

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61018

Première édition
First edition
1991-08

**Instruments portatifs de mesure de dose et de
débit de dose élevés des rayonnements bêta
et gamma, utilisés en situation d'urgence en
radioprotection**

**High range beta and photon dose and dose rate
portable instruments for emergency radiation
protection purposes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61018: 1991

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61018

Première édition
First edition
1991-08

**Instruments portatifs de mesure de dose et de
débit de dose élevés des rayonnements bêta
et gamma, utilisés en situation d'urgence en
radioprotection**

**High range beta and photon dose and dose rate
portable instruments for emergency radiation
protection purposes**

© IEC 1991 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 photo-
copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Terminologie	8

CHAPITRE II: INSTRUMENTS DE MESURE DE DOSE ET DE DÉBIT DE DOSE ÉLEVÉS DES RAYONNEMENTS BÊTA ET GAMMA

4. Caractéristiques générales	14
5. Procédures générales pour les essais	14
6. Caractéristiques liées aux rayonnements	16
7. Caractéristiques électriques	18
8. Caractéristiques mécaniques	22
9. Caractéristiques d'environnement	22
10. Méthodes d'essai des caractéristiques	24

CHAPITRE III: CERTIFICAT D'IDENTIFICATION

11. Certificat d'identification	32
12. Manuel d'utilisation et d'entretien	32
13. Résumé des caractéristiques	32
Tableau I – Conditions de référence et conditions normales d'essai	34
Tableau II – Essais effectués dans les conditions normales d'essai	36
Tableau III – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

CHAPTER I: GENERAL

Clause

1. Scope	7
2. Object	7
3. Terminology	9

CHAPTER II: HIGH RANGE BETA AND PHOTON DOSE
AND DOSE RATE MEASURING INSTRUMENTS

4. General characteristics	15
5. General test procedures	15
6. Radiation characteristics	17
7. Electrical characteristics	19
8. Mechanical characteristics	23
9. Environmental characteristics	23
10. Characteristic test methods	25

CHAPTER III: CERTIFICATE OF IDENTIFICATION

11. Certificate of identification	33
12. Operation and maintenance manual	33
13. Summary of characteristics	33
Table I – Reference and standard test conditions	35
Table II – Tests performed under standard test conditions	37
Table III – Tests performed with variation of influence quantities	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTS PORTATIFS DE MESURE DE DOSE ET DE DÉBIT DE DOSE ÉLEVÉS DES RAYONNEMENTS BÊTA ET GAMMA, UTILISÉS EN SITUATION D'URGENCE EN RADIOPROTECTION

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

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

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
45B(BC)73	45B(BC)89

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

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

- Publications n° 50: Vocabulaire Electrotechnique International.
- 50(151) (1978): Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
- 50(391) (1975): Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants.
- 50(392) (1976): Chapitre 392: Instrumentation nucléaire – Complément au chapitre 391.
- 68-2-27 (1987): Essais d'environnement, Deuxième partie: Essais.
- 86: Piles électriques.
- 181 (1964): Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.
- 278 (1968): Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques.
- 395 (1972): Débitmètres et moniteurs de débit d'exposition portatifs de rayonnement X ou gamma utilisés en radioprotection.
- 532 (1976): Débitmètres d'exposition, signaleurs et moniteurs de débit d'exposition à poste fixe pour les rayonnements X ou gamma d'énergies comprises entre 80 keV et 3 MeV.
- 951-3 (1989): Matériels de surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-accidentelles dans les centrales nucléaires.
- Troisième partie: Ensembles de surveillance locale du débit de dose de rayonnement gamma à large gamme.

Autre publication citée:

- Norme ISO 6980 (1984): Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH RANGE BETA AND PHOTON DOSE AND DOSE RATE PORTABLE INSTRUMENTS FOR EMERGENCY RADIATION PROTECTION PURPOSES

FOREWORD

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

PREFACE

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

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

Six Months' Rule	Report on Voting
45B(CO)73	45B(CO)89

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 50: International Electrotechnical vocabulary (IEV).
 50(151) (1978): Chapter 151: Electrical and magnetic devices.
 50(391) (1975): Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means.
 50(392) (1976): Chapter 392: Nuclear instrumentation – Supplement to Chapter 391.
 68-2-27 (1987): Environmental testing, Part 2: Tests. Test Ea and Guidance: Shock.
- 86: Primary batteries.
 181 (1964): Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation.
- 278 (1968): Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus.
 395 (1972): Portable X or gamma radiation exposure rate meters and monitors for use in radiological protection.
 532 (1976): Installed exposure rate meters, warning assemblies and monitors for X or gamma radiation of energy between 80 keV and 3 MeV.
 951-3 (1989): Radiation monitoring equipment for accident and post-accident conditions in nuclear power plants, Part 3: High range area gamma radiation dose rate monitoring equipment.

Other publication quoted:

- ISO Standard 6980 (1984): Reference beta radiations for calibrating dosimeters and doseratemeters and for determining their response as a function of beta radiation energy.

INSTRUMENTS PORTATIFS DE MESURE DE DOSE ET DE DÉBIT DE DOSE ÉLEVÉS DES RAYONNEMENTS BÊTA ET GAMMA, UTILISÉS EN SITUATION D'URGENCE EN RADIOPROTECTION

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme définit les performances des instruments servant à mesurer la dose absorbée et le débit de dose absorbée dans l'air en situation d'urgence. Pour la mesure du rayonnement bêta, la dose absorbée dans les tissus à une profondeur de 7 mg/cm^2 doit être utilisée. Chaque fois que les termes «dose» et «débit de dose» apparaissent dans la présente norme, ils concernent la dose absorbée ou le débit de dose absorbée dans l'air à l'air libre. Cette norme ne spécifie pas quels instruments sont nécessaires et ne considère pas non plus leur nombre ou leurs emplacements spécifiques. Ces indications sont du ressort des personnes qualifiées et des autorités réglementaires compétentes. Si des prescriptions nationales imposent d'utiliser d'autres grandeurs de mesure (par exemple l'équivalent de dose ambiant ou directionnel), la norme s'applique aux caractéristiques fonctionnelles de l'équipement prévu pour mesurer ces autres grandeurs. Par exemple, les mêmes valeurs chiffrées devraient toujours s'appliquer aux caractéristiques de rayonnement, mais il conviendrait que les valeurs conventionnellement vraies soient exprimées par cette autre grandeur au lieu de l'être en débit de dose absorbée.

Les Publications 395 et 532 de la CEI donnent les spécifications applicables aux instruments prévus pour mesurer les débits de dose inférieurs au niveau minimal détectable spécifié dans la présente norme. Quand ces instruments doivent également être utilisés pour effectuer des mesures en situation d'urgence, ils doivent également satisfaire aux prescriptions de la présente norme.

On s'est d'abord soucié du choix des instruments et des systèmes ainsi que de leur aptitude à fournir rapidement les données qui servent à prendre les décisions sur ce qu'il convient de faire en cas d'urgence. Cette norme ne s'applique qu'aux instruments portatifs (dénommés «instruments» dans le texte). (Voir Publication 951-3 de la CEI.)

Bien que la présente norme spécifie les prescriptions qui s'appliquent à l'instrumentation utilisée principalement pour effectuer des mesures en situation d'urgence, cet équipement peut également servir à faire des mesures sur le site à d'autres moments.

Lorsque l'instrument dispose d'un détecteur à distance et qu'un détecteur additionnel est prévu dans l'ensemble de mesure pour déterminer le débit de dose à l'emplacement de l'opérateur, les prescriptions de la présente norme doivent être appliquées aux deux détecteurs.

2. Objet

- 2.1 La présente norme a pour objet d'indiquer les caractéristiques fonctionnelles et les prescriptions fondamentales de conception pour les instruments à large étendue de mesure des doses et des débits de dose des rayonnements bêta et gamma utilisés pour une évaluation rapide en situation d'urgence.

HIGH RANGE BETA AND PHOTON DOSE AND DOSE RATE PORTABLE INSTRUMENTS FOR EMERGENCY RADIATION PROTECTION PURPOSES

CHAPTER I: GENERAL

1. Scope

This standard defines performance parameters for an instrument to measure absorbed dose and absorbed dose rate to air during emergency situations. For the measurement of beta radiation, the absorbed dose to tissue at a depth of 7 mg/cm² of tissue shall be used. Wherever the term «dose» or «dose rate» is used in this standard, it means absorbed dose or absorbed dose rate to air in air. This standard does not specify which instruments are required nor does it consider numbers or specific locations of such instruments. These determinations are made by qualified individuals and appropriate regulatory authorities. If national regulations require other isotropic dose or exposure quantities (e.g. ambient or directional dose equivalent) to be used for the purposes above, this standard applies to the performance characteristics of the equipment intended to measure these other quantities. For example, the same numerical values for the requirements for the radiation characteristics would still apply but the conventionally true values would be expressed in the other quantity and not in absorbed dose rate.

Specifications for instruments for measuring dose rate less than the minimum detectable absorbed dose rate level specified in this standard are contained in IEC Publications 395 and 532. Where such instruments are also to be used for emergency measurements, they shall also meet the requirements of this standard.

Primary emphasis is placed on the selection of instruments and systems and on their ability to provide data rapidly as the basis for making appropriate emergency action decisions. This standard only applies to portable instruments (herein referred to as "instruments"). (See IEC Publication 951-3.)

Although this standard specifies the requirements for equipment primarily for emergency use, such equipment may also be used for on-site measurements at other times.

If the instrument has a remote detector and if an additional detector is provided in the measuring assembly to measure the dose rate at the location of the operator, the requirements of this standard shall apply to both of the detectors.

2. Object

- 2.1 The object of this standard is to provide basic performance and design requirements for beta and/or photon high-range dose and dose rate measuring instruments used for prompt assessment of radiological emergencies.

- 2.2 Pour les équipements précités, la présente norme spécifie les caractéristiques générales, les caractéristiques de fonctionnement, les caractéristiques électriques et mécaniques, les caractéristiques de sécurité et d'environnement, enfin les procédures d'essai et la documentation appropriée.

3. Terminologie

Grandeurs relatives aux rayonnements, termes et unités employés en dosimétrie.

3.1 Terminologie générale

La terminologie générale concernant la détection et la mesure des rayonnements ionisants ainsi que l'instrumentation nucléaire se trouve dans les Publications 50(391) et 50(392) de la CEI ainsi que dans la Publication 181 de la CEI.

Sauf pour les termes spécifiés au paragraphe 3.3 ci-après, tous les termes techniques utilisés suivent les définitions de la Publication 50 de la CEI. Sauf indication contraire, les doses citées sont les doses absorbées (dans l'air à l'air libre).

3.2 Unités

La présente norme utilise les unités du Système International d'Unités (SI)*. Les définitions des grandeurs relatives aux rayonnements ainsi que les termes de dosimétrie** sont données dans les Publications 50(391) et 50(392) de la CEI.

Les anciennes unités correspondantes (hors du SI) sont indiquées entre parenthèses. Toutefois, les unités suivantes peuvent être utilisées:

- pour l'énergie: l'électron-volt (symbole eV)
1 eV = 1,602 · 10⁻¹⁹ J
- pour le temps: l'année, le jour, l'heure (symbole h),
la minute (symbole min).

Les multiples et sous-multiples des unités SI sont employés, si besoin est, en accord avec le Système SI.

3.3 Définitions

Les définitions suivantes sont applicables dans le cadre de la présente norme:

3.3.1 Dépendance angulaire

Réponse du détecteur en fonction de l'angle d'incidence du rayonnement.

3.3.2 Coefficient de variation

Rapport V de l'estimation de l'écart type σ à la moyenne arithmétique $\bar{x}$ d'un ensemble de n mesures x_i donné par la formule:

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

* Bureau international des poids et mesures (BIPM): *Le Système International d'Unités (SI)*, 5^e édition (1985).

** Rapport 33 de la Commission Internationale des Unités et des Mesures de Rayonnement (ICRU) (paru en avril 1980) et Publication 26 de la Commission Internationale de Protection Radiologique (ICRP).

- 2.2 For the equipment described above, this standard specifies the general characteristics, operating characteristics, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics, test procedure and documentation.

3. Terminology

Radiation quantities, dosimetric terms and units.

3.1 General terminology

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

Except as specified in Sub-clause 3.3 below, all technical terms are as defined in IEC Publication 50; doses are absorbed doses to air in free air unless otherwise specified.

3.2 Units

In the present standard, the units of the International System (SI)* are used. The definitions of radiation quantities and dosimetric terms** are given in IEC Publications 50(391) and 50(392).

The corresponding old (not SI) units are indicated in brackets. Nevertheless, the following units could be used:

- for energy: electronvolt (symbol eV)
1 eV = 1,602 · 10⁻¹⁹ J
- for time: years, days, hours (symbol h),
minutes (symbol min).

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

3.3 Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply:

3.3.1 Angular dependence

Response of the detector as a function of the angle of incidence of the radiation.

3.3.2 Coefficient of variation

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

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

* Bureau international des poids et mesures (BIPM): *Le Système International d'Unités (SI)*, 5th edition (1985) (The International System of Units (SI) (bilingual)).

** Report 33 of the International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) (published April 1980) and Publication 26 of the International Commission on Radiological Protection (ICRP).

3.3.3 Valeur conventionnellement vraie

Meilleure valeur approchée d'une grandeur spécifique au point de mesure. Elle se détermine habituellement par un instrument de référence recalé sur un étalon primaire ou secondaire.

3.3.4 Axe de détection

Axe suivant lequel un rayonnement incident serait normalement mesuré par l'instrument portatif (l'axe de détection est indiqué par le constructeur). Cet axe correspond à la direction d'étalonnage.

3.3.5 Etendue effective de mesure

Etendue de mesure dans les limites de laquelle les prescriptions de la présente norme sont satisfaites.

3.3.6 Erreur d'indication

Différence entre la valeur indiquée d'une grandeur et la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur au point de mesure.

3.3.7 Hors détecteur

Se dit de la partie de l'instrument qui ne comprend pas le détecteur.

3.3.8 Hors site

Toute zone librement accessible au public en général.

3.3.9 Opérationnel

Capable de satisfaire les critères fonctionnels de la présente norme.

3.3.10 Point de référence d'un ensemble

Endroit où se trouve le point d'étalonnage de l'instrument et pour lequel on connaît les débits de dose absorbée conventionnellement vrais. Dans tous les essais qui font appel à un rayonnement, le point d'étalonnage de l'instrument doit être placé au point d'essai dans l'orientation indiquée par le constructeur (voir paragraphe 5.3).

3.3.11 Erreur relative d'une indication

L'erreur relative, I , commise sur l'indication d'un instrument est donnée en pourcentage par la relation suivante:

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

dans laquelle $\dot{D}_i$ est la valeur de débit de dose indiquée et $\dot{D}_t$ la valeur conventionnellement vraie de ce débit de dose.

3.3.12 Erreur relative intrinsèque

Erreur relative commise sur l'indication d'un instrument (voir paragraphe 3.3.11) soumis à un rayonnement de référence spécifié dans des conditions de référence spécifiées.

3.3.3 *Conventionally true value*

The best approximate value of a specific quantity at the point of measurement. This is usually determined by a reference instrument traceable to a primary or secondary standard.

3.3.4 *Detection axis*

That axis along which incident radiation would normally be measured for the portable instrument (the detection axis is stated by the manufacturer). This axis corresponds to the calibration direction.

3.3.5 *Effective range of measurements*

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

3.3.6 *Error of indication*

The difference between the indicated value of a quantity and the conventionally true value of that quantity at the point of measurement.

3.3.7 *Extracameral*

Pertaining to that portion of the instrument exclusive of the detector.

3.3.8 *Offsite*

Any area freely accessible to the general public.

3.3.9 *Operational*

Capable of meeting the performance criteria of this standard.

3.3.10 *Reference point of an assembly*

The point at which the calibration point of the instrument is placed and at which the conventionally true absorbed dose rates are known. For all tests involving the use of radiation, the calibration point of the instrument shall be placed at the point of test in the orientation indicated by the manufacturer (see Sub-clause 5.3).

3.3.11 *Relative error of an indication*

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

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

where $\dot{D}_i$ is the indicated value of dose rate and $\dot{D}_t$ is the conventionally true value of the dose rate.

3.3.12 *Relative intrinsic error*

The relative error of the indication of an instrument (see Sub-clause 3.3.11) subjected to a specified reference radiation under specified reference conditions.

3.4 *Essais de qualification*

Ensemble d'essais effectués pour vérifier que les prescriptions d'une spécification sont respectées.

Note. – Les essais de qualification se divisent en essais de type et en essais de série suivant les définitions ci-dessous.

3.4.1 *Essais 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)*.

3.4.2 *Essais de série*

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

3.5 *Essais d'acceptation*

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

3.6 *Essais complémentaires*

Essais destinés à fournir des informations complémentaires sur certaines caractéristiques de l'instrument.

* Publication 50(151) de la CEI.

3.4 *Qualification tests*

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

Note. – Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests, as defined below.

3.4.1 *Type tests*

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

3.4.2 *Routine tests*

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

3.5 *Acceptance tests*

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

3.6 *Supplementary tests*

Tests intended to provide supplementary information on certain characteristics of the instrument.

* IEC Publication 50(151).

CHAPITRE II: INSTRUMENTS DE MESURE DE DOSE ET DE DÉBIT DE DOSE ÉLEVÉS DES RAYONNEMENTS BÊTA ET GAMMA

4. Caractéristiques générales

4.1 *Etendue de mesure*

L'instrument doit pouvoir mesurer le débit de dose dû aux particules bêta et gamma dans l'étendue de mesure comprise entre 10^{-4} et 10 Gy/h ($0,01$ à 10^3 rad/h). En cas de possibilité d'intégration des mesures, l'étendue de mesure doit s'étendre au moins de 10^{-4} à 2 Gy ($0,01$ à 200 rad).

4.2 *Lecture*

Une seule échelle est préférable. En cas d'utilisation de plusieurs échelles, le changement de calibre de mesure et d'échelle de lecture doit être simultané et clairement affiché. Toutes les échelles doivent pouvoir être lues dans les conditions normales d'éclairage.

4.3 *Point de référence d'un ensemble*

L'emplacement du détecteur, s'il est monté à l'intérieur d'un instrument, doit être clairement marqué à l'extérieur de celui-ci. Le constructeur doit spécifier le point de référence de l'ensemble ainsi que l'orientation par rapport à la source radioactive d'étalonnage. Le point de référence doit être indiqué sur l'ensemble.

4.4 *Aptitude au transport*

Dans le cas d'un appareil de surveillance, l'instrument complet ne doit pas dépasser une masse de 4 kg; il doit être équipé de poignées, de courroies ou d'autres moyens facilitant son utilisation quand il est porté. On reconnaît que l'utilisation d'une sonde à distance ou de tout autre moyen peut être prescrit pour réduire la dose reçue par l'utilisateur.

4.5 *Protection des commandes*

Les commutateurs et autres commandes doivent être protégés pour prévenir la mise hors service par inadvertance du système ou son mauvais fonctionnement.

5. Procédures générales pour les essais

5.1 *Nature des essais*

Tous les essais indiqués dans les paragraphes suivants sont à considérer comme des essais de type.

En outre, certains de ces essais peuvent être considérés comme des essais d'acceptation après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

5.2 *Principes fondamentaux*

5.2.1 Les conditions de référence et les conditions normales d'essai sont définies dans le tableau I.

5.2.2 Les essais à effectuer dans les conditions normales d'essai qui s'appliquent sont donnés dans le tableau II avec les prescriptions et l'indication du paragraphe où la méthode caractéristique d'essai des caractéristiques est exposée.

CHAPTER II: HIGH RANGE BETA AND PHOTON DOSE AND DOSE RATE MEASURING INSTRUMENTS

4. General characteristics

4.1 Range

The instrument shall be capable of measuring the dose rate from beta and photon radiation over the range of 10^{-4} to 10 Gy/h (0,01 to 10^3 rad/h). If integrating capability is provided, the range shall be at least 10^{-4} to 2 Gy (0,01 to 200 rad).

4.2 Read-out

Single scale is preferred. If multiple scales are used, the changing of measuring range and read-out scale shall be simultaneous and shall be clearly displayed. All scales shall be readable under normal lighting conditions.

4.3 Reference point of an assembly

The location of the detector, if internally mounted, shall be clearly marked on the exterior of the instrument. The manufacturer shall state the reference point of the assembly and the reference orientation relative to the calibrated radiation source. The reference point shall be indicated on the outside of the assembly.

4.4 Portability

In the case of survey meters, the complete instrument shall not exceed 4 kg in weight and shall be equipped with handles, straps or other means to facilitate operation while being carried. It is recognized that an extension probe or some other means may be required to reduce the dose to the operator.

4.5 Protection of switches

Switches and other controls shall be protected to prevent inadvertent de-activation or mal-operation of the system.

5. General test procedures

5.1 Nature of tests

All the tests enumerated in the following sub-clauses are to be considered as type tests.

In addition, some of these tests may, by agreement between manufacturer and user, be considered as acceptance tests.

5.2 Basic principles

5.2.1 Reference and standard test conditions are defined in Table I.

5.2.2 Tests to be performed under applicable standard test conditions are given in Table II along with requirements and reference to the sub-clause where the characteristic test method is described.

5.2.3 *Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence*

Les essais qui ont pour but de déterminer les effets des variations des grandeurs d'influence sont présentés dans le tableau III avec le domaine de variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations correspondantes de l'indication fournie par un ensemble. Le domaine de variation des grandeurs d'influence indiquée dans le tableau III définit un domaine nominal d'utilisation à l'intérieur duquel la variation d'indication doit rester dans les limites indiquées par le constructeur, limites qui ne doivent en aucun cas dépasser les valeurs de ce tableau.

Afin de vérifier les effets de la variation de chaque grandeur d'influence énumérée dans le tableau III, il convient de maintenir les autres grandeurs d'influence dans les limites des conditions normales d'essai données dans le tableau I, sauf spécifications différentes mentionnées dans la méthode d'essai concernée.

5.3 *Point d'essai*

Le «point d'essai» où le débit de dose doit être déterminé doit être choisi de façon que la distance entre la source de rayonnement et le détecteur de l'instrument soit suffisamment grande pour que l'erreur due à la non-uniformité de l'irradiation du détecteur soit inférieure ou égale à 10%.

Des précautions doivent être prises pour réduire au maximum la valeur du rayonnement diffusé au point d'essai. L'instrument doit être placé de façon que le point d'essai soit au centre géométrique du volume sensible du détecteur, sauf spécifications différentes fixées par le constructeur.

5.4 *Fiabilité statistique des essais*

Pour tout essai faisant appel à l'utilisation des rayonnements, si l'amplitude des fluctuations statistiques de l'indication produites uniquement par la nature aléatoire du rayonnement correspond à une fraction notable de la variation de l'indication autorisée par l'essai, un nombre suffisant de lectures doit être effectué, de manière à être certain de pouvoir estimer la valeur moyenne de ces lectures avec suffisamment de précision afin de prouver la conformité de l'essai en question à un niveau de confiance de 95%. L'intervalle entre ces lectures devrait être d'au moins trois fois le temps de réponse pour s'assurer que les lectures sont statistiquement indépendantes.

5.5 *Rayonnement gamma de référence*

Tous les essais autres que ceux des paragraphes 6.1, 6.2 et 6.5, qui font appel à un rayonnement gamma, doivent être effectués en utilisant une source de référence unique de ^{137}Cs . Toutefois, si pour des raisons pratiques on utilise une source de ^{60}Co , on doit appliquer une correction pour tenir compte de la différence de réponse entre le ^{137}Cs et le ^{60}Co .

6. *Caractéristiques liées aux rayonnements*

6.1 *Erreur intrinsèque relative*

Dans les conditions normales d'essai, l'erreur intrinsèque relative ne doit pas dépasser $\pm 40\%$ du débit de dose conventionnellement vrai par rapport au rayonnement de référence de la source de ^{137}Cs au point de mesure. Si l'on utilise une source de ^{60}Co pour des raisons pratiques, il faut appliquer une correction pour tenir compte de la différence de réponse entre le ^{137}Cs et le ^{60}Co .

5.2.3 Tests performed with variation of influence quantities

Tests to determine the effects of variations in influence quantities are given in Table III 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 III defines a nominal operating range within which the variation in indication shall remain within the limits stated by the manufacturer, which limits shall in no case exceed those laid down in Table III.

To test the effect of variation in any one of the influence quantities listed in Table III, all other influence quantities should be maintained within the limits for standard test conditions given in Table I, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

5.3 Point of test

The “point of test” at which the dose rate is to be determined shall be chosen such that the distance between the radiation source and the detector of the instrument shall be sufficient to ensure that errors due to non-uniformity of irradiation will be $\leq 10\%$.

Precautions shall be taken to reduce the amount of scattered radiation at the point of test to the minimum. The instrument shall be placed in such a way that the point of test is the geometrical centre of the sensitive volume of the detector, unless otherwise stated by the manufacturer.

5.4 Statistical reliability of test

For any test involving the use of radiation, if the magnitude of the statistical fluctuations of the indication, arising from the random nature of radiation alone, is a significant fraction of the variation of the indication permitted in the test, then sufficient readings shall be taken to ensure that the mean value of such readings may be estimated with sufficient accuracy to demonstrate compliance with the test in question at the 95% confidence level. The interval between such readings should be at least three times the response time to ensure that the readings are statistically independent.

5.5 Reference photon radiation

All tests other than those given in Sub-clauses 6.1, 6.2 and 6.5, involving the use of photon radiation, shall be carried out with a single reference photon radiation of ^{137}Cs . However, if for practical reasons ^{60}Co is used, corrections shall be applied to allow for the difference in response between ^{60}Co and ^{137}Cs .

6. Radiation characteristics

6.1 Relative intrinsic error

Under standard test conditions, the intrinsic error shall not exceed $\pm 40\%$ of the conventionally true dose rate from the reference radiation of ^{137}Cs at the point of measurement. If for practical reasons ^{60}Co source is used, corrections shall be applied to allow for the difference in response between ^{137}Cs and ^{60}Co .

6.2 Réponse en fonction de l'énergie gamma

La réponse en fonction de l'énergie gamma doit être à $\pm 30\%$ de la réponse à l'énergie de référence dans la plage comprise entre 80 keV et 1,5 MeV (voir paragraphe 10.11).

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

La valeur indiquée du débit de dose produit par les sources de rayonnement bêta dans la direction d'étalonnage avec des émetteurs bêta dont la valeur de $E_{\max}$ est comprise entre 100 keV et 4 MeV ne doit pas différer de la valeur conventionnellement vraie du débit de dose absorbée de rayonnement bêta dans le tissu de plus des valeurs limites ci-après:

$E_{\max} = 100 \text{ keV}$ à $E_{\max} = 500 \text{ keV}$: -80% à $+100\%$

$E_{\max} = 500 \text{ keV}$ à $E_{\max} = 1 \text{ MeV}$: $\pm 35\%$

$E_{\max} = 1 \text{ MeV}$ à $E_{\max} = 4 \text{ MeV}$: $\pm 30\%$

La valeur indiquée par un appareil de mesure soumis à un rayonnement bêta dont la valeur de $E_{\max}$ est inférieure à 50 keV doit être nulle.

En pratique, la valeur indiquée sera nulle avec des émetteurs bêta dont la valeur de $E_{\max}$ est inférieure à celle d'une particule bêta à laquelle correspond un parcours maximal inférieur à la somme suivante: 7 mg cm^{-2} plus la masse par unité de surface de l'air situé entre la source et la face avant du détecteur et plus la masse par unité de surface du matériau absorbant qui couvre éventuellement la surface de la source émettrice du rayonnement bêta.

6.4 Essai de surcharge au rayonnement

Exposé à un débit de 100 Gy/h (10^4 rad/h), l'instrument doit continuer à fonctionner tout en allant à l'extrémité supérieure de l'échelle en mode «débit de dose». Après que le champ de rayonnement a été ramené au dessous de la pleine échelle, l'indication de l'instrument doit redescendre en 15 s à la valeur appropriée sur l'échelle. Le mode «mesure de dose» doit être essayé dans ces conditions.

6.5 Angle d'incidence

La réponse obtenue pour un rayonnement gamma dans un angle solide de 2π stéradians et dans le domaine d'énergie compris entre 80 keV et 1,5 MeV doit demeurer à $\pm 30\%$ de la réponse obtenue pour l'angle de référence normal à l'axe central du détecteur. Le constructeur doit indiquer la dépendance angulaire du rayonnement bêta.

6.6 Réponse hors détecteur

La réponse hors détecteur devrait être inférieure à 2% dans un champ de rayonnement gamma dont le débit de dose est de 1 Gy/h (10^2 rad/h) pour des énergies gamma égales ou supérieures à 1 MeV.

6.7 Réponse au rayonnement neutronique

Elle doit être indiquée par le constructeur.

7. Caractéristiques électriques

7.1 Source d'alimentation

L'instrument doit être équipé d'une source d'alimentation incorporée utilisant des piles faciles à se procurer qui satisfont aux prescriptions de la Publication 86 de la CEI. De plus, les limites de variation de l'indication doivent être $\pm 10\%$ après 100 h de fonctionnement continu avec un

6.2 Photon energy dependence

Photon energy dependence shall be within $\pm 30\%$ of the response to a reference energy over the range 80 keV to 1,5 MeV (see Sub-clause 10.11).

6.3 Variation of response with beta radiation energy

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

$E_{\max} = 100 \text{ keV to } E_{\max} = 500 \text{ keV: } - 80\% \text{ to } + 100\%$

$E_{\max} = 500 \text{ keV to } E_{\max} = 1 \text{ MeV: } \pm 35\%$

$E_{\max} = 1 \text{ MeV to } E_{\max} = 4 \text{ MeV: } \pm 30\%$

The indication of a meter to beta radiation with $E_{\max}$ of less than 50 KeV shall be zero.

In practice the indication will be zero for beta emitters with an $E_{\max}$ less than that corresponding to a maximum range for the emitted beta particle which is less than the following sum: 7 mg cm⁻² plus the mass per unit area of air between the source and the front surface of the detector plus the mass per unit area of any absorbing material covering the surface of the beta radiation emitting source.

6.4 Radiation overload test

When exposed to 100 Gy/h (10⁴ rad/h), the instrument shall continue to operate and read full upscale in the dose rate mode. After the radiation field is reduced to below full scale, the instrument indication shall return to the appropriate on-scale reading within 15 s. The dose measuring mode shall be tested under these conditions.

6.5 Angle of incidence

Response to photon radiation over a solid angle of 2π steradians and an energy range of 80 keV to 1,5 MeV shall be within $\pm 30\%$ of the response obtained at a reference angle normal to the central axis of the detector. The manufacturer shall state the beta angular dependence.

6.6 Extracameral response

Extracameral response should be less than 2% in a photon field of 1 Gy/h (10² rad/h) having an energy $\geq 1 \text{ MeV}$.

6.7 Neutron response

Neutron response shall be stated by the manufacturer.

7. Electrical characteristics

7.1 Power source

The instrument shall have a self-contained power supply using readily available batteries meeting the specifications of IEC Publication 86. In addition, the limits of variation of indication shall be within $\pm 10\%$ after 100 h of continuous operation at an exposure level of 10% of

niveau d'exposition correspondant à 10% de l'indication maximale de lecture. Pour les températures inférieures à 0 °C, il y a lieu d'utiliser des piles au lithium, alcalines ou similaires. L'instrument doit être doté d'un circuit d'essai des piles, ou d'un indicateur de leur état.

7.2 Temps de réponse

Le temps de réponse doit être tel que, en cas de variation brusque du débit de dose, l'indication atteigne la valeur ci-après:

$$\dot{D}_i + \left[\frac{90}{100} (\dot{D}_f - \dot{D}_i) \right]$$

en un temps inférieur aux valeurs indiquées ci-dessous, $\dot{D}_i$ étant l'indication initiale et $\dot{D}_f$ l'indication finale.

Le temps de réponse doit être spécifié par le constructeur et être:

- inférieur ou égal à 5 s pour une modification du débit de dose avec des débits de dose compris entre 0,1 et 1 mGy/h (10 et 100 mrad/h);
- inférieur ou égal à 3 s pour une modification du débit de dose avec des débits de dose supérieurs à 1 mGy/h (100 mrad/h).

7.3 Stabilité

A température et pression constantes, la stabilité de l'instrument doit se tenir dans un intervalle de $\pm 3\%$ de l'indication maximale pour les échelles à lectures linéaires et à $\pm 3\%$ de l'indication maximale de la décade où se font les lectures pour les échelles à lecture logarithmique ou numérique, pendant une période de 3 h après 10 min de préchauffage.

7.4 Fluctuations statistiques

L'indication d'un débit de dose mesuré par un instrument peut présenter des fluctuations par rapport à sa valeur moyenne.

Le coefficient de variation de ces indications doit être inférieur à 20%.

Pour les instruments dotés d'échelles pratiquement linéaires, ces règles s'appliquent à tous les débits de dose qui dépassent ceux qui correspondent au tiers de la valeur maximale de l'échelle du calibre le plus sensible.

Pour les instruments dotés d'échelles non linéaires (par exemple logarithmiques), les règles s'appliquent à tous les débits de dose qui dépassent trois fois ceux qui correspondent à la plus faible graduation significative.

Pour les instruments à affichage numérique, les prescriptions s'appliquent à tous les débits de dose qui dépassent dix fois la valeur du premier chiffre affiché.

7.5 Durée de préchauffage avant fonctionnement

La durée de préchauffage doit être spécifiée par le constructeur. Elle ne doit en aucun cas être supérieure à 3 min.

the maximum full scale reading. For use at temperature below 0°C, alkaline, lithium, or similar types of batteries should be used. The instrument shall be equipped with a battery test circuit or other indication of battery condition.

7.2 Response time

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

$$\dot{D}_i + \left[\frac{90}{100} (\dot{D}_f - \dot{D}_i) \right]$$

in less than the times specified below, where $\dot{D}_i$ is the initial indication and $\dot{D}_f$ the final indication.

The response time shall be stated by the manufacturer and shall be:

- ≤ 5 s to change in the dose rate for dose rates between 0,1 and 1 mGy/h (10 and 100 mrad/h);
- ≤ 3 s to change in the dose rate for dose rates larger than 1 mGy/h (100 mrad/h).

7.3 Stability

Instrument stability at constant temperature and pressure shall be within $\pm 3\%$ of full scale for linear readings or $\pm 3\%$ of the full decade on which the reading is being made for log and digital readings over a period of 3 h after a 10 min warm-up.

7.4 Statistical fluctuations

The indication of a dose rate measuring instrument may exhibit fluctuations about its mean value.

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

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

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

For instruments provided with digital presentation, the requirements apply to all dose rates exceeding ten times the value of the first operating digit.

7.5 Operational warm-up time

The warm-up time shall be stated by the manufacturer, but in no case shall it be greater than 3 min.

8. Caractéristiques mécaniques

8.1 Chocs mécaniques* et vibrations

Le sous-ensemble de mesure doit pouvoir supporter sans dommage trois chocs mécaniques appliqués suivant trois axes mutuellement perpendiculaires, impliquant une accélération de 50 ms^{-2} sur un intervalle de temps de 18 ms et de forme semi-sinusoïdale. Un essai de vibration doit être effectué à 20 ms^{-2} dans la bande de fréquences comprise entre 10 Hz et 33 Hz.

8.2 Orientation de l'instrument

La valeur indiquée par l'instrument (géotropisme) pour toutes ses orientations ne doit pas varier de plus de $\pm 10\%$ de celle obtenue dans l'orientation de référence. L'orientation de référence doit être indiquée par le constructeur.

9. Caractéristiques d'environnement

9.1 Température

La variation de la valeur indiquée en fonction de la température ne doit pas être supérieure à $\pm 20\%$ dans le domaine compris entre -10°C et $+40^\circ\text{C}$ ni supérieure à $\pm 50\%$ dans le domaine compris entre -25°C et $+55^\circ\text{C}$.

9.2 Humidité relative

La variation de l'indication en fonction de l'humidité relative ne doit pas être supérieure à $\pm 10\%$ dans le domaine d'humidité relative compris entre 40 % et 95 % à 30°C .

9.3 Pression ambiante

La variation de l'indication en fonction de la pression ambiante ne doit pas être supérieure à $\pm 10\%$ dans le domaine compris entre 70 kPa et 106 kPa. Des corrections pour les chambres d'ionisation non étanches doivent être faites si nécessaire. La variation de la pression ne doit pas se faire à un taux supérieur à 20 kPa/min pour éviter d'endommager éventuellement les divers détecteurs.

9.4 Champs magnétiques

La variation de l'indication ne doit pas être supérieure à $\pm 15\%$ en présence de champs d'intensité égale ou inférieure à 800 A/m. On répétera l'essai de champ magnétique à 50 Hz ou 60 Hz. Si l'instrument ne répond pas à la présente spécification, le constructeur doit alors spécifier quelle valeur est respectée.

9.5 Rayonnement électromagnétique

La variation de l'indication ne doit pas être supérieure à $\pm 15\%$ en présence d'un champ électromagnétique dont l'intensité est égale à 10 V/m dans la bande de fréquences de 100 kHz à 500 MHz et 1 V/m aux fréquences comprises entre 500 MHz et 1 000 MHz.

9.6 Décharge électrostatique et champ électrostatique

La variation de l'indication ne doit pas être supérieure à $\pm 10\%$ en présence d'une décharge électrostatique de 6 kV, d'une énergie de 2 mJ sur le châssis mis à la terre avec un minimum de 10 s entre deux décharges successives ou en présence d'un champ électrostatique inférieur ou égal à 5 kV/m.

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

8. Mechanical characteristics

8.1 Mechanical shock* and vibration

The measuring sub-assembly shall be able to withstand, without damage, three mechanical shocks in three mutually perpendicular axes involving an acceleration of 50 ms^{-2} for a time interval of 18 ms, the shape of the shock being semi-sinusoidal. A vibration test shall be performed at 20 ms^{-2} over the frequency range of 10 Hz to 33 Hz.

8.2 Orientation of instrument

The indication of the instrument (geotropism) shall not vary by more than $\pm 10\%$ from that indicated in the reference orientation of use for any orientation of the instrument. The reference orientation shall be stated by the manufacturer.

9. Environmental characteristics

9.1 Temperature

The variation of indication shall not be greater than $\pm 20\%$ over the temperature range -10°C to $+40^\circ\text{C}$ and not greater than $\pm 50\%$ over the temperature range -25°C to $+55^\circ\text{C}$.

9.2 Relative humidity

The variation of indication shall not be greater than $\pm 10\%$ over the relative humidity from 40% to 95% at 30°C .

9.3 Ambient pressure

The variation of indication shall not be greater than $\pm 10\%$ over an ambient pressure range of 70 kPa to 106 kPa. Correction for free air ion chamber is to be made when appropriate. The pressure change shall not be at a rate greater than 20 kPa/min to prevent damage to various detectors, if necessary.

9.4 Magnetic fields

The variation of indication shall not be greater than $\pm 15\%$ when exposed to magnetic fields with strengths $\leq 800 \text{ A/m}$. Repeat magnetic field test at 50 Hz or 60 Hz. If the instrument does not meet this specification, then the manufacturer shall state what value is met.

9.5 Electromagnetic radiation

The variation of indication shall not be greater than $\pm 15\%$ in an electromagnetic radiation field strength of 10 V/m at frequencies of 100 kHz to 500 MHz and 1 V/m at frequencies of 500 MHz to 1 000 MHz.

9.6 Electrostatic discharge and field of an electrostatic field

The variation of indication shall not be greater than $\pm 10\%$ when exposed to an electrostatic discharge of 6 kV with energy of 2 mJ on earthed chassis and with a minimum of 10 s between individual discharges or an electrostatic field of $\leq 5 \text{ kV/m}$.

* See IEC Publication 68-2-27.

10. Méthodes d'essai des caractéristiques

10.1 Méthode d'interprétation des observations

Aux fins des essais prescrits aux paragraphes 6.1, 6.2 et 6.3, les valeurs conventionnellement vraies des débits de dose au point d'essai doivent être connues avec une incertitude ne dépassant pas $\pm 10\%$.

Pour savoir si les prescriptions des paragraphes 6.1, 6.2 et 6.3 sont observées, il est nécessaire de donner des tolérances pour tenir compte de l'incertitude avec laquelle on connaît les valeurs conventionnellement vraies du débit de dose utilisées pour les essais.

10.2 Temps de réponse

L'essai peut être effectué soit avec une source gamma appropriée, soit en injectant un signal électrique approprié à l'entrée du sous-ensemble de mesure.

Les débits de dose initial et final doivent être dans un rapport 10 et les mesures doivent être effectuées en augmentant et en diminuant le débit de dose dans ce rapport.

Si l'on utilise une méthode d'essai électrique, les signaux injectés doivent correspondre sur prescriptions ci-dessus.

Pour l'essai où l'on augmente le débit de dose, le sous-ensemble de détection doit être soumis en premier lieu au débit de dose le plus élevé pour noter l'indication $\dot{D}_f$. L'instrument doit ensuite être soumis au débit de dose le plus faible pendant une durée suffisante pour que l'indication $\dot{D}_i$ atteigne une valeur stable qui est notée.

Le débit de dose doit varier aussi vite que possible (sans dépasser le dixième du temps de réponse) pour correspondre à l'indication $\dot{D}_f$, on mesure la durée nécessaire pour atteindre la valeur donnée par la formule du paragraphe 7.2.

L'essai où l'on diminue le débit de dose doit être effectué de la même façon en intervertissant les valeurs $\dot{D}_i$ et $\dot{D}_f$ des débits de dose correspondants.

10.3 Erreur relative intrinsèque

L'instrument est exposé à des débits de dose dont les valeurs sont approximativement 50% et 75% de chaque calibre ou décade (voir paragraphes 3.3.11, 3.3.12 et 6.1).

Les prescriptions du paragraphe 6.1 peuvent être considérées comme respectées si aucune des valeurs observées de l'erreur relative intrinsèque ne dépasse $\pm 50\%$. Cette dernière valeur comprend l'erreur de $\pm 10\%$ sur la valeur conventionnellement vraie.

10.4 Coefficient de variation

Exposer successivement l'instrument à un débit de dose dont la valeur se situe approximativement entre 50% et 75% de chaque calibre ou décade et vérifier que la spécification est respectée à un niveau de confiance de 95% (voir paragraphes 3.3.2, 5.4 et 7.4).

10.5 Essai de surcharge au rayonnement

Exposer l'instrument pendant 10 min à un débit de dose de 100 Gy/h (10^4 rad/h) ou valant dix fois la valeur du calibre maximal, en prenant la plus faible de ces deux valeurs. Réduire le débit de dose à 90% de l'indication maximale et mesurer la durée nécessaire pour revenir à la lecture correcte. Cette durée doit être inférieure à 15 s.

10. Characteristic test methods

10.1 *Method of observations*

For the purposes of the tests required in Sub-clauses 6.1, 6.2 and 6.3, the conventionally true values of the dose rates at the point of test shall be known to within an uncertainty of $\pm 10\%$.

In considering whether the requirements of Sub-clauses 6.1, 6.2 and 6.3 are met, it is necessary to make allowances for the uncertainty in the values of the conventionally true dose employed in the tests.

10.2 *Response time*

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

The initial and final dose rates shall differ by a factor of 10 and measurements shall be carried out for both an increase and a decrease in the dose 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 rate test, the detection subassembly shall be subjected first to the higher dose rate and the indication $\dot{D}_f$ noted. The instrument shall then be subjected to the lower dose rate for a time sufficient for the indication $\dot{D}_i$ to reach a steady value and this indication noted.

The dose rate shall then be changed as quickly as possible (not exceeding $1/10$ of the response time) to that corresponding to the indication $\dot{D}_f$ and the time taken to read the value given by the formula in Sub-clause 7.2 measured.

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

10.3 *Relative intrinsic error*

Expose instrument to dose rates of approximately 50% and 75% of each range or decade (see Sub-clauses 3.3.11, 3.3.12 and 6.1).

The requirements of Sub-clause 6.1 can be considered to be met if no single value of the relative intrinsic error exceeds $\pm 50\%$; this includes the additional $\pm 10\%$ in the conventionally true value.

10.4 *Coefficient of variation*

Successively expose instrument to a dose rate of between 50% and 75% of each range or decade and determine that the specification has been met at the 95% confidence level (see Sub-clauses 3.3.2, 5.4 and 7.4).

10.5 *Radiation overload test*

Expose instrument to 100 Gy/h (10^4 rad/h) or ten times the scale maximum, whichever is less, for 10 min. Reduce the dose rate to 90% of the full scale indication and measure the time for the response to return to this reading. This time shall be less than 15 s.

10.6 *Durée de préchauffage*

L'instrument n'étant pas sous tension, on expose le sous-ensemble de détection à une source appropriée de rayonnement qui donnera une indication atteignant au moins la moitié du maximum de l'échelle sur le calibre ou la décade la plus sensible. On met l'instrument sous tension en notant les lectures toutes les 15 s pendant 6 min après la mise sous tension.

30 min après la mise sous tension, on prend un nombre suffisant de lectures (voir paragraphe 7.4); la valeur moyenne de ces indications servira de «valeur finale». Sur le graphique destiné à représenter l'indication en fonction du temps, on trace la courbe lissée qui répond au mieux aux indications relevées.

A partir de cette courbe, on note la lecture correspondant à la durée de préchauffage spécifiée. Il convient que cette lecture ne varie de $\pm 10\%$ de la lecture finale.

10.7 *Stabilité*

Au bout de 10 min de préchauffage, on expose l'instrument à un champ de rayonnement donnant une lecture au milieu du calibre ou la décade la plus sensible. On note l'indication de l'instrument toutes les heures pendant 3 h.

10.8 *Réponse hors détecteur*

Le détecteur étant blindé ou hors du champ de rayonnement, exposer le reste de l'instrument à un débit de dose de 1 Gy/h (10^2 rad/h) avec une énergie gamma égale ou supérieure à 1 MeV.

10.9 *Chocs mécaniques et vibrations*

L'instrument est soumis à des sollicitations semi-sinusoïdales de 50 ms^{-2} pendant 18 ms dans chacun des trois axes mutuellement perpendiculaires. Ensuite, l'instrument est soumis à des vibrations harmoniques de 20 ms^{-2} à une ou plusieurs fréquences choisies dans les bandes ci-après:

10 - 21 Hz pendant 10 min
22 - 33 Hz pendant 10 min.

Après ces essais, on vérifie que les prescriptions du paragraphe 6.1 relatives à l'erreur relative intrinsèque sont respectées.

10.10 *Orientation de l'instrument*

L'instrument est exposé, dans l'axe de détection, à un champ de rayonnement qui donne une lecture au milieu du calibre ou la décade la plus sensible. On fait tourner l'instrument par rapport à son axe de détection en relevant les indications tous les 90° .

10.11 *Réponse en fonction de l'énergie gamma*

La réponse en fonction de l'énergie gamma peut se mesurer sur n'importe quel calibre ou décade, à condition de faire une série complète de mesures pour chaque détecteur de l'instrument. Cet essai peut être effectué sur un seul modèle ou sur un seul instrument. La réponse en fonction de l'énergie gamma doit être déterminée en comparant la réponse de l'instrument pour des énergies données à la valeur conventionnellement vraie pour la même énergie. Les valeurs conventionnellement vraies doivent elles-mêmes être déterminées à partir d'instruments étalons secondaires ou d'instruments étalons de laboratoire recalables sur un étalon primaire. Pour les énergies gamma comprises entre 0,3 MeV et 1,25 MeV, la réponse doit être déterminée au moyen des nucléides suivants qui donnent les valeurs d'énergie efficaces ci-après:

10.6 *Warm-up time*

With the instrument switched off, expose the detection subassembly to an appropriate source of radiation that will provide an indication of at least half of scale maximum on the most sensitive range or decade. Switch on the instrument and note the readings of the instrument every 15 s during a 6 min period after switching on.

30 min after switching on, take a sufficient number of readings (see Sub-clause 7.4) 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.

From this curve note the reading corresponding to the quoted warm-up time. This reading should be within 10% of the final reading.

10.7 *Stability*

After 10 min warm-up, expose instrument to a field intensity producing a mid-scale reading on the most sensitive range or decade. Record instrument reading every hour for 3 h.

10.8 *Extracamerai response*

With detector shielded or not in the radiation field, expose the remainder of the instrument to a dose rate of 1 Gy/h (10^2 rad/h) with a photon energy 1 MeV or greater.

10.9 *Mechanical shock and vibration*

Subject instrument to semi-sinusoidal shocks of 50 ms^{-2} for 18 ms in each of three mutually perpendicular axes. Subject instrument to harmonic loadings of 20 ms^{-2} at one or more frequencies in each of the following ranges:

10 Hz–21 Hz for 10 min
22 Hz–33 Hz for 10 min.

Following these tests verify that the relative intrinsic error requirements of Sub-clause 6.1 still hold.

10.10 *Orientation of instrument*

Expose instrument to a field intensity producing mid-scale reading on the most sensitive range or decade coincident with the detection axis. Rotate instrument about detection axis and record reading every 90° .

10.11 *Photon energy dependence*

Photon energy dependence may be measured on any range or decade providing that a complete series of measurements is made for each detector in the instrument. This test may be performed on a single unit or instrument. Photon energy response shall be determined by comparing the instrument's response at a specific energy to that of the conventionally true value at that energy. Conventionally true values shall be determined from secondary or laboratory standard instruments or sources traceable to a primary standard laboratory. For photon energies between 0,3 MeV and 1,25 MeV, the response shall be determined to the following effective energies, obtainable with the nuclides shown:

Nucléide	Energie gamma efficace
^{60}Co	1,25 MeV
^{137}Cs	0,66 MeV

Pour les énergies inférieures à 300 keV, l'exposition doit être prévue pour une série d'énergies efficaces d'environ quatre points au minimum en décroissant à partir de 250 keV environ jusqu'à 80 keV. La réponse pour toutes les énergies efficaces essayées doit respecter les prescriptions du paragraphe 6.2.

Pour respecter la prescription de $\pm 30\%$ prévue au paragraphe 6.2, la réponse devrait être à l'intérieur d'une marge de $\pm 40\%$ pour inclure l'incertitude associée à la valeur conventionnellement vraie utilisée.

10.12 Dépendance angulaire

Le détecteur ou l'instrument doit être placé dans un champ unidirectionnel approprié, pratiquement parallèle, qui donne approximativement une lecture à mi-échelle, cela pouvant être obtenu sur n'importe quel calibre ou décade sur seulement un instrument. On fait tourner l'instrument ou la direction du champ de rayonnement autour d'un axe central dans chacun des trois plans mutuellement orthogonaux en notant la lecture sur l'échelle au moins pour chaque variation de 45° dans chaque plan. Les résultats sont reportés sur des coordonnées polaires. L'essai doit être effectué avec au moins deux sources d'énergie représentatives, l'une avec du ^{137}Cs ou du ^{60}Co , l'autre aux alentours de 80 keV.

10.13 Réponse au rayonnement bêta

Les éléments émetteurs de rayonnement bêta auxquels l'instrument doit être exposé pour cet essai doivent comprendre au moins le ^{147}Pm (E_{max} 0,225 MeV), le ^{204}Tl (E_{max} 0,763 MeV) et les $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ (E_{max} 2,27 MeV) et $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ (E_{max} 3,5 MeV).

La nature, la réalisation et les conditions d'emploi des sources de rayonnement doivent être conformes à la Norme ISO 6980. L'instrument peut être considéré comme conforme aux prescriptions du paragraphe 6.3 quand les indications relatives aux ^{147}Pm restent dans les limites spécifiées pour E_{max} compris entre 100 keV et 500 keV et que celles relatives au $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ restent dans les limites spécifiées pour E_{max} compris entre 1 MeV et 4 MeV. Ces limites ne comprennent pas l'erreur de $\pm 10\%$ associée à la valeur conventionnellement vraie utilisée.

Les résultats doivent être exprimés en termes de réponse par unité de débit de dose à la peau pour chaque source de rayonnement utilisée.

En principe, il y a lieu d'effectuer les essais avec le même débit de dose pour chaque énergie de rayonnement. Cela peut ne pas être possible en pratique et l'on doit alors corriger le débit de dose indiqué pour chaque émetteur de rayonnement bêta en fonction de l'erreur intrinsèque relative (interpolée s'il y a lieu) pour le débit de dose en question avec le rayonnement bêta de référence (voir paragraphe 10.3).

10.14 Piles

Exposer l'instrument à un débit de dose permanent donnant une lecture de 10% de la valeur du calibre maximal (ou décade) pendant 100 h et déterminer si les prescriptions du paragraphe 7.1 sont respectées.

10.15 Température ambiante

- On fait varier la température entre -10°C et $+40^\circ\text{C}$ et l'on vérifie l'aptitude au fonctionnement en s'assurant du respect des prescriptions du paragraphe 9.1 à -10°C , $+15^\circ\text{C}$ et $+40^\circ\text{C}$.

<i>Nuclide</i>	<i>Effective photon energy</i>
^{60}Co	1,25 MeV
^{137}Cs	0,66 MeV

For energies below 300 keV, the exposure shall be made at a series of effective energies in approximately a minimum of four-point decrements ranging from approximately 250 keV downward to 80 keV. The response to all effective energies tested shall be within the requirements of Sub-clause 6.2.

To meet the $\pm 30\%$ requirement of 6.2, the response should be within $\pm 40\%$ to include the uncertainty associated with the conventionally true values used.

10.12 *Angular dependence*

The detector or instrument shall be placed in a suitable unidirectional nearly parallel field such that approximately a half-scale reading results; this may be done on any range or decade on only a single instrument. The instrument or field direction should be rotated around a central axis in each of three mutually orthogonal planes and the scale reading recorded at least at 45° increments in each plane. The results shall be plotted on polar coordinates. This test shall be made with at least two representative energies — one either ^{137}Cs or ^{60}Co , the other near 80 keV.

10.13 *Beta response*

The beta emitters to which the instrument shall be exposed for this test shall include, as a minimum, ^{147}Pm (E_{max} 0,225 MeV), ^{204}Tl (E_{max} 0,763 MeV), and $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ (E_{max} 2,27 MeV), $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ (E_{max} 3,5 MeV).

The nature, construction and conditions of use of the radiation sources shall be in accordance with ISO Standard 6980. The instrument may be considered to meet the requirements given in Sub-clause 6.3 if the indications from ^{147}Pm are within the limits specified for the range of E_{max} from 100 keV to 500 keV and the indication from $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ are within the limits specified for the range of E_{max} from 1 MeV to 4 MeV. These limits exclude the $\pm 10\%$ error associated with the conventionally true values used.

The results shall be expressed as the response per unit of skin dose rate for each radiation source utilized.

In principle, this test should be performed at the same dose rate for each radiation energy. In practice this may not be possible, in which case the indicated dose rate for each beta emitter shall be corrected for the relative intrinsic error (interpolated if necessary) at that indicated dose rate for the reference beta radiation (see Sub-clause 10.3).

10.14 *Primary batteries*

Expose instruments to a continuous dose rate of 10% of maximum full-scale reading (or decade) for 100 h and determine whether the requirements of Sub-clause 7.1 are met.

10.15 *Ambient temperature*

- a) Vary temperature from -10°C to $+40^\circ\text{C}$. Verify operational ability by determining that the requirements of Sub-clause 9.1 are met at -10°C , $+15^\circ\text{C}$ and $+40^\circ\text{C}$.

- b) On fait varier la température entre $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ et l'on vérifie l'aptitude au fonctionnement en s'assurant du respect des prescriptions du paragraphe 9.1 à $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10.16 *Humidité relative*

On fait varier l'humidité relative entre 40% et 95% à la température constante de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. On contrôle l'aptitude au fonctionnement dans la plage d'humidité relative spécifiée au paragraphe 9.2.

10.17 *Pression ambiante*

On fait varier la pression atmosphérique à une vitesse inférieure à 20 kPa/min entre 70 kPa et 106 kPa et l'on vérifie l'aptitude au fonctionnement en s'assurant du respect des prescriptions du paragraphe 9.3 dans cet intervalle.

10.18 *Rayonnement électromagnétique*

On vérifie que les prescriptions du paragraphe 9.5 sont respectées pour déterminer l'aptitude au fonctionnement dans un champ électromagnétique de 10 V/m aux fréquences comprises entre 100 kHz et 500 MHz et de 1 V/m aux fréquences comprises entre 500 MHz et 1 000 MHz .

10.19 *Champ magnétique*

On vérifie que les prescriptions du paragraphe 9.4 sont respectées pour déterminer l'aptitude au fonctionnement dans un champ magnétique de 800 A/m . L'essai est répété dans un champ alternatif à 50 Hz ou 60 Hz .

10.20 *Décharge électrostatique d'un champ électrostatique*

On vérifie que les prescriptions du paragraphe 9.6 sont respectées pour déterminer l'aptitude au fonctionnement en provoquant des décharges électrostatiques de 6 kV de 2 mJ d'énergie sur le châssis mis à la terre en espaçant les décharges de 10 s ou à l'aide d'un champ électrostatique de 5 kV/m .

- b) Vary temperature from – 25 °C to + 55 °C. Verify operational ability by determining that the requirements of Sub-clause 9.1 are met at – 25 °C, + 15 °C and + 55 °C.

10.16 *Relative humidity*

Vary humidity from 40% to 95% at a constant temperature of 30 °C. Verify operational ability over the humidity range in accordance with Sub-clause 9.2.

10.17 *Ambient pressure*

Vary atmospheric pressure at a rate less than 20 kPa/min from 70 kPa to 106 kPa, verifying operational ability by determining that the requirements of Sub-clause 9.3 are met over this range.

10.18 *Electromagnetic radiation*

In an electromagnetic field of 10 V/m at frequencies of 100 kHz to 500 MHz and 1 V/m at frequencies of 500 MHz to 1 000 MHz, verify operational ability by determining that the requirements of Sub-clause 9.5 are met.

10.19 *Magnetic induction*

In a magnetic field of 800 A/m, verify operational ability by determining that the requirements of Sub-clause 9.4 are met. Repeat the test in an alternating field of 50 Hz or 60 Hz.

10.20 *Electrostatic discharge of an electrostatic field*

In an electrostatic discharge of 6 kV with energy of 2 mJ on earthed chassis and with an interval of 10 s between individual discharges or with an electrostatic field of 5 kV/m, verify operational ability by determining that the requirements of Sub-clause 9.6 are met.