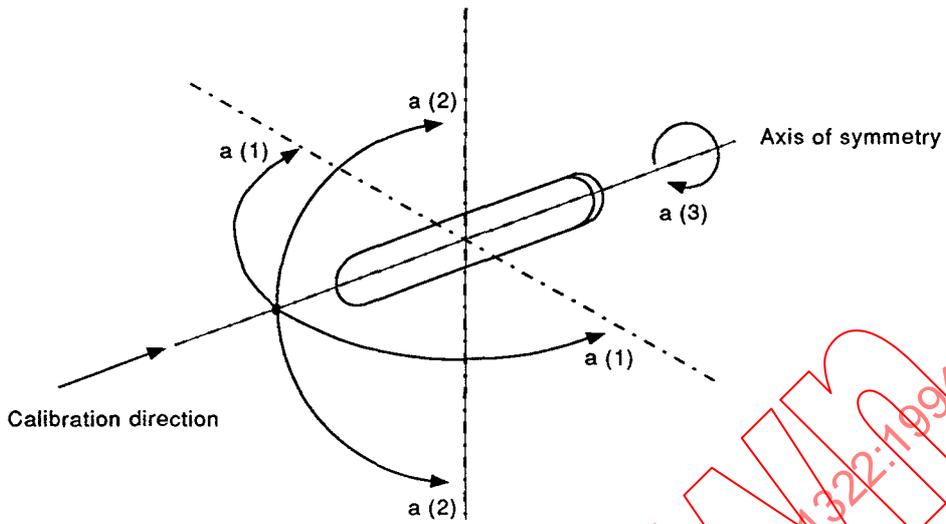


Figure 1a - Configuration a)

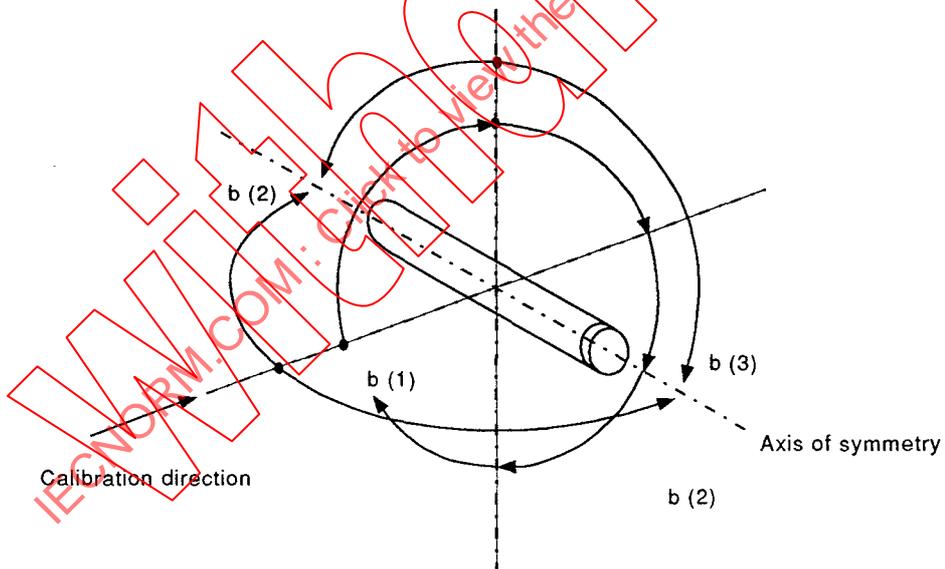


Figure 1b - Configuration b)

NOTE - For purpose of illustration, rotation of radiation field is shown instead of rotation of the detector.

Figure 1 - Test for angular response

### Configuration a)

L'ensemble détecteur doit être placé avec sa direction d'orientation telle qu'elle est spécifiée par le constructeur, le long de l'axe d'étalonnage.

1) La réponse de l'ensemble au rayonnement incident en fonction des angles par rapport à la direction d'étalonnage ne doit pas varier de plus de  $\pm 25\%$  par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage quand l'ensemble détecteur est tourné de  $\pm 120^\circ$  autour de son point de référence dans un plan spécifié par le constructeur, mais comprenant la direction d'étalonnage.

Le constructeur doit établir la variation relative de la réponse au-delà de  $\pm 120^\circ$ .

2) L'ensemble doit aussi être tourné dans le plan perpendiculaire au plan utilisé en 1) ci-dessus, mais comprenant encore la direction d'étalonnage.

La variation de réponse par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage doit être la même que celle en 1) ci-dessus.

3) L'ensemble détecteur doit également être tourné dans le plan normal à la direction d'étalonnage, en maintenant la direction du rayonnement dans le plan de rotation, et la variation de réponse ne doit pas être supérieure à  $\pm 25\%$  pour tous les angles.

### Configuration b)

L'ensemble détecteur doit être positionné dans sa direction d'orientation spécifiée par le constructeur, le long de l'axe d'étalonnage.

1) La réponse de l'ensemble au rayonnement incident par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage, à tous les angles par rapport à cette direction, ne doit pas varier de plus de  $\pm 25\%$  quand l'ensemble détecteur est tourné autour de son point de référence dans un plan spécifié par le constructeur, mais comprenant la direction d'étalonnage.

2) La réponse de l'ensemble au rayonnement incident à tous les angles par rapport à la direction d'étalonnage ne doit pas varier de plus de  $\pm 25\%$  par rapport à la réponse dans la direction d'étalonnage, quand l'ensemble détecteur est tourné de  $\pm 60^\circ$  autour de son point de référence dans un plan perpendiculaire au plan utilisé en 1) ci-dessus, mais comprenant encore la direction d'étalonnage.

Le constructeur doit établir la variation relative de la réponse au-delà de  $\pm 60^\circ$ .

3) L'ensemble détecteur doit aussi être tourné dans le plan de rotation utilisé en 2) ci-dessus, mais avec le détecteur initialement tourné de  $90^\circ$  dans le plan de rotation utilisé en 1) ci-dessus.

La variation de réponse dans ce plan doit être à l'intérieur des limites données pour 2) ci-dessus.

#### 3.8.2 Méthode d'essai

Monter l'ensemble de façon à permettre d'effectuer les mesures le plus commodément possible aux angles prescrits.

**Configuration a)**

The detector assembly shall be positioned with its direction of orientation, as specified by the manufacturer, along the axis of calibration.

1) The response of the assembly to radiation incident at angles to the calibration direction shall not vary by more than  $\pm 25\%$  relative to the response in the calibration direction when the detector assembly is rotated over  $\pm 120^\circ$  about its reference point in a plane specified by the manufacturer, but including the calibration direction.

The manufacturer shall state the relative variation of the response beyond  $\pm 120^\circ$ .

2) The assembly shall also be rotated in the plane perpendicular to the plane used in 1) above, but still including the calibration direction.

The variation in response relative to the response in the calibration direction shall be the same as 1) above.

3) The detector assembly shall also be rotated in the plane normal to the calibration direction, with the direction of radiation being in the plane of rotation, and the variation in response shall be not more than  $\pm 25\%$  for all angles.

**Configuration b)**

The detector assembly shall be positioned with its direction of orientation, as specified by the manufacturer, along the axis of calibration.

1) The response of the assembly relative to the response in the calibration direction to radiation incident at all angles to the calibration direction shall not vary more than  $\pm 25\%$  when the detector assembly is rotated about its reference point in a plane specified by the manufacturer, but including the calibration direction.

2) The response of the assembly to radiation incident at angles to the calibration direction shall not vary by more than  $\pm 25\%$  relative to the response in the calibration direction when the detector assembly is rotated over  $\pm 60^\circ$  about its reference point in a plane perpendicular to the plane used in 1) above, but still including the calibration direction.

The manufacturer shall state the relative variation of the response beyond  $\pm 60^\circ$ .

3) The detector assembly shall also be rotated in the plane of rotation used in 2) above, but with the detector initially rotated through  $90^\circ$  in the plan of rotation used in 1) above.

The variation in response relative in this plane shall be within limits given for 2) above.

**3.8.2 Method of test**

Mount the assembly so as to enable measurements to be made most conveniently at the required angles.

### Configuration a)

Exposer l'ensemble dans la direction d'étalonnage à l'une des sources neutroniques de référence spécifiées en 3.5.

- 1) La direction du rayonnement doit alors être modifiée par pas de  $15^\circ$  dans un plan comprenant la direction d'étalonnage spécifiée par le constructeur, et la réponse déterminée sur toute l'étendue des angles spécifiée en 3.8.1 a) 1) pour le rayonnement indiqué.
- 2) L'essai ci-dessus doit être répété pour le plan perpendiculaire à celui utilisé en 1), mais comprenant encore la direction d'étalonnage.
- 3) La direction du rayonnement doit aussi être modifiée tous les  $45^\circ$  dans un plan normal à la direction d'étalonnage,  $0^\circ$  étant dans le plan de la direction d'étalonnage, et la réponse déterminée pour le rayonnement spécifié.

### Configuration b)

Exposer l'ensemble dans la direction d'étalonnage à un des rayonnements neutroniques de référence spécifiées en 3.5.

- 1) La direction du rayonnement doit alors être modifiée par pas de  $45^\circ$  dans un plan comprenant la direction d'étalonnage spécifiée par le constructeur, et la réponse déterminée pour le rayonnement indiqué.
- 2) La direction du rayonnement doit ensuite être modifiée par pas de  $15^\circ$  dans un plan perpendiculaire au plan utilisé en 1) ci-dessus, mais comprenant la direction d'étalonnage, et la réponse déterminée sur toute l'étendue des angles spécifiée en 3.8.1 b) 2) pour le rayonnement indiqué.
- 3) La procédure 2) ci-dessus doit être répétée pour le plan normal à la direction d'étalonnage,  $0^\circ$  étant dans le plan de la direction d'étalonnage.

## 3.9 Réponse à d'autres rayonnements ionisants externes

### 3.9.1 Rayonnements alpha et bêta

En raison de la conception de ce type d'ensemble, il ne répondra pas, en général, aux rayonnements alpha et bêta. C'est pourquoi aucun essai n'est spécifié.

### 3.9.2 Rayonnement gamma

Pratiquement, tous les champs de rayonnement neutroniques sont contaminés par un rayonnement photonique. Il s'ensuit que la réponse au rayonnement photonique doit être déterminée.

#### 3.9.2.1 Prescriptions

L'indication de l'ensemble au rayonnement gamma doit être exprimée en termes de débit d'équivalent de dose, par unité de débit de kerma dans l'air au point d'essai.

**Configuration a)**

Expose the assembly in the calibration direction to one of the neutron reference sources specified in 3.5.

- 1) The direction of radiation shall then be changed in steps of  $15^\circ$  in a plane including the calibration direction specified by the manufacturer and the response determined throughout the range of angles specified in 3.8.1 a) 1) for the radiation specified.
- 2) The above test shall be repeated for the plane perpendicular to that used in 1), but still including the calibration specified.
- 3) The direction of the radiation shall also be changed every  $45^\circ$  in a plane normal to the calibration direction,  $0^\circ$  being in the plane of calibration direction, and the response determined for the radiation specified.

**Configuration b)**

Expose the assembly in the calibration direction to one of the neutron reference radiations specified in 3.5.

- 1) The direction of radiation shall then be changed in steps of  $45^\circ$  in a plane including the calibration direction specified by the manufacturer and the response determined for the radiation specified.
- 2) The direction of radiation shall then be changed in steps of  $15^\circ$  in a plane perpendicular to the plane used in 1) above, but including the calibration direction, and the response determined throughout the range of angles specified in 3.8.1 b) 2) for the radiation specified.
- 3) The procedure 2) above shall be repeated for the plane normal to the calibration direction,  $0^\circ$  being in the plane of the calibration direction.

**3.9 Response to other external ionizing radiations****3.9.1 Alpha and beta radiations**

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

**3.9.2 Gamma radiation**

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

**3.9.2.1 Requirements**

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

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

a) L'indication à un débit de kerma dans l'air pour le  $^{137}\text{Cs}$  de 10 mGy/h ne doit pas être supérieure à l'indication obtenue avec un débit d'équivalent de dose neutronique de 0,1 mSv/h (0,01 rem/h).

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

Il convient que les sources de  $^{137}\text{Cs}$  utilisées pour les essais ci-dessus soient conformes aux prescriptions de l'ISO 4037-1.

c) De plus, comme dans certains cas le débit d'équivalent de dose neutronique doit être mesuré en présence possible de rayonnement gamma de haute énergie (par exemple 6 MeV de  $^{16}\text{N}$ ), la réponse au rayonnement gamma doit par entente entre le constructeur et l'acheteur, être vérifiée à des énergies supérieures, aussi bien qu'à l'énergie du  $^{137}\text{Cs}$ . Dans ce cas, la réponse au rayonnement photonique de haute énergie doit être établie par le constructeur.

### 3.9.2.2 Méthode d'essai

Pour la prescription a), l'ensemble doit être exposé à une source de  $^{137}\text{Cs}$  dans un champ ayant un débit de kerma dans l'air de 10 mGy/h au point d'étalonnage de l'ensemble. La lecture de l'ensemble ne doit pas dépasser 0,1 mSv/h (0,01 rem/h).

Pour la prescription b), l'ensemble doit être exposé à une source de référence neutronique de façon qu'une lecture de 1 mSv/h (0,1 rem/h) soit obtenue. L'ensemble est alors exposé au rayonnement additionnel d'une source de  $^{137}\text{Cs}$  telle que le débit de kerma dans l'air photonique au point d'étalonnage soit de 10 mGy/h. La modification de la lecture existante de la source de neutrons, due à ce rayonnement photonique, ne doit pas dépasser  $\pm 10\%$ .

Pour la prescription c), les sources de rayonnements utilisées pour cet essai doivent être conformes à l'ISO 4037-1 (en préparation).

## 3.10 Caractéristiques de surcharge

### 3.10.1 Prescriptions

Pour des débits d'équivalent de dose supérieurs à celui correspondant au maximum de l'échelle, l'indication de l'ensemble doit être visiblement en dépassement à l'extrémité supérieure de l'étendue d'échelle et y demeurer. Pour les ensembles comportant plus d'un calibre, cette prescription doit s'appliquer pour chaque calibre, sauf si une commutation automatique de calibre vers une échelle plus élevée fonctionne. Après des expositions à des débits d'équivalent de dose spécifiés en 3.10.2, l'ensemble doit toujours satisfaire aux prescriptions de la présente norme. Pour les instruments utilisant un affichage numérique, une indication appropriée de dépassement d'échelle doit être fournie.

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

a) The indication to a  $^{137}\text{Cs}$  gamma air kerma rate of 10 mGy/h shall not be greater than the indication due to a neutron dose equivalent rate of 0,1 mSv/h (0,01 rem/h).

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

The  $^{137}\text{Cs}$  sources used for the above tests should conform to the requirements of ISO 4037-1.

c) Furthermore, since in some situations where neutron dose equivalent rate is to be measured, high energy gamma radiation (for example, 6 MeV from  $^{16}\text{N}$ ), may be present; the response to gamma radiation shall, by agreement between the manufacturer and purchaser, be checked at higher energies, as well as with  $^{137}\text{Cs}$  energy. In that case, the response to high energy photon radiation shall be stated by the manufacturer.

#### 3.9.2.2 Method of test

For requirement a), the assembly shall be exposed to a  $^{137}\text{Cs}$  source in a field having an air kerma rate of 10 mGy/h at the calibration point of the assembly. The reading of the assembly shall not exceed 0,1 mSv/h (0,01 rem/h).

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

For requirement c), the radiation sources used for this test shall conform to ISO 4037-1 (in preparation).

### 3.10 Overload characteristics

#### 3.10.1 Requirements

For dose equivalent rates greater than that corresponding to scale maximum, the indication of the assembly shall be off scale at the higher end of the scale range and shall remain so. For assemblies with more than one scale range, this requirement shall apply to each scale range, except where an automatic range change to a higher scale operates. After the exposures to the dose equivalent rates specified in 3.10.2, the assembly shall still fulfil the requirements of this standard. For instruments using a digital display, an appropriate over-range indication shall be provided.

### 3.10.2 *Méthode d'essai*

En utilisant une géométrie convenable et reproductible pour la source et le détecteur, la lecture de l'ensemble doit être établie pour une source donnant une lecture sur l'échelle la plus sensible et une autre donnant une lecture sur l'échelle la moins sensible. (Ce sont les indications de référence pour cet essai.)

L'ensemble doit alors être exposé pendant 5 min à un débit de dose de 10 fois le maximum de l'échelle ou de 250 mSv/h (25 rem/h) selon celui qui est le plus faible. (Des prescriptions plus sévères peuvent être spécifiées par certains acheteurs.)

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

L'ensemble doit ensuite être retiré de la situation de surexposition et réessayé dans les conditions établies avant la surcharge. Dans les 10 min, la réponse doit être dans les 20 % de celle établie pour les deux échelles.

## 3.11 **Fluctuations statistiques**

### 3.11.1 *Prescriptions*

L'indication de l'ensemble de mesure du débit d'équivalent de dose peut être sujette à des fluctuations autour de sa valeur moyenne.

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

Pour les ensembles munis d'échelles pratiquement linéaires, ces prescriptions s'appliquent à tous les débits d'équivalent de dose supérieurs à celui qui correspond à un tiers du maximum de l'échelle sur le calibre le plus sensible.

Pour les ensembles munis d'échelles non linéaires (par exemple logarithmiques), les prescriptions s'appliquent à tous les débits d'équivalent de dose supérieurs à trois fois celui qui correspond à la plus basse des graduations significatives.

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

### 3.11.2 *Méthode d'essai*

Le sous-ensemble de détection doit être exposé à une source de rayonnement donnant un débit d'équivalent de dose constant entre un tiers et la moitié de l'étendue maximale du calibre le plus sensible (sortie linéaire) ou de la décade la plus sensible (sortie logarithmique), ou entre 10 et 15 fois la valeur du chiffre le moins significatif (affichage numérique).

Les lectures doivent être relevées conformément à 3.4 et le coefficient de variation doit être calculé. Le coefficient de variation ainsi déterminé, exprimé sous forme de pourcentage, doit se situer à l'intérieur des limites de 3.11.1.

### 3.10.2 *Method of test*

Using a suitable and reproducible source to detector geometry, the reading of the assembly shall be established for a source giving a reading in the most sensitive scale, and another giving a reading in the least sensitive scale. (These are the reference reading values for this test.)

The assembly shall then be exposed for 5 min to a dose rate of 10 times the scale maximum, or 250 mSv/h (25 rem/h), whichever is the lesser. (More stringent requirements may be specified by some purchasers.)

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

The assembly shall then be removed from the over-exposure situation and retested under the conditions established prior to the overload. Within 10 min, the response shall be within 20 % of that established for both scales.

## 3.11 **Statistical fluctuations**

### 3.11.1 *Requirements*

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

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

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

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

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

### 3.11.2 *Method of test*

The detection subassembly shall be exposed to a source of radiation giving a constant dose equivalent rate between one-third and one-half of range maximum on the most sensitive range (linear output) or decade (logarithmic output), or between 10 and 15 times the value of the least significant digit (digital display).

Readings of the assembly shall be taken in accordance with 3.4, and the coefficient of variation calculated. The coefficient of variation, expressed as a percentage, so determined shall lie within the limits of 3.11.1.

### 3.12 Temps de réponse

#### 3.12.1 Prescriptions

Le temps de réponse doit être tel que, s'il y a une variation soudaine du débit d'équivalent de dose, l'indication doit atteindre la valeur suivante:

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

où

$\dot{H}_{ii}$  est l'indication initiale, et

$\dot{H}_{if}$  est l'indication finale,

dans des temps inférieurs à ceux spécifiés ci-dessous:

100 s pour une indication finale d'un débit d'équivalent de dose inférieur à 0,1 mSv/h (10 mrem/h);

30 s pour une indication finale d'un débit d'équivalent de dose compris entre 0,1 mSv/h et 1 mSv/h (10 mrem/h et 100 mrem/h);

10 s pour une indication finale d'un débit d'équivalent de dose supérieur à 1 mSv/h (100 mrem/h).

Le temps de réponse doit être établi par le constructeur.

#### 3.12.2 Méthode d'essai

L'essai doit être effectué soit avec une source neutronique convenable soit par injection d'un signal électrique équivalent à l'entrée du sous-ensemble de mesure.

Les débits d'équivalent de dose initiaux et finaux doivent différer d'un facteur 10 et les mesures doivent être effectuées aussi bien pour une augmentation que pour une diminution du débit d'équivalent de dose de ce facteur.

Si la méthode d'essai électrique est employée, les signaux injectés doivent correspondre aux prescriptions ci-dessus.

Pour l'essai du débit d'équivalent de dose croissant, le sous-ensemble de détection doit être en premier lieu, soumis au débit d'équivalent de dose le plus élevé, et l'indication  $\dot{H}_{if}$  notée.

L'ensemble doit ensuite être soumis au débit d'équivalent de dose le plus faible pendant un temps suffisant pour que l'indication  $\dot{H}_{ii}$  atteigne une valeur stable, et cette indication sera notée.

Le débit d'équivalent de dose doit alors être modifié, aussi rapidement que possible, par celui qui correspond à l'indication  $\dot{H}_{if}$  et le temps nécessaire pour lire la valeur donnée par la formule de 3.12.1 sera mesuré.

L'essai du débit d'équivalent de dose décroissant doit être effectué de la même manière, en interchangeant les valeurs de débits d'équivalent de dose correspondant à  $\dot{H}_{ii}$  et  $\dot{H}_{if}$ .

### 3.12 Response time

#### 3.12.1 Requirements

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

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

where

$\dot{H}_{ii}$  is the initial indication, and

$\dot{H}_{if}$  is the final indication,

in less than the times specified below:

100 s for final indication of dose equivalent rate less than 0,1 mSv/h (10 mrem/h);

30 s for final indication of dose equivalent rate between 0,1 mSv/h and 1 mSv/h (10 mrem/h and 100 mrem/h);

10 s for final indication of dose equivalent rate larger than 1 mSv/h (100 mrem/h).

The response time shall be stated by the manufacturer.

#### 3.12.2 Method of test

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

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

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

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

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

The dose equivalent rate shall then be changed as quickly as possible to that corresponding to the indication  $\dot{H}_{if}$  and the time taken to read the value given by the formula in 3.12.1 measured.

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

### 3.13 Dérive du zéro

#### 3.13.1 Prescriptions

L'indication d'un ensemble fonctionnant dans des champs neutroniques nuls ou négligeables (dans les conditions normales d'essai) ne doit pas différer de l'indication de l'instrument, après avoir été en fonctionnement pendant 30 min, de plus des quantités suivantes pour chaque calibre au cours des périodes spécifiées ci-dessous.

##### 3.13.1.1 Ensembles avec affichage analogique

Pas plus de 2 % à 5 % de la déviation angulaire maximale de l'échelle respectivement dans les 24 h suivantes et dans le mois suivant.

##### 3.13.1.2 Ensembles avec une échelle logarithmique ou un affichage numérique

Pas plus de 5 % à 10 % de la décade la plus sensible (échelle logarithmique) ou du second chiffre le moins significatif (affichage numérique) respectivement dans les 24 h suivantes et dans le mois suivant.

#### 3.13.2 Méthode d'essai

Mettre l'ensemble en service et attendre 30 min. Si une commande de réglage du zéro est à la disposition de l'opérateur, celle-ci doit alors être réglée pour amener l'indication sur zéro. Pour certains appareils, avec une échelle non linéaire, une telle commande est utilisée pour amener l'indication à un point de référence donné, plutôt qu'à zéro. Si c'est le cas, la commande doit être réglée pour amener l'indication sur le point de référence approprié.

L'ensemble doit être laissé dans cette condition et la lecture notée toutes les heures pendant 24 h, et toutes les 48 h pendant 1 mois. L'indication doit se maintenir à l'intérieur des prescriptions de 3.13.1.

### 3.14 Etendue du déclenchement de l'alarme

#### 3.14.1 Prescriptions

L'étendue des points de consigne d'alarme doit être conforme aux prescriptions de 2.3.1 et 2.3.2.

#### 3.14.2 Méthode d'essai

Cet essai, qui exclut le détecteur, doit être effectué sur chaque unité d'alarme ajustable. En utilisant un générateur de signal électronique approprié, comme il est spécifié par le constructeur, l'étendue de l'indication de l'appareillage sur laquelle fonctionne le déclenchement de l'alarme doit être déterminée.

Pour les alarmes destinées à fonctionner sur des signaux croissants, l'alarme doit être réglée à son point de consigne le plus bas, et le signal d'entrée augmenté lentement jusqu'à ce que l'alarme fonctionne. L'indication de l'appareillage doit être notée.

L'alarme doit être ensuite réajustée à son point de consigne le plus élevé, et le signal d'entrée augmenté lentement jusqu'à ce que l'alarme fonctionne à nouveau. L'indication de l'appareillage doit encore être notée.

Pour les alarmes destinées à fonctionner sur des signaux décroissants, opérer comme ci-dessus, mais diminuer lentement le niveau du signal d'entrée.

### 3.13 Zero drift

#### 3.13.1 Requirements

The indication of an assembly operating at zero or negligible neutron fields (under standard test conditions) shall not differ from the indication of the instrument after being in operation for 30 min by more than the following amounts for each range during the periods specified below.

##### 3.13.1.1 Assemblies with analogue display

Not more than 2 % and 5 % of scale maximum angular deflection in the next 24 h and in the next month, respectively.

##### 3.13.1.2 Assemblies with a logarithmic scale or a digital display

Not more than 5 % and 10 % of the most sensitive decade (logarithmic scale), or of the second least significant digit (digital display), in the next 24 h and in the next month, respectively.

#### 3.13.2 Method of test

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

The assembly shall be left in this condition and the reading noted every hour for 24 h and every 48 h for 1 month. The indication shall remain within the requirements of 3.13.1.

### 3.14 Alarm trip range

#### 3.14.1 Requirements

The range of alarm settings shall conform to the requirements of 2.3.1 and 2.3.2.

#### 3.14.2 Method of test

This test, which excludes the detector, shall be performed on each adjustable alarm unit. Using an appropriate electronic signal generator, as specified by the manufacturer, the range of indication of the equipment over which the alarm trip operates shall be determined.

For alarms intended to operate on increasing signals, the alarm shall be adjusted to its lowest setting and the input signal increased slowly until the alarm operates. The indication of the equipment shall be noted.

The alarm shall then be re-adjusted to its highest setting and the input signal increased slowly until the alarm operates again. The indication of the equipment shall again be noted.

For alarms intended to operate on decreasing signals, operate as above, but slowly decrease the level of input signal.

### 3.15 Alarmes en cas de défaillance de l'appareillage

L'alarme de niveau bas doit normalement être essayée conformément à 3.14.

D'autres essais d'alarmes de défauts, contre les pannes de l'appareillage considéré, doivent être effectués selon accord entre le constructeur et l'utilisateur.

### 3.16 Temps de réponse et stabilité de l'alarme

#### 3.16.1 Prescriptions

Le point de fonctionnement de tout seuil d'alarme (ou coupure de sécurité) de rayonnement ne doit pas dévier en dehors d'une plage de 90 % X à 110 % X (où X est le point nominal de consigne de l'alarme) sur 1 jour; ni en dehors d'une plage de 80 % X à 120 % X sur 1 mois.

Le temps de réponse pour qu'une alarme fonctionne doit être conforme aux prescriptions de 2.3.1. Toutefois, le temps pour effectuer une coupure de sécurité ne doit pas être supérieur à 1 min, et n'a pas besoin d'être inférieur à 1 s.

#### 3.16.2 Méthode d'essai

Pour un appareil sur lequel le seuil d'alarme peut être mis à différentes valeurs, cet essai doit être effectué sur chaque calibre ou decade appropriés.

La valeur du débit d'équivalent de dose,  $\dot{H}$ , correspondant au point d'alarme défini X à essayer, doit être déterminée.

Les essais suivants doivent alors être effectués.

- 1) En partant d'une valeur initiale inférieure à  $0,1 \dot{H}$ , une valeur de débit d'équivalent de dose de  $1,1 \dot{H}$  doit être appliquée brusquement, et le temps de déclenchement  $T$  établi et comparé à la prescription:  $1 \text{ s} < T < 1 \text{ min}$ , et  $T \cdot X \leq 100 \mu\text{Sv}$ .

Cet essai doit être répété après 1 h, 6 h et 24 h.

- 2) L'essai en 1) ci-dessus doit être répété avec une valeur finale de débit de dose de  $1,2 \dot{H}$ , une fois par semaine pendant quatre semaines.

- 3) Un débit de dose de  $0,9 \dot{H}$  doit être appliqué au cours de 1 semaine, pendant au moins 1 h par jour, et tout déclenchement enregistré.

- 4) Un débit de dose de  $0,8 \dot{H}$  doit être appliqué au cours de 1 mois, pendant au moins 1 h de chacune des 4 semaines, et tout déclenchement enregistré.

NOTE - En raison de la nature statistique du rayonnement, il peut y avoir des difficultés si ces essais sont tentés à de faibles débits de dose, pour lesquels il y a une variation statistique significative par rapport aux prescriptions spécifiées. Il convient, dans de tels cas, de présenter les résultats en en tenant compte.

### 3.17 Préchauffage

#### 3.17.1 Prescriptions

Le temps de préchauffage pour atteindre les conditions normales d'essai est indiqué au tableau 1. De plus, l'appareil doit, 10 min après avoir été allumé, quand il est exposé au rayonnement neutronique de référence, donner une indication qui ne doit pas différer de plus de  $\pm 10 \%$  de la valeur obtenue dans les conditions normales d'essai (voir tableau 3).

### 3.15 Equipment failure alarms

The low level indication alarm normally shall be tested in accordance with 3.14.

Other tests of failure alarms against appropriate equipment malfunctions shall be carried out by agreement between manufacturer and user.

### 3.16 Alarm response time and stability

#### 3.16.1 Requirements

The operating point of any radiation alarm (trip) threshold shall not deviate outside the range 90 % X to 110 % X (where X is the nominal alarm set point) over 1 day, nor outside the range 80 % X to 120 % X over 1 month.

The time delay for an alarm to operate shall conform to the requirements of 2.3.1. However, the time to trip shall not be more than 1 min and need not be less than 1 s.

#### 3.16.2 Method of test

For an assembly where the alarm threshold may be set at different values, this test shall be carried out at each appropriate range or decade.

The value of dose equivalent rate,  $\dot{H}$ , corresponding to the alarm set point X to be tested, shall be determined.

The following tests shall then be performed:

- 1) Starting with an initial value less than 0,1  $\dot{H}$ , a dose equivalent rate value of 1,1  $\dot{H}$  shall be applied suddenly, and the time to trip  $T$  established and compared against the requirement that  $1 \text{ s} < T < 1 \text{ min}$ , and  $T \cdot X \leq 100 \mu\text{Sv}$ .

This test shall be repeated after 1 h, 6 h and 24 h.

- 2) The test in 1) above shall be repeated with a final dose equivalent rate value of 1,2  $\dot{H}$ , once a week for 4 weeks.

- 3) A dose rate of 0,9  $\dot{H}$  shall be applied over 1 week for at least 1 h per day, and any trip recorded.

- 4) A dose rate of 0,8  $\dot{H}$  shall be applied over 1 month for at least 1 h in each of 4 weeks, and any trip recorded.

NOTE - In view of the statistical nature of radiation, there may be difficulties if these tests are attempted at low dose rates where there is significant statistical variation relative to the specified requirements. The results in such cases should be presented, taking this into account.

### 3.17 Warm-up

#### 3.17.1 Requirements

The warm-up time to reach standard test conditions is indicated in table 1. Furthermore, the assembly shall, 10 min after being switched on, when exposed to the reference neutron radiation, give an indication which does not differ by more than  $\pm 10 \%$  from the value obtained under standard test conditions (see table 3).

### 3.17.2 *Méthode d'essai*

L'appareil étant éteint, exposer le détecteur à une source appropriée de rayonnement qui procurera une indication d'au moins la moitié du maximum de l'échelle ou de la décade la plus basse. Allumer l'appareil et noter les lectures de l'ensemble toutes les 30 s, à partir de 5 min et jusqu'à 15 min après la mise en marche.

15 min après l'allumage, prendre au moins 10 lectures (voir 3.4) et utiliser la valeur moyenne de celles-ci comme «valeur finale» de l'indication. Sur le graphe de l'indication en fonction du temps, tracer une courbe lissée qui soit la mieux adaptée aux indications observées.

Vérifier que la différence entre la valeur finale et la valeur lue sur la courbe au bout de 10 min reste dans les limites spécifiées.

### 3.18 Alimentation

Les appareils doivent être conçus pour fonctionner à partir d'une source de tension alternative monophasée de l'une des catégories suivantes, conformément à la CEI 293.

Série I: 220 V;

Série II: 120 V et/ou 240 V.

NOTE - La tension monophasée nominale dans certains pays - par exemple les Etats-Unis d'Amérique et le Canada - est 117 V et/ou 234 V, 60 Hz. Une tension monophasée nominale de 110 V, 50 Hz est, de plus, utilisée dans le Royaume-Uni.

Par convention entre le constructeur et l'acheteur, l'appareillage peut être équipé de dispositifs pour fonctionner à partir d'une source basse tension de secours en cas de panne secteur de longue durée. Dans de tels cas, il serait souhaitable que l'appareillage n'ait pas de dysfonctionnement, ou qu'il déclenche une alarme, à la suite du changement d'alimentation.

#### 3.18.1 *Variations de la tension d'alimentation*

##### 3.18.1.1 *Prescriptions*

Les appareils doivent être capables de fonctionner sur le secteur avec une tolérance sur sa tension d'alimentation de +10 % et -12 % et des fréquences d'alimentation de -3 Hz +1 Hz par rapport à la fréquence nominale sans que l'indication varie de plus de 10 % de celle obtenue dans des conditions normales d'essai.

##### 3.18.1.2 *Méthode d'essai*

Utiliser une source radioactive donnant une lecture d'environ les deux tiers de la déviation à pleine échelle sur le calibre le plus sensible (échelles linéaires) ou approximativement à 20 % du maximum de la seconde décade la moins significative (affichage numérique) ou approximativement les deux tiers du maximum de la décade la moins significative (échelle logarithmique). Avec la tension et la fréquence d'alimentation à leurs valeurs nominales, prendre la moyenne d'un nombre suffisant de lectures conformément à 3.4.

Prendre la moyenne de deux séries de lectures consécutives, l'une avec l'alimentation à sa fréquence nominale et sa tension 10 % au-dessus de la valeur nominale, l'autre avec l'alimentation à sa fréquence nominale et sa tension 12 % au-dessous de la valeur nominale.

### 3.17.2 *Method of test*

With the assembly switched off, expose the detector to an appropriate source of radiation that will provide an indication of at least half of the lowest scale or decade maximum. Switch on the assembly and note the readings of the assembly every 30 s from 5 min to 15 min after switching on.

15 min after switching on, take at least 10 readings (see 3.4) and use the mean value of these as the "final value" of the indication. On the graph of indication as a function of time, draw a smooth curve that is the best fit to the observed indications.

Check that the difference between the final value and the value read from the curve after 10 min lies within the limits specified.

### 3.18 **Power supply**

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

Series I: 220 V;

Series II: 120 V and/or 240 V.

NOTE - Nominal single-phase power in some countries - for example, the United States of America and Canada - is 117 V and/or 234 V, 60 Hz. Nominal single-phase power of 110 V, 50 Hz is additionally used in the United Kingdom.

By agreement between manufacturer and purchaser, the equipment may be provided with facilities for operation from a low voltage stand-by supply in the case of a long-term power failure. In such cases, it would be desirable for the equipment not to malfunction or trigger an alarm as a result of the supply change-over.

#### 3.18.1 *Power supply variations*

##### 3.18.1.1 *Requirements*

The assemblies shall be capable of operating from the mains with a supply voltage tolerance of +10 % and -12 % and supply frequencies of nominal frequency  $-3 \text{ Hz} +1 \text{ Hz}$  without the indication varying more than 10 % from the indication under standard test conditions.

##### 3.18.1.2 *Method of test*

Use a radioactive source to give a reading of approximately two-thirds full scale deflection on the most sensitive range (linear scales), or approximately at 20 % of the maximum of the second least significant decade (digital display), or approximately two-thirds of the maximum of the least significant decade (logarithmic scale). With the supply voltage and frequency at their nominal values, take the mean of a sufficient number of readings in accordance with 3.4.

Take the mean of two further sets of consecutive readings with the supply at nominal frequency and 10 % above the nominal voltage, and the mean of sufficient consecutive readings with the supply at nominal frequency and voltage 12 % below the nominal value.

Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de celles obtenues avec l'alimentation à sa tension nominale de plus de  $\pm 10\%$ .

Prendre la moyenne d'un nombre suffisant de lectures consécutives, avec la tension d'alimentation nominale, et une fréquence de 47 Hz (57 Hz quand la fréquence nominale est de 60 Hz), et la moyenne d'un nombre suffisant de lectures consécutives, avec la tension d'alimentation nominale, et une fréquence de 51 Hz (61 Hz quand la fréquence nominale est de 60 Hz).

Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de celles obtenues avec l'alimentation à sa fréquence nominale de plus de  $\pm 10\%$ .

Les essais ci-dessus doivent être répétés pour un niveau de lecture correspondant à approximativement les deux tiers du maximum de l'échelle sur le calibre ou la décade les moins sensibles de l'appareil.

### 3.18.2 *Effets des transitoires d'alimentation*

#### 3.18.2.1 *Prescriptions*

L'appareillage doit supporter une courte interruption d'alimentation d'une durée d'au moins 10 ms sans que son fonctionnement normal soit interrompu, et sans donner lieu à aucune des indications d'alarme. L'effet d'interruptions plus longues de l'alimentation doit faire l'objet d'un accord.

Sauf convention contraire entre le constructeur et l'acheteur, l'appareillage doit être capable de supporter des impulsions de tension sur l'alimentation (comme cela est spécifié dans la méthode d'essai) sans dommage et sans que ses performances soient en dehors de la spécification.

#### 3.18.2.2 *Méthode d'essai*

L'entrée du secteur d'alimentation de l'appareillage doit être interrompu pendant un temps d'au moins 10 ms. Cela doit être fait au moins 10 fois, au hasard, en couvrant tous les modes de fonctionnement. L'appareil doit fonctionner et donner une indication correcte sans interruption ni remise en route par l'opérateur.

Des surtensions transitoires doivent être superposées à l'alimentation secteur. L'énergie de l'impulsion doit être de 0,1 J, et les amplitudes des surtensions doivent être de 100 %, 200 % et 500 % (pourcentage de la tension efficace nominale du secteur). L'impulsion peut être générée par la décharge d'un condensateur ou par tout autre moyen donnant une forme d'onde équivalente (voir figure 2).

Les lignes de la tension d'alimentation doivent être protégées par un filtre surpresseur adéquat, consistant au moins en une self d'arrêt de 500  $\mu\text{H}$  capable de supporter le courant de la ligne.

Deux impulsions de chaque amplitude en phase avec la tension de pointe du secteur doivent être appliquées, ou d'une autre façon, au moins 10 impulsions de phase aléatoire par rapport au secteur. Tous les transitoires ou changements de tension continue apparaissant à la sortie de l'instrument doivent être enregistrés.

These two mean values shall not differ from that obtained with the nominal supply voltage by more than  $\pm 10\%$ .

Take the mean of sufficient consecutive readings with nominal supply voltage and frequency of 47 Hz (57 Hz when nominal frequency is 60 Hz), and the mean of sufficient consecutive readings with nominal supply voltage and frequency of 51 Hz (61 Hz when nominal frequency is 60 Hz).

These two mean values shall not differ from that obtained with nominal frequency by more than  $\pm 10\%$ .

The above tests shall be repeated for a reading level corresponding to approximately two-thirds of scale maximum on the least sensitive range or decade of the assembly.

### 3.18.2 *Power supply transient effects*

#### 3.18.2.1 *Requirements*

The equipment shall withstand a short interruption in power supply of duration not less than 10 ms without interruption of normal operation and without raising any alarm indications. The effect of longer interruptions in supply shall be by agreement.

Unless otherwise agreed between the manufacturer and the purchaser, the equipment shall be capable of withstanding voltage spikes on the power supply (as specified in the method of test) without damage and without the performance being out of specification.

#### 3.18.2.2 *Method of test*

The mains supply input to the equipment shall be interrupted for a period of at least 10 ms. This shall be done at least 10 times, at random, to cover all modes of operation. The equipment shall function and indicate correctly, without interruption or re-setting by the operator.

Voltage spikes shall be superimposed on the mains supply. The spike energy shall be 0,1 J, and the spike amplitudes shall be 100 %, 200 % and 500 % overvoltage (percentage of nominal mains r.m.s. voltage). The spike may be generated by capacitor discharge or by any means giving an equivalent waveform (see figure 2).

The power supply lines shall be protected by a suitable suppression filter, consisting at least of a choke of 500  $\mu\text{H}$  capable of carrying the line current.

Two pulses of each amplitude phased to mains peak voltage shall be applied, or alternatively, at least 10 pulses randomly phased with respect to the mains supply. Any transients or d.c. output changes appearing at the output of the instrument shall be recorded.

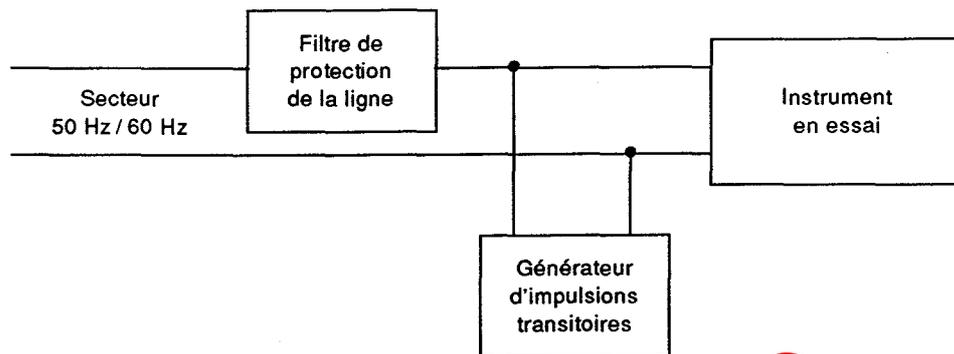


Figure 2 – Diagramme schématique de l'essai de surtensions transitoires sur l'alimentation

### 3.19 Prescriptions d'essais d'environnement

L'étendue des essais d'environnement, à effectuer conformément aux prescriptions de la CEI 68, doit faire l'objet d'une convention entre le constructeur et l'acheteur. Toutefois, à titre de prescription minimale, les essais suivants, aux conditions de chaleur sèche, de froid et de chaleur humide doivent être effectués.

#### 3.19.1 Température de l'air ambiant

##### 3.19.1.1 Prescriptions

Sur toute la gamme de températures spécifiées au tableau 3, l'indication doit rester dans les limites spécifiées dans ce tableau.

##### 3.19.1.2 Méthode d'essai

Cet essai doit normalement être effectué dans une étuve.

Il convient que la température soit maintenue à chacune de ses valeurs extrêmes pendant au moins 4 h et les indications de l'appareil relevées au cours des dernières 30 min de cette période.

#### 3.19.2 Humidité relative

##### 3.19.2.1 Prescriptions

Les variations de l'indication, dues à l'effet de l'humidité relative, doivent être à l'intérieur des limites spécifiées au tableau 3.

##### 3.19.2.2 Méthode d'essai

L'essai peut être effectué à la seule température de 30 °C, et les lectures prises après avoir maintenu l'appareillage dans les conditions d'essai pendant au moins 4 h. La variation de  $\pm 10\%$  permise pour l'indication spécifiée dans le tableau 3, s'ajoute aux variations permises dues à la température seulement.

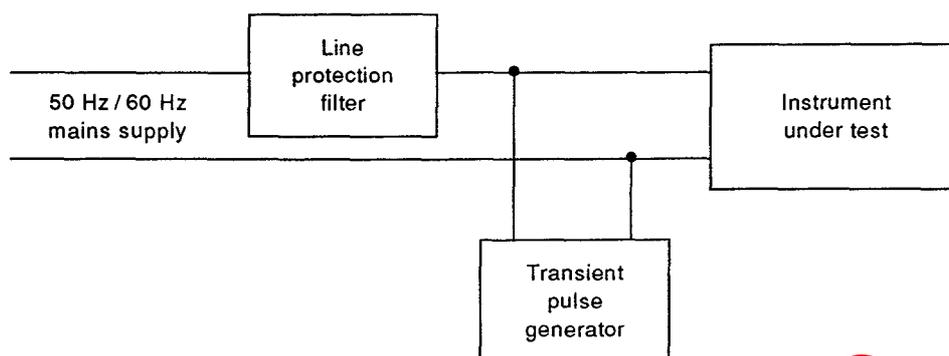


Figure 2 – Schematic diagram of power supply transient overvoltage test

### 3.19 Environmental test requirements

The extent of environmental testing to be carried out in accordance with the requirements of IEC 68 shall be agreed between the manufacturer and purchaser. However, as a minimum requirement, the following testing under dry heat, cold and damp heat (humidity) conditions shall be carried out.

#### 3.19.1 Ambient air temperature

##### 3.19.1.1 Requirements

Over the range of temperatures specified in table 3, the indication shall remain within the limits specified in that table.

##### 3.19.1.2 Method of test

This test normally shall be carried out in a climatic box.

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

#### 3.19.2 Relative humidity

##### 3.19.2.1 Requirements

The variation of the indication due to the effect of relative humidity shall be within the limits specified in table 3.

##### 3.19.2.2 Method of test

The test may be performed at a single temperature of 30 °C, with readings taken after the equipment has been maintained at the test conditions at least 4 h. The permitted variation, of  $\pm 10\%$  in the indication as specified in table 3, is in addition to the permitted variations due to temperature alone.

### 3.20 Pression atmosphérique

L'influence de la pression atmosphérique n'est, en général, significative que pour un détecteur non étanche, utilisant l'air ou un gaz comme milieu de détection. En raison de la conception de ce type d'ensemble, il ne sera pas, en général, influencé par des variations de pression atmosphérique. En conséquence, aucun essai n'est spécifié. Si on estime envisageable qu'un effet lié à la pression atmosphérique puisse exister, un essai peut être convenu entre le constructeur et l'acheteur.

### 3.21 Champs électromagnétiques externes

A moins que des précautions spéciales soient prises lors de la conception de l'ensemble, celui-ci peut être rendu inopérant ou donner des indications incorrectes de débit d'équivalent de dose en présence de champs électromagnétiques externes, particulièrement de champs de radiofréquence.

#### 3.21.1 Prescriptions

Si l'indication d'un ensemble peut être influencée par la présence de champs électromagnétiques externes, un avertissement à cet effet doit être donné par le constructeur.

Si un constructeur affirme qu'un appareillage n'est pas sensible aux champs électromagnétiques, le domaine de fréquences et les types de rayonnements électromagnétiques dans lesquels l'ensemble a été essayé doivent être indiqués par le constructeur, en même temps que l'intensité maximale employée.

#### 3.21.2 Méthode d'essai

Par suite du vaste domaine de fréquences et de types de rayonnements électromagnétiques que l'on peut rencontrer, les méthodes d'essai ne sont pas spécifiées dans la présente norme. Ces méthodes doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur. Une attention particulière doit être apportée afin de déceler toute réponse accrue à une fréquence particulière.

### 3.22 Champs magnétiques externes

#### 3.22.1 Prescriptions

Si l'indication d'un ensemble peut être influencée par la présence de champs magnétiques externes, un avertissement à cet effet doit être donné par le constructeur et ceci doit aussi être signalé dans le manuel d'instructions.

#### 3.22.2 Méthode d'essai

Celle-ci doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

### 3.23 Etanchéité

Si l'appareillage a des chances d'être employé dans des conditions exceptionnellement humides (par exemple, à l'extérieur, dans des bacs de refroidissement, etc.), il convient que l'utilisateur établisse ses prescriptions concernant la protection contre l'humidité. Il convient que l'ensemble satisfasse aux prescriptions applicables de la CEI 68, ou à d'autres prescriptions convenues entre le constructeur et l'acheteur.

### 3.20 Atmospheric pressure

The influence of atmospheric pressure is, in general, significant only for an unsealed detector utilizing air or a gas as the detecting medium. Because of the design of this type of assembly, it will not in general be influenced by variations of atmospheric pressure. Accordingly no test is specified. If it is considered possible that there may be an effect related to atmospheric pressure, a test may be agreed between the manufacturer and the purchaser.

### 3.21 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.

#### 3.21.1 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.

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.

#### 3.21.2 Method of test

Owing to the great range of frequencies and types of electromagnetic radiation that may be encountered, the methods of test are not specified in this standard. They shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser. Particular care must be taken to detect any enhanced response at a particular frequency.

### 3.22 External magnetic fields

#### 3.22.1 Requirements

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

#### 3.22.2 Method of test

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

### 3.23 Sealing

In cases where the assembly is likely to be used in exceptionally damp conditions (for example outdoors, in cooling ponds, etc.), the user should state his requirements regarding protection against dampness. The assembly should then satisfy the relevant requirements of IEC 68, or other requirements agreed between manufacturer and purchaser.