

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes**

**Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection**



**THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED**  
**Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland**

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

#### **About the IEC**

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

#### **About IEC publications**

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

#### **IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)**

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

#### **IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)**

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

#### **IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)**

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

#### **Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)**

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### **IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)**

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### **IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)**

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

---

#### **A propos de l'IEC**

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

#### **A propos des publications IEC**

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

#### **Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)**

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

#### **Recherche de publications IEC - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)**

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

#### **IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)**

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

#### **Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)**

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### **Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)**

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### **Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)**

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes**

**Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 13.280

ISBN 978-2-8322-3076-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope and object.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	7
4 Units and list of symbols.....	7
5 General characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters for emergency purposes .....	7
5.2 Read-out.....	7
5.3 Dose equivalent and dose equivalent rate range .....	7
5.5 Minimum range of measurement .....	7
5.15 Portability .....	7
5.16 Protection of switches .....	8
5.17 Use of extension probe .....	8
5.18 Contamination probe.....	8
6 General test procedures .....	8
7 Additivity of indicated value .....	8
8 Radiation performance requirements and tests .....	8
8.4 Variation of the response due to photon radiation energy and angle of incidence .....	8
8.4.3 Measuring quantity $H'(0,07)$ , $\dot{H}'(0,07)$ , $H^*(10)$ or $\dot{H}^*(10)$ for telescopic or remote cylindrical probes.....	8
8.5 Variation of the response due to beta radiation energy and angle of incidence .....	10
8.5.1 Measuring quantity $H'(0,07)$ or $\dot{H}'(0,07)$ .....	10
8.7 Linearity and statistical fluctuations.....	10
8.7.2 Requirements .....	10
8.14 Extracameram response .....	10
8.14.1 Requirements .....	10
8.14.2 Method of test.....	10
8.15 Response of instrument with extended probe .....	10
8.15.1 Requirements .....	10
8.15.2 Method of test.....	11
9 Electrical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters .....	11
9.2 Warm-up time .....	11
9.2.1 Requirements .....	11
9.2.2 Test method .....	11
9.2.3 Interpretation of the results.....	11
10 Mechanical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters .....	11
10.4 Drop test.....	11
10.4.1 Requirements .....	11
10.4.2 Method of test.....	12
10.4.3 Interpretation of the results.....	12
11 Environmental characteristics, performance requirements and tests .....	12
11.2 Ambient temperature.....	12
11.2.1 Requirements .....	12

11.2.2	Test method .....	12
11.2.3	Interpretation of the results.....	13
11.3	Relative humidity .....	13
11.3.1	Requirements .....	13
11.8	Temperature shock .....	13
11.8.1	Requirements .....	13
11.8.2	Method of test.....	13
11.8.3	Interpretation of the results.....	14
12	Software.....	14
13	Summary of characteristics.....	14
14	Documentation .....	14
Table 5 – Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters.....		15
Table 6 – Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters .....		16
Table 7 – Electrical, mechanical and environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters .....		17

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –  
AMBIENT AND/OR DIRECTIONAL DOSE EQUIVALENT (RATE)  
METERS AND/OR MONITORS FOR BETA, X AND GAMMA RADIATION –****Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable  
instruments for emergency radiation protection purposes**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60846-2 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition of IEC 60846-2, issued in 2007, as well as IEC 61018, issued in 1991; it constitutes a technical revision.

The main technical change with regard to the previous edition consists of an update to the revised edition of IEC 60846-1:2009.

This International Standard IEC 60846-2 is to be used in conjunction with IEC 60846-1:2009. For the purposes of this standard, clauses/subclauses of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except when stated. The modified clauses/subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new clauses/subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

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

FDIS	Report on voting
45B/822/FDIS	45B/834/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 60846 series, under the general title *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

# **RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – AMBIENT AND/OR DIRECTIONAL DOSE EQUIVALENT (RATE) METERS AND/OR MONITORS FOR BETA, X AND GAMMA RADIATION –**

## **Part 2: High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes**

### **1 Scope and object**

This part of IEC 60846 applies to portable or transportable dose equivalent (rate) meters and/or monitors for the measurement of ambient and/or directional dose equivalent (rate) from external beta, X and gamma radiation for energies up to 10 MeV during emergency situations.

The object of this International Standard is to specify the design requirements and the performance characteristics of dose equivalent (rate) meters intended for the determination of ambient and/or directional dose equivalent (rate) as defined in ICRU Report 47 under emergency conditions. With the exception of modified or new clauses listed below, all clauses in IEC 60846-1:2009 are applicable for instruments used for emergency purposes.

This International Standard does not specify which instruments are required nor does it consider the numbers or specific locations of such instruments. This International Standard does not identify instrumentation for specific types of accidents. It is essential that the rated ranges of the instruments and the radiological and non-radiological conditions for which the instruments are designed adequately cover the accident and post-accident conditions as determined by accident analysis and/or specified by appropriate regulatory authorities or qualified individuals. It is expected that accidents will involve both dose equivalent (rate) and environmental extremes (e.g. temperature and humidity). Specifications for instruments for measuring dose equivalent rates less than the minimum detectable dose rate level specified in this International Standard are contained in IEC 60846-1:2009. Where such instruments are also used for emergency measurements, the requirements of this International Standard apply.

Although this International Standard specifies the requirements for instruments primarily for emergency use, such instruments 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 dose equivalent rate at the location of the operator, the requirements apply to both of the detectors.

### **2 Normative references**

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

This clause of IEC 60846-1:2009 applies, with the following additional references:

IEC 60325:2002, *Radiation protection instrumentation – Alpha, beta and alpha/beta (beta energy > 60 keV) contamination meters and monitors*

IEC 60846-1:2009, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in 3.1 to 3.33 of IEC 60846-1:2009 and the following apply:

#### 3.34

##### **extracamerual response**

response to radiation of all the parts of the instrument except the detector itself

#### 3.35

##### **emergency situation**

situation in which the dose equivalent (rates) of interest and one or more of the influence quantities are not covered in IEC 60846-1

### 4 Units and list of symbols

For the purposes of this standard, the units and list of symbols given in 4.1 to 4.2 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

### 5 General characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters for emergency purposes

For the purposes of this standard, 5.1 to 5.14 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

#### 5.2 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.

#### 5.3 Dose equivalent and dose equivalent rate range

The implementation of ICRP recommendations requires the determination of dose equivalent rate over a wide range of values. Under some circumstances, dose equivalent rates as high as  $10 \text{ Sv h}^{-1}$  require measurement. For application as an emergency instrument, the dose equivalent rates of interest are within the range from approximately  $1 \text{ mSv h}^{-1}$  to  $10 \text{ Sv h}^{-1}$ . If integrating capability is provided, the range between 1 mSv to 10 Sv usually is of interest.

#### 5.5 Minimum range of measurement

The minimum effective range of measurement of dose equivalent rate shall cover at least four orders of magnitude and shall include the range from  $1 \text{ mSv h}^{-1}$  to  $10 \text{ Sv h}^{-1}$ . The minimum effective range of dose equivalent shall cover at least four orders of magnitude and shall include 10 Sv.

#### 5.15 Portability

In the case of survey meters, the complete instrument should 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.

### 5.16 Protection of switches

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

### 5.17 Use of extension probe

If an extension probe is to be used, the instrument including the probe and all associated equipment necessary for measurements including the extension device extended to the worst case configuration shall be tested. Details of the test method shall be made available along with the results.

### 5.18 Contamination probe

Emergency dose rate monitors are frequently provided with a surface contamination probe. This probe shall meet the requirements of IEC 60325.

## 6 General test procedures

For the purposes of this standard, 6.1 to 6.14 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

## 7 Additivity of indicated value

For the purposes of this standard, 7.1 to 7.3 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

## 8 Radiation performance requirements and tests

For the purposes of this standard, 8.1 to 8.13 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

### 8.4 Variation of the response due to photon radiation energy and angle of incidence

#### 8.4.3 Measuring quantity $H'(0,07)$ , $\dot{H}(0,07)$ , $H^*(10)$ or $\dot{H}^*(10)$ for telescopic or remote cylindrical probes

##### 8.4.3.1 General

Where telescopic or remote cylindrical probes with their calibration direction perpendicular to the axis of symmetry are used for emergency instrumentation, this subclause 8.4.3 replaces 8.4.1 and 8.4.2 of IEC 60846-1:2009. In all other cases, subclauses 8.4.1 and 8.4.2 of IEC 60846-1:2009 apply, without modification.

##### 8.4.3.2 Requirements

The variation of the relative response due to a change of the photon radiation energy and angle of photon radiation incidence shall not exceed the following values:

- –29 % to 67 % for photon radiation energies of 80 keV to 1,5 MeV and angle of photon radiation incidence of  $0^\circ$  to  $\pm 60^\circ$  and  $180^\circ$  to  $(180^\circ \pm 60^\circ)$ .
- –37,5 % to 150 % for photon radiation energies of 80 keV to 1,5 MeV and angle of photon radiation incidence of  $\pm 60^\circ$  to  $\pm 120^\circ$ ; however, at angle of photon radiation incidence of  $90^\circ \pm 10^\circ$  a lower response of –50 % is allowed.

- –37,5 % to 150 % for photon radiation energies of 1,5 MeV to 7 MeV and angle of photon radiation incidence of  $0^\circ$  to  $\pm 60^\circ$  and  $180^\circ$  to  $(180^\circ \pm 60^\circ)$ .

All indicated dose values shall be corrected for non-linear response and, if necessary, for the effect of the influence quantity dose rate.

Where more than one detector is utilized, then these requirements shall apply to each detector.

NOTE The range of the response –29 % to +67 % corresponds to the range of the correction factor  $1,00 \pm 0,40$ . The range of the response –37,5 % to 150 % corresponds to the range of the correction factor  $1,00 \pm 0,60$ .

#### 8.4.3.3 Method of test

The tests with X-rays should be performed using the narrow-spectrum series of radiation qualities of ISO 4037-1, however if very high dose rates are required, the wide-spectrum series or high air kerma rate series may be required.

In order to minimize the number of measurements, in a first step the minimum rated photon energy is determined where both requirements on energy and angular dependence of response are met:

- The energy dependence of response for angles of incidence of  $\alpha = 0^\circ$  normalized to its value at  $^{137}\text{Cs}$  gamma energy,  $R(E_i, 0^\circ)$ , is measured and plotted versus the photon energy at the points of the mean energies (fluence weighted) of the used X-ray spectra,  $E_i$ .
- The photon energy where the variation of the relative response falls outside –29 % to +67 % (for 80 keV up to 1,5 MeV) or outside –37,5 % to +150 % (for 1,5 MeV up to 7 MeV) is determined.
- For the radiation quality with the mean energy above the lower photon energy thus determined, the relative response is measured for all angles between  $0^\circ$  and  $180^\circ$  at  $15^\circ$  intervals in two perpendicular planes containing the reference direction through the reference point of the dose equivalent (rate) meter.
  - If for this radiation quality, all variations of the relative response are between –29 % to +67 % (for 80 keV up to 1,5 MeV and  $0^\circ$  to  $\pm 60^\circ$  and  $180^\circ$  to  $\{180^\circ \pm 60^\circ\}$ ) and between –37,5 % to +150 % (for 80 keV up to 1,5 MeV and  $\pm 60^\circ$  to  $\pm 120^\circ$ ; however at  $90^\circ$  the variation of the relative response is allowed to be as low as –50 %) and between –37,5 % to 150 % (for 1,5 MeV up to 7 MeV and  $0^\circ$  to  $\pm 60^\circ$  and  $180^\circ$  to  $\{180^\circ \pm 60^\circ\}$ ), the procedure shall be repeated with the radiation quality with the next lower mean photon energy.
  - Otherwise, the radiation quality with the higher mean energy shall be chosen.

For both radiation qualities used in the test, all measured responses are plotted as a function of photon energy in a lin-log graph. Each two responses belonging together shall be connected by a straight line. The minimum and maximum rated photon energy is obtained by the intersection of the straight line with the specified limits at the highest photon energy.

In a second step, further radiation qualities in the rated range of use shall be chosen to prove that all normalized responses  $R(E, \alpha)$  are within its specified limits. One radiation quality is determined by the maximum energy of the rated range of use. If the normalized responses  $R(E_i, 0^\circ)$  determined before have extreme values in the rated range, then the corresponding radiation qualities are further values for these tests concerning the angle of incidence, otherwise at least one quality shall be chosen within the rated range.

In principle, it is desirable that this test be performed at the same dose equivalent (rate) for each radiation quality. In practice, this may not be possible, in which case, the indicated dose equivalent (rate) for each radiation quality shall be corrected for the relative response at the indicated dose equivalent (rate) (see 6.10 of IEC 60846-1:2009).

#### 8.4.3.4 Interpretation of the results

If all the variations of the relative response of the rated range of use due to photon radiation energy and angle of incidence are within the limits given in 8.4.3.2, then the requirements can be considered to be met.

### 8.5 Variation of the response due to beta radiation energy and angle of incidence

#### 8.5.1 Measuring quantity $H'(0,07)$ or $\dot{H}'(0,07)$

##### 8.5.1.1 Requirements

The variation of the relative response of the directional dose equivalent (rate) meter to beta radiation produced by the reference radiation of  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  in the calibration direction, i.e.,  $0^\circ$  radiation incidence, shall be between  $-33\%$  to  $+100\%$ . In addition, the response to the reference radiation of  $^{85}\text{Kr}$  or  $^{204}\text{Tl}$  shall be given by the manufacturer.

##### 8.5.1.2 Method of test

For the beta radiation of  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ , the response shall only be measured for zero angle of radiation incidence.

##### 8.5.1.3 Interpretation of the results

If all the variations of the relative response of the rated range of use due to beta radiation energy at  $0^\circ$  angle of incidence are within  $-33\%$  to  $+100\%$ , then the requirements can be considered to be met.

### 8.7 Linearity and statistical fluctuations

#### 8.7.2 Requirements

The requirements of IEC 60846-1:2009 apply, with the exception that Tables 5 and 6 of IEC 60846-1:2009 are replaced by Tables 5 and 6 given in this standard.

### 8.14 Extracameral response

#### 8.14.1 Requirements

The instrument shall not exhibit an extracameral response greater than or equal to  $2\%$  of scale reading when exposed to a dose rate greater than or equal to  $1\text{ Sv h}^{-1}$  with photon energy of  $1,25\text{ MeV}$  and beta radiation from  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ .

#### 8.14.2 Method of test

With the detector and its surrounding housing shielded or not in the radiation field, expose the rest of the instrument, including cable, electronics (not contained in the housing in which the detector is contained), and the indicating device, to a dose rate of  $1\text{ Sv h}^{-1}$  with a photon energy of  $1,25\text{ MeV}$  and betas from  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  (one after the other) for at least  $10\text{ min}$ . The scale reading (indicated value) shall be less than  $2\%$  of the irradiated dose rate: that is less than  $20\text{ mSv h}^{-1}$ .

### 8.15 Response of instrument with extended probe

#### 8.15.1 Requirements

The instrument with an extended probe shall exhibit no change in radiation characteristics defined above when tested up to the maximum extension (or cable length) specified by the manufacturer. Where multiple detectors are utilized to cover the entire range, they shall be tested separately.

### **8.15.2 Method of test**

The instrument shall be tested as required in 8.1 through 8.14 with the detector located at the minimum and maximum distances (or cable length) specified by the manufacturer. The response shall be the same, within 5 %, for both distances (or cable length).

## **9 Electrical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters**

For the purposes of this standard, 9.1 to 9.3 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

### **9.2 Warm-up time**

#### **9.2.1 Requirements**

The instrument shall be capable of starting operation at the lowest temperature of the rated range and operate as normally. One (1) minute after instrument switched on, the indication shall not differ by more than 10 % from the value obtained after 60 min.

#### **9.2.2 Test method**

The dose equivalent meter with the batteries fitted shall be placed for at least 4 h inside the environmental chamber with the temperature at  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . With the dose equivalent (rate) meter switched off, expose it to an appropriate radiation source that will provide an indication in the second most sensitive range. Switch on the instrument and note the readings every 15 s during a period of 2 min after switching on.

60 min after switching on take a sufficient number of readings and use the mean value as the final value of the indication.

#### **9.2.3 Interpretation of the results**

From the graph of readings as a function of time determine the reading after 1 min. If this value does not differ by more than 10 % from the value obtained after 60 min then the requirements of 9.2.1 are met.

## **10 Mechanical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters**

For the purposes of this standard, 10.1 to 10.3 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

### **10.4 Drop test**

#### **10.4.1 Requirements**

Portable dose equivalent (rate) meters used for emergency purposes shall be able to withstand without damage, a drop from a height of 1 m (distance from ground point to surface of dose equivalent (rate) meter) onto a concrete floor. The instrument passes the test if the instrument response after the tests does not deviate from the original response by more than  $-17\text{ }%$  to  $+25\text{ }%$ .

#### 10.4.2 Method of test

The dose equivalent (rate) meter shall be subjected to at least one single drop from 1 m to each surface of dose equivalent (rate) meter. The test may be performed either with one or more test units in such a way that one drop onto each surface of the dose equivalent (rate) meter is tested. The response of the instrument shall be determined before and after the test. If the dose equivalent recorded is important to measurement, then the data recorded before drop shall be maintained and shall not be increased by more than  $0,7 H_0$  ( $H_0$  is the lower limit of the effective range of measurement). The drop can make the instrument switch off but the user shall be able to switch the unit back on. The dose equivalent (rate) meter shall be inspected and the physical condition be documented.

#### 10.4.3 Interpretation of the results

If the instrument response does not deviate from the original response by more than  $-17\%$  to  $+25\%$  and the instrument is in good physical condition then the requirements are met.

### 11 Environmental characteristics, performance requirements and tests

For the purposes of this standard, 11.1 to 11.7 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following subclauses. The changed subclauses are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009 or, for new subclauses, by a higher number not used in IEC 60846-1:2009.

#### 11.2 Ambient temperature

##### 11.2.1 Requirements

The indicated values of the portable dose equivalent (rate) meters used for emergency purposes shall remain within the following ranges of the indicated values obtained at  $+20\text{ °C}$  over the following temperature ranges:

- a) Assemblies for extended temperature range: over the range of temperature from  $-25\text{ °C}$  to  $+50\text{ °C}$ , the indicated value shall not deviate by more than  $-17\%$  to  $+25\%$  from that obtained under standard test conditions. It is recommended that portable assemblies be designed to meet these requirements for outdoor use.
- b) Assemblies for extreme temperature range: where the assembly is to be used in hotter conditions, the indicated value shall not deviate by more than  $-23\%$  to  $+43\%$  from that obtained under standard test conditions over the temperature range of  $-25\text{ °C}$  to  $+70\text{ °C}$ .
- c) Assemblies for all temperature ranges: where the assembly is to be used in hotter conditions (e.g. fire), the indicated value shall not deviate by more than  $-23\%$  to  $+43\%$  from that obtained under standard test conditions over the temperature range specified by the manufacturer.

The manufacturer shall state the maximum temperature the instrument can withstand.

NOTE Some means of maintaining the batteries at a temperature within the nominal operation range may be required when assemblies are operated at temperatures below  $-10\text{ °C}$ .

##### 11.2.2 Test method

For this test, the dose (rate) meter shall be exposed to a photon radiation source of sufficient intensity providing an indication in the second most sensitive range. The dose (rate) meter and the photon source shall be arranged in a reproducible geometry for the test.

The dose (rate) meter shall be held at a temperature of  $+20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  and allowed to stabilize for a minimum of 60 min. The indication of the dose (rate) meter shall be determined. The dose (rate) meter and the source shall be removed from this environment and placed directly in an environmental chamber such that the same exposure geometry is established and the

temperature near the meter is maintained within 5 °C for each maximum and minimum temperature identified in the three temperature ranges given in 11.2.1. This procedure shall be performed in less than 5 min. The temperature shall then be maintained at each of its extreme values for at least 4 h, and the indication of the dose (rate) meter measured during the last 30 min of the period. The dose (rate) meter shall be removed from the environmental chamber and returned to the first environment such that the same exposure environment is established and the temperature near the meter is +20 °C ±2 °C. This procedure shall be performed in less than 5 min. The indication shall then be determined during the last 30 min of a 2 h period.

It is not, in general, necessary to control the humidity of the air in the chamber unless the meter is particularly sensitive to changes of humidity. Humidity levels should be low enough to prevent condensation (<75 %).

### **11.2.3 Interpretation of the results**

The requirements of IEC 60846-1:2009 apply.

## **11.3 Relative humidity**

### **11.3.1 Requirements**

The requirements of IEC 60846-1:2009 apply, with the exception that the minimal rated range covers all relative humidity levels up to 95 % at a temperature of +35 °C.

## **11.8 Temperature shock**

### **11.8.1 Requirements**

The indicated value of the dose (rate) meter shall not vary by more than –17 % to +25 % from the indicated value taken at a temperature of +20 °C when the temperature is raised from +20 °C to +50 °C or lowered from +20 °C to –10 °C in less than 5 min.

The indicated value of the dose (rate) meter shall not vary by more than –17 % to +25 % from the indicated value taken at a temperature of +50 °C or –10 °C when the temperature changes from either one of the above temperatures to +20 °C.

### **11.8.2 Method of test**

For this test, the dose (rate) meter shall be exposed to a photon radiation source of sufficient intensity to provide an indication in the second most sensitive range. The dose (rate) meter and the photon source shall be arranged in a reproducible geometry for the test.

The dose (rate) meter shall be held at a temperature of +20 °C ± 5 °C and allowed to stabilize for a minimum of 60 min. The indication of the dose (rate) meter shall be determined. The dose (rate) meter and the source shall be removed from this environment and placed directly in an environmental chamber such that the same exposure geometry is established and the temperature near the meter is maintained between +45 °C and +50 °C. This procedure shall be performed in less than 5 min. The indication shall then be determined every 15 min over a period of 2 h. The meter shall remain in this environment during the period to reach a stable temperature.

The dose (rate) meter shall be removed from the environmental chamber and returned to the first environment such that the same exposure environment is established and the temperature near the meter is +20 °C ± 5 °C. This procedure shall be performed in less than 5 min. The indication shall then be determined every 15 min over a period of 2 h. The meter shall remain in this environment during the period necessary to reach a stable temperature.

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

### **11.8.3 Interpretation of the results**

If the instrument indication does not deviate from the indication at  $+20\text{ °C}$  by more than  $-17\%$  to  $+25\%$  then the requirements are met.

## **12 Software**

For the purposes of this standard, 12.1 to 12.3 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

## **13 Summary of characteristics**

For the purposes of this standard, Clause 13 of IEC 60846-1:2009 applies, without modifications.

## **14 Documentation**

For the purposes of this standard, 14.1 to 14.4 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications.

## **Tables**

For the purposes of this standard, all Tables 1 to 9 of IEC 60846-1:2009 apply, without modifications, except as stated in the following Tables. The changed Tables are identified by the same number as in IEC 60846-1:2009. The changed rows are marked by underlining the respective element for “Characteristics under test or influence quantity” in each Table.

**Table 5 – Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters**

Characteristics under test or influence quantity	(Minimum) rated range of influence quantity	Limits of variation of the relative response	Subclause
Linearity	Four orders of magnitude, including <u>1 mSv h<sup>-1</sup> to 10 Sv h<sup>-1</sup> and 10 Sv</u>	<u>-17 % to +25 %</u>	5.5 and 8.7
Statistical fluctuation: dose equivalent	$H = H_0$ <sup>a</sup> $H_0 < H < 11 H_0$ $H \geq 11 H_0$	15 % (16 – H / H <sub>0</sub> ) % 5 %	8.7
Statistical fluctuation: dose equivalent rate	$\dot{H} = \dot{H}_0$ <sup>a</sup> $\dot{H}_0 < \dot{H} < 11 \dot{H}_0$ $\dot{H} \geq 11 \dot{H}_0$	15 % (16 – $\dot{H} / \dot{H}_0$ ) % 5 %	8.7
Beta radiation energy and angle of incidence	<u><math>E_{\text{mean}}</math> of beta radiation 800 keV and 0° from reference direction</u>	<u>-33 % to +100 %</u>	8.5.1
X and gamma radiation energy and angle of incidence	10 keV to 250 keV and 0° to ± 45° from reference direction	-29 % to +67 %	8.4.1
<u>In case of telescopic or remote cylindrical probes: photon radiation energy and angle of incidence</u>	<u>80 keV to 1.5 MeV and at 0° to ±60° and 180° to (180°±60°), at ±60° to ±120°, at 90°±10°, and 1.5 MeV to 7 MeV and at 0° to ±60° and 180° to (180°±60°), from reference direction</u>	<u>-29 % to +67 %</u> <u>-37,5 % to +150 %</u> <u>-50 % to +150 %</u> <u>-37,5 % to +150 %</u>	8.4.3
Angle of incidence – beta radiation	0° to ± 60° from reference direction	To be stated by the manufacturer	8.5.1
Angle of incidence – X and gamma radiation	0° to ± 90° from reference direction	To be stated by the manufacturer	8.4.1
Dose rate for dose measurements	5 μSv h <sup>-1</sup> to 1 Sv h <sup>-1</sup> <sup>b</sup>	-13 % to +18 %	8.11
Overload	100 times the range maximum for range maxima up to and including 0,1 Sv h <sup>-1</sup> 10 times the range maximum, or 10 Sv h <sup>-1</sup> , whichever is the greater, for range maxima more than 0,1 Sv h <sup>-1</sup> <u>2 times the range maximum for dose rates in excess of 5 Sv h<sup>-1</sup></u>	Indication to be off-scale on the high side or dose equivalent (rate) meter to indicate overload (for 5 min)	8.8
Effects of neutron radiation	Not applicable	Response to be stated by the manufacturer	8.6.1
Extracamerual response	Dose rate ≥ 1 Sv h <sup>-1</sup> for 1,25 MeV photons or <sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y	< 2 % of scale reading	8.14
Response of instrument with extended probe	Repeat tests 8.1 through 8.14 with detector at minimum and maximum distances (or cable length) specified by the manufacturer	Within ±5 % at both distances	8.15
<sup>a</sup> $H_0$ and $\dot{H}_0$ are the lower limits of the measuring range of dose equivalent and dose equivalent rate. <sup>b</sup> At least maximum value of measuring range of dose rate. NOTE <u>Underlined</u> items indicate additions or changes to IEC 60846-1:2009.			

**Table 6 – Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters**

Characteristic under test or influence quantity	(Minimum) rated range of influence quantity	Limits of variation of the relative response	Subclause
Linearity	Four orders of magnitude including $1 \text{ mSv h}^{-1}$ to $10 \text{ Sv h}^{-1}$	–17 % to +25 %	5.5 and 8.7
Statistical fluctuation: dose equivalent	$H = H_0$ <sup>a</sup> $H_0 < H < 11 H_0$ $H \geq 11 H_0$	15 % $(16 - H / H_0) \%$ 5 %	8.7
Statistical fluctuation: dose equivalent rate	$\dot{H} < \dot{H}_0$ <sup>a</sup> $\dot{H}_0 \leq \dot{H} < 11 \dot{H}_0$ $\dot{H} \geq 11 \dot{H}_0$	15 % $(16 - \dot{H} / \dot{H}_0) \%$ 5 %	8.7
Beta radiation energy and angle of incidence	$E_{\text{mean}}$ of beta radiation 800 keV and $0^\circ$ from reference direction	Indication less than 10 % of the exposed $H'(0,07)$ or $\dot{H}'(0,07)$ dose (rate) value	8.5.1
X and gamma radiation energy and angle of incidence	80 keV to 1,5 MeV or 20 keV to 150 keV and $0^\circ$ to $\pm 45^\circ$ from reference direction	– 29 % to + 67 %	8.4.2
Angle of incidence – X and gamma radiation	$0^\circ$ to $90^\circ$ from reference direction	To be stated by the manufacturer	8.4.2
<u>In case of telescopic or remote cylindrical probes: X and gamma radiation energy and angle of incidence</u>	80 keV to 1,5 MeV and at $0^\circ$ to $\pm 60^\circ$ and $180^\circ$ to $(180^\circ \pm 60^\circ)$ , at $\pm 60^\circ$ to $\pm 120^\circ$ , at $90^\circ \pm 10^\circ$ , and 1,5 MeV to 7 MeV and at $0^\circ$ to $\pm 60^\circ$ and $180^\circ$ to $(180^\circ \pm 60^\circ)$ , from reference direction	–29 % to +67 % –37,5 % to +150 % –50 % to +150 % –37,5 % to +150 %	8.4.3
Dose rate for dose measurements	$5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ to $1 \text{ Sv h}^{-1}$ <sup>b</sup>	–13 % to +18 %	8.11
Overload	100 times the range maximum for range maxima up to and including $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$ 10 times the range maximum, or $10 \text{ Sv h}^{-1}$ , whichever is the greater, for range maxima more than $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$ 2 times the range maximum for dose rates in excess of $5 \text{ Sv h}^{-1}$	Indication to be off-scale on the high side or dose equivalent (rate) meter to indicate overload (for 5 min)	8.8
Effects of neutron radiation	Not applicable	Response to be stated by the manufacturer	8.6.1
Response time	Not applicable	$\dot{G}_f < 10 \text{ mSv h}^{-1}$ : < 10 s to indicate 90 % of change $\dot{G}_f > 10 \text{ mSv h}^{-1}$ : 2 s After 60 s: indicate $(1 \pm 0,1)\dot{G}_f$	8.9
Extracamerual response	Dose rate $\geq 1 \text{ Sv h}^{-1}$ 1,25 MeV photons or $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	< 2 % of scale reading	8.14

Characteristic under test or influence quantity	(Minimum) rated range of influence quantity	Limits of variation of the relative response	Subclause
Response of instrument with extended probe	Repeat tests 8.1 through 8.14 with detector at minimum and maximum distances (or cable length) specified by the manufacturer	Within 5 % of both distances	8.15
<p><sup>a</sup> <math>H_0</math> and <math>\dot{H}_0</math> are the lower limits of the measuring range of dose equivalent and dose equivalent rate.</p> <p><sup>b</sup> At least maximum value of measuring range of dose rate.</p> <p>NOTE <u>Underlined</u> items indicate additions or changes to IEC 60846-1:2009.</p>			

**Table 7 – Electrical, mechanical and environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters**

Characteristic under test or influence quantity	(Minimum) rated range of influence quantity	Limits of variation of the relative response or of the deviation	Subclause
Zero drift	Period of 4 h	$\pm 0,2 H_0$ or $\pm 0,2 \dot{H}_0$ respectively	9.1
Warm-up time	<u>less than or equal to 1 min</u>	<u><math>\pm 10</math> % of value after 60 min</u>	9.2
Power supplies Primary and secondary batteries	For 40 h intermittent use	$\pm 5$ %	9.3
Orientation of dose equivalent (rate) meter	Any	$\pm 2$ % of full scale maximum angular deflection	10.3
Drop test	Drop from 1 m onto a concrete floor	$-17$ % to $+25$ %	10.4
Ambient temperature	a) <u><math>-25</math> °C to <math>+50</math> °C</u> b) <u><math>-25</math> °C to <math>+70</math> °C</u> c) <u>larger range than b)</u>	<u><math>-17</math> % to <math>+25</math> %</u> <u><math>-23</math> % to <math>+43</math> %</u> <u><math>-23</math> % to <math>+43</math> %</u> for a dose of $10 H_0$ or a dose rate of $10 \dot{H}_0$	11.2
<u>Temperature shock</u>	Change from $+20$ °C to $-10$ °C or to $+50$ °C within 5 min; Change from $-10$ °C or $+50$ °C to $+20$ °C within 5 min;	$-17$ % to $+25$ %	11.8
Relative humidity	up <u><math>95</math> %</u> relative humidity at $+35$ °C	$-9$ % to $+11$ % <sup>a</sup>	11.3
Atmospheric pressure	70 kPa to 106 kPa	$-9$ % to $+11$ %	11.4
Sealing	IP 53 according to IEC 60529	Precautions to be stated	11.5
Storage	$-25$ °C to $+50$ °C for three months	To operate within specification after unpacking	11.6
<p><sup>a</sup> Limit of variation from the indication at <math>+35</math> °C and reference humidity.</p> <p>NOTE <u>Underlined</u> items indicate additions or changes to IEC 60846-1:2009.</p>			

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	20
1 Domaine d'application et objet .....	22
2 Références normatives .....	22
3 Termes et définitions .....	23
4 Unités et liste de symboles .....	23
5 Caractéristiques générales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant pour les situations d'urgence .....	23
5.2 Lecture .....	23
5.3 Étendue d'équivalent de dose et de débit d'équivalent de dose .....	23
5.5 Étendue de mesure minimale .....	24
5.15 Portabilité .....	24
5.16 Protection des commutateurs .....	24
5.17 Utilisation d'une sonde à extension .....	24
5.18 Sonde de contamination .....	24
6 Procédures générales d'essai .....	24
7 Additivité de la valeur indiquée .....	24
8 Exigences d'aptitude à la fonction et essais .....	24
8.4 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement photonique et à l'angle d'incidence .....	25
8.4.3 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$ , $\dot{H}'(0,07)$ , $H^*(10)$ ou $\dot{H}^*(10)$ pour sondes télescopiques ou cylindriques à distance .....	25
8.5 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement bêta et à l'angle d'incidence .....	26
8.5.1 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$ ou $\dot{H}'(0,07)$ .....	26
8.7 Linéarité et fluctuations statistiques .....	27
8.7.2 Exigences .....	27
8.14 Réponse extracaméra .....	27
8.14.1 Exigences .....	27
8.14.2 Méthode d'essai .....	27
8.15 Réponse de l'instrument possédant une sonde à extension .....	27
8.15.1 Exigences .....	27
8.15.2 Méthode d'essai .....	27
9 Caractéristiques électriques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant .....	27
9.2 Temps de chauffage .....	28
9.2.1 Exigences .....	28
9.2.2 Méthode d'essai .....	28
9.2.3 Interprétation des résultats .....	28
10 Caractéristiques mécaniques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant .....	28
10.4 Essai de chute .....	28
10.4.1 Exigences .....	28
10.4.2 Méthode d'essai .....	28
10.4.3 Interprétation des résultats .....	29
11 Caractéristiques environnementales, exigences d'aptitude et essais .....	29
11.2 Température ambiante .....	29

11.2.1	Exigences.....	29
11.2.2	Méthode d'essai .....	29
11.2.3	Interprétation des résultats .....	30
11.3	Humidité relative.....	30
11.3.1	Exigences.....	30
11.8	Choc thermique .....	30
11.8.1	Exigences.....	30
11.8.2	Méthode d'essai .....	30
11.8.3	Interprétation des résultats .....	31
12	Logiciel.....	31
13	Résumé des caractéristiques .....	31
14	Documentation .....	31
Tableau 5 – Caractéristiques des rayonnements pour les instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) directionnel .....		32
Tableau 6 – Caractéristiques des rayonnements pour les instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant.....		33
Tableau 7 – Caractéristiques électriques, mécaniques et environnementales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant.....		34

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### **INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – INSTRUMENTS POUR LA MESURE ET/OU LA SURVEILLANCE DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE (OU DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE) AMBIANT ET/OU DIRECTIONNEL POUR LES RAYONNEMENTS BÊTA, X ET GAMMA –**

#### **Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60846-2 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition de l'IEC 60846-2, parue en 2007, ainsi que l'IEC 61018, parue en 1991. Cette édition constitue une révision technique.

La modification technique majeure par rapport à l'édition précédente consiste en une mise à jour prenant en compte l'édition révisée de l'IEC 60846-1:2009.

Cette Norme internationale IEC 60846-2 doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60846-1:2009. Pour les besoins de la présente norme, les articles/paragraphes de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, sauf mention contraire. Les articles/paragraphes modifiés sont identifiés par le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux articles/paragraphes, par un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/822/FDIS	45B/834/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60846, publiées sous le titre général *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous <http://webstore.iec.ch>, dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

**INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION –  
INSTRUMENTS POUR LA MESURE ET/OU LA SURVEILLANCE  
DE L'ÉQUIVALENT DE DOSE (OU DU DÉBIT D'ÉQUIVALENT DE DOSE)  
AMBIANT ET/OU DIRECTIONNEL POUR LES RAYONNEMENTS  
BÊTA, X ET GAMMA –**

**Partie 2: Instruments portables de grande étendue, pour la mesure  
de la dose et du débit de dose des rayonnements photoniques  
et bêta dans des situations d'urgence de radioprotection**

## **1 Domaine d'application et objet**

La présente partie de l'IEC 60846 est applicable aux instruments portables ou transportables de mesure et/ou de surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements externes bêta, X et gamma d'énergie jusqu'à 10 MeV, dans des situations d'urgence.

L'objet de la présente Norme internationale est de spécifier les exigences de conception et les caractéristiques d'aptitude à la fonction des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) destinés à la détermination de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel tel que défini dans le rapport ICRU 47, pour les situations d'urgence. A l'exception des articles modifiés ou nouveaux énumérés ci-dessous, tous les articles de l'IEC 60846-1:2009 sont applicables pour les instruments utilisés dans une situation d'urgence.

La présente Norme internationale ne spécifie pas quels instruments sont exigés, ni ne considère le nombre ou les emplacements spécifiques de tels instruments. La présente Norme internationale n'identifie pas l'instrumentation pour des types particuliers d'accidents. Il est essentiel que les étendues assignées des instruments et que les conditions radiologiques et non radiologiques pour lesquelles les instruments sont conçus, couvrent les conditions d'accidents et post accidents telles qu'elles sont analysées et/ou spécifiées par l'autorité réglementaire compétente ou par les personnes qualifiées. Il est prévu que ces accidents impliqueront à la fois des équivalents de dose (ou des débits d'équivalent de dose) extrêmes et des conditions environnementales extrêmes (par exemple, température et humidité). Les spécifications pour les instruments de mesure de débits d'équivalent de dose inférieurs au débit de dose minimum détectable spécifié dans la présente Norme internationale sont contenues dans l'IEC 60846-1:2009. Quand de tels instruments sont aussi utilisés pour des mesurages en situation d'urgence, les exigences de la présente Norme internationale s'appliquent.

Même si la présente Norme internationale spécifie les exigences pour les instruments destinés initialement aux situations d'urgence, ces derniers peuvent aussi être utilisés pour des mesurages sur site en d'autres circonstances. Si l'instrument possède un détecteur à distance et si un détecteur supplémentaire est fourni dans le dispositif pour mesurer le débit d'équivalent de dose à l'emplacement de l'opérateur, les exigences s'appliquent aux deux détecteurs.

## **2 Références normatives**

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

Cet article de l'IEC 60846-1:2009 est applicable, avec les références complémentaires suivantes:

IEC 60325:2002, *Instrumentation pour la radioprotection – Contaminamètres et moniteurs de contamination alpha, bêta et alpha/bêta (énergie des bêta > 60 keV)*

IEC 60846-1:2009, *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 1: Instruments de mesure et de surveillance portables pour les postes de travail et l'environnement*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés de 3.1 à 3.33 de l'IEC 60846-1:2009 ainsi que les suivants s'appliquent:

#### 3.34

##### **réponse extracaméra**

réponse au rayonnement de toutes les parties de l'instrument, à l'exception du détecteur lui-même

#### 3.35

##### **situation d'urgence**

situation dans laquelle les équivalents de dose ou les débits d'équivalent de dose considérés et une ou plusieurs des grandeurs d'influence ne sont pas couverts dans l'IEC 60846-1

### 4 Unités et liste de symboles

Pour les besoins de la présente norme, les unités et la liste de symboles données de 4.1 à 4.2 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

### 5 Caractéristiques générales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant pour les situations d'urgence

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 5.1 à 5.14 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, à l'exception des spécifications indiquées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux paragraphes, avec un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

#### 5.2 Lecture

Une échelle unique est préférable. Si des échelles multiples sont utilisées, les modifications d'étendue de mesure et d'échelle de lecture doivent être simultanées et doivent être clairement affichées. Toutes les échelles doivent être lisibles dans des conditions normales d'éclairage.

#### 5.3 Étendue d'équivalent de dose et de débit d'équivalent de dose

La mise en œuvre des recommandations de la CIPR exige la détermination du débit d'équivalent de dose sur une large étendue de valeurs. Dans certaines circonstances, il est nécessaire de mesurer des débits d'équivalent de dose jusqu'à  $10 \text{ Sv h}^{-1}$ . Pour une application d'un instrument d'urgence, les débits d'équivalent de dose considérés se situent approximativement entre  $1 \text{ mSv h}^{-1}$  et  $10 \text{ Sv h}^{-1}$ . Si des capacités d'intégration sont fournies, l'étendue entre 1 mSv et 10 Sv est généralement celle considérée.

## **5.5 Étendue de mesure minimale**

L'étendue de mesure minimale effective du débit d'équivalent de dose doit couvrir au moins quatre ordres de grandeur et doit inclure l'étendue de  $1 \text{ mSv h}^{-1}$  à  $10 \text{ Sv h}^{-1}$ . L'étendue minimale effective de l'équivalent de dose doit couvrir au moins quatre ordres de grandeur et doit inclure  $10 \text{ Sv}$ .

### **5.15 Portabilité**

Dans le cas des instruments de surveillance, il convient que l'instrument complet ne pèse pas plus de  $4 \text{ kg}$  et il doit être équipé de poignées, sangles ou autres moyens facilitant l'exploitation lorsqu'il est porté. Il est admis qu'une sonde à extension ou d'autres moyens peuvent être nécessaires pour réduire la dose reçue par l'opérateur.

### **5.16 Protection des commutateurs**

Les commutateurs et autres commandes doivent être protégés pour empêcher un arrêt ou un dysfonctionnement inopiné de l'instrument.

### **5.17 Utilisation d'une sonde à extension**

Si une sonde à extension doit être utilisée, l'instrument comprenant la sonde et tout le matériel associé nécessaire pour les mesurages y compris le dispositif à extension étendu dans la configuration la plus défavorable, doit être soumis à essai. Les détails de la méthode d'essai doivent être mis à disposition avec les résultats.

### **5.18 Sonde de contamination**

Les instruments de surveillance d'urgence de débit de dose sont fréquemment fournis avec une sonde de contamination de surface. Cette sonde doit être conforme aux exigences de l'IEC 60325.

## **6 Procédures générales d'essai**

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 6.1 à 6.14 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

## **7 Additivité de la valeur indiquée**

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 7.1 à 7.3 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

## **8 Exigences d'aptitude à la fonction et essais**

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 8.1 à 8.13 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, à l'exception des spécifications indiquées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux paragraphes, avec un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

## 8.4 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement photonique et à l'angle d'incidence

### 8.4.3 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$ , $\dot{H}'(0,07)$ , $H^*(10)$ ou $\dot{H}^*(10)$ pour sondes télescopiques ou cylindriques à distance

#### 8.4.3.1 Généralités

Quand des sondes télescopiques ou cylindriques à distance avec leur direction d'étalonnage perpendiculaire à l'axe de symétrie sont utilisées pour une instrumentation d'urgence, ce paragraphe 8.4.3 remplace 8.4.1 et 8.4.2 de l'IEC 60846-1:2009. Dans tous les autres cas, les paragraphes 8.4.1 et 8.4.2 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

#### 8.4.3.2 Exigences

La variation de la réponse relative due à une variation de l'énergie du rayonnement photonique et à l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique ne doit pas être supérieure aux valeurs suivantes:

- –29 % à 67 % pour les énergies de rayonnement photonique de 80 keV à 1,5 MeV et l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique de  $0^\circ$  à  $\pm 60^\circ$  et  $180^\circ$  à  $(180^\circ \pm 60^\circ)$ .
- –37,5 % à 150 % pour les énergies de rayonnement photonique de 80 keV à 1,5 MeV et l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique de  $\pm 60^\circ$  à  $\pm 120^\circ$ ; cependant, à l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique de  $90^\circ \pm 10^\circ$  une réponse plus faible de –50 % est permise.
- –37,5 % à 150 % pour les énergies de rayonnement photonique de 1,5 MeV à 7 MeV et l'angle d'incidence pour le rayonnement photonique de  $0^\circ$  à  $\pm 60^\circ$  et  $180^\circ$  à  $(180^\circ \pm 60^\circ)$ .

Toutes les valeurs de dose indiquées doivent être corrigées pour la non-linéarité de la réponse et si nécessaire, pour l'effet du débit de dose de la grandeur d'influence.

Quand plusieurs détecteurs sont utilisés, ces exigences doivent s'appliquer à chaque détecteur.

NOTE L'étendue de la réponse de –29 % à +67 % correspond à l'étendue du facteur de correction  $1,00 \pm 0,40$ . L'étendue de la réponse de –37,5 % à 150 % correspond à l'étendue du facteur de correction  $1,00 \pm 0,60$ .

#### 8.4.3.3 Méthode d'essai

Il convient de réaliser les essais aux rayonnements X avec les qualités de rayonnement de la série de spectres étroits de l'ISO 4037-1; cependant, si des débits de dose très élevés sont exigés, la série de spectres larges ou la série de débits élevés de kerma de l'air peut être nécessaire.

Afin de réduire le plus possible le nombre de mesurages, dans un premier temps, l'énergie des photons minimale assignée est déterminée là où les deux exigences relatives à l'énergie et à la dépendance angulaire de la réponse sont satisfaites:

- La dépendance de la réponse par rapport à l'énergie pour des angles d'incidence de  $\alpha = 0^\circ$  normalisée à sa valeur à l'énergie gamma de  $^{137}\text{Cs}$ ,  $R(E_i, 0^\circ)$ , est mesurée et tracée en fonction de l'énergie des photons aux points des énergies moyennes (pondérées selon la fluence) du spectre de rayonnement X utilisé,  $E_i$ .
- L'énergie des photons pour laquelle la variation de la réponse relative tombe hors de –29 % à +67 % (pour 80 keV jusqu'à 1,5 MeV) ou hors de –37,5 % à +150 % (pour 1,5 MeV jusqu'à 7 MeV) est déterminée.
- Pour la qualité de rayonnement avec l'énergie moyenne au-dessus de l'énergie des photons la plus faible ainsi déterminée, la réponse relative est mesurée pour tous les angles entre  $0^\circ$  et  $180^\circ$  à intervalles de  $15^\circ$  dans deux plans perpendiculaires contenant la

direction de référence passant par le point de référence de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose).

- Si pour cette qualité de rayonnement, toutes les variations de la réponse relative sont entre  $-29\%$  et  $+67\%$  (pour 80 keV jusqu'à 1,5 MeV et  $0^\circ$  à  $\pm 60^\circ$  et  $180^\circ$  à  $(180^\circ \pm 60^\circ)$ ) et entre  $-37,5\%$  à  $+150\%$  (pour 80 keV jusqu'à 1,5 MeV et  $\pm 60^\circ$  à  $\pm 120^\circ$ ; cependant, à  $90^\circ$  une variation de la réponse relative plus faible de  $-50\%$  est permise et entre  $-37,5\%$  et  $150\%$  (pour 1,5 MeV jusqu'à 7 MeV et  $0^\circ$  à  $\pm 60^\circ$  et  $180^\circ$  à  $(180^\circ \pm 60^\circ)$ ), la procédure doit être répétée avec la qualité de rayonnement d'énergie des photons moyenne suivante plus faible.
- Dans le cas contraire, la qualité de rayonnement d'énergie moyenne immédiatement supérieure doit être utilisée.

Pour les deux qualités de rayonnement utilisées au cours de cet essai, toutes les valeurs mesurées de la réponse sont tracées en fonction de l'énergie des photons, dans un graphique lin-log. Chaque paire de réponses associées doit être reliée par une ligne droite. L'énergie des photons assignée minimale et maximale est obtenue par l'intersection de la ligne droite avec les limites spécifiées à l'énergie des photons la plus élevée.

Dans une seconde étape, d'autres qualités de rayonnement dans l'étendue assignée d'utilisation doivent être sélectionnées pour prouver que toutes les réponses normalisées  $R(E, \alpha)$  sont dans leurs limites spécifiées. Une qualité de rayonnement est déterminée par l'énergie maximale de l'étendue assignée d'utilisation. Si les réponses normalisées  $R(E_i, 0^\circ)$  déterminées avant ont des valeurs extrêmes dans l'étendue assignée, alors les qualités de rayonnement correspondantes sont d'autres valeurs pour ces essais relatifs à l'angle d'incidence; sinon, au moins une qualité doit être sélectionnée dans l'étendue assignée.

En principe, il est souhaitable que cet essai soit réalisé au même équivalent de dose (ou débit d'équivalent de dose) pour chaque qualité de rayonnement. En pratique, cela peut ne pas être possible, auquel cas l'équivalent de dose (ou débit d'équivalent de dose) indiqué pour chaque qualité de rayonnement doit être corrigé pour la réponse relative de l'équivalent de dose (ou débit d'équivalent de dose) indiqué (voir 6.10 de l'IEC 60846-1:2009).

#### 8.4.3.4 Interprétation des résultats

Si toutes les variations de la réponse relative de l'étendue assignée d'utilisation dues à l'énergie de rayonnement photonique et à l'angle d'incidence sont dans les limites données en 8.4.3.2, les exigences peuvent être considérées comme satisfaites.

### 8.5 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement bêta et à l'angle d'incidence

#### 8.5.1 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$ ou $\dot{H}'(0,07)$

##### 8.5.1.1 Exigences

La variation de la réponse relative de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) directionnel au rayonnement bêta, produite par le rayonnement de référence de  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  dans la direction d'étalonnage, c'est-à-dire l'incidence de rayonnement  $0^\circ$ , doit se situer entre  $-33\%$  et  $+100\%$ . De plus, la réponse au rayonnement de référence de  $^{85}\text{Kr}$  ou  $^{204}\text{Tl}$  doit être donnée par le constructeur.

##### 8.5.1.2 Méthode d'essai

Pour le rayonnement bêta de  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ , la réponse ne doit être mesurée que pour l'angle d'incidence de rayonnement nul.

### 8.5.1.3 Interprétation des résultats

Si toutes les variations de la réponse relative de l'étendue assignée d'utilisation dues à l'énergie de rayonnement bêta et à l'angle d'incidence 0° sont dans l'intervalle de –33 % à +100 %, les exigences peuvent être considérées comme satisfaites.

## 8.7 Linéarité et fluctuations statistiques

### 8.7.2 Exigences

Les exigences de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, à l'exception du fait que les Tableaux 5 et 6 de l'IEC 60846-1:2009 sont remplacés par les Tableaux 5 et 6 donnés dans la présente norme.

## 8.14 Réponse extracaméra

### 8.14.1 Exigences

L'instrument ne doit pas avoir une réponse extracaméra supérieure ou égale à 2 % de la lecture d'échelle quand il est exposé à un débit de dose supérieur ou égal à 1 Sv h<sup>-1</sup> avec une énergie des photons de 1,25 MeV et un rayonnement bêta de <sup>90</sup>Sr/<sup>90</sup>Y.

### 8.14.2 Méthode d'essai

Le détecteur et son enveloppe de blindage étant ou non dans le champ de rayonnement, exposer le reste de l'instrument, y compris les câbles, l'électronique (non incluse dans l'enveloppe du détecteur) et le dispositif de lecture, à un débit de dose de 1 Sv h<sup>-1</sup> avec une énergie des photons de 1,25 MeV et bêta de <sup>90</sup>Sr/<sup>90</sup>Y (l'une après l'autre) pendant au moins 10 min. La lecture d'échelle (valeur indiquée) doit être inférieure à 2 % du débit de dose rayonné, c'est-à-dire, moins de 20 mSv h<sup>-1</sup>.

## 8.15 Réponse de l'instrument possédant une sonde à extension

### 8.15.1 Exigences

L'instrument possédant une sonde à extension ne doit montrer aucune variation des caractéristiques sous rayonnement définies ci-dessus quand il est soumis à essai avec l'extension maximale (ou longueur de câble) spécifiée par le constructeur. Quand plusieurs détecteurs sont utilisés pour couvrir la totalité de l'étendue, ils doivent être soumis aux essais séparément.

### 8.15.2 Méthode d'essai

L'instrument doit être soumis aux essais exigés de 8.1 à 8.14, le détecteur étant situé aux distances (ou longueurs de câble) minimale et maximale spécifiées par le constructeur. La réponse doit être la même, à 5 % près, pour les deux distances (ou longueurs de câble).

## 9 Caractéristiques électriques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 9.1 à 9.3 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, à l'exception des spécifications indiquées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux paragraphes, avec un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

## 9.2 Temps de chauffage

### 9.2.1 Exigences

L'instrument doit pouvoir être mis en marche à la température la plus basse de l'étendue assignée et fonctionner normalement. Une (1) minute après la mise en marche, l'indication ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur atteinte après 60 min.

### 9.2.2 Méthode d'essai

L'instrument de mesure d'équivalent de dose avec ses accumulateurs en place, doit être placé pendant au moins 4 h dans une chambre environnementale à la température de  $-25\text{ °C}$ . L'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) étant hors tension, l'exposer à une source de rayonnement appropriée pour fournir une indication dans la deuxième étendue la plus sensible. Mettre l'instrument sous tension et noter les valeurs indiquées toutes les 15 s pendant une durée de 2 min après la mise sous tension.

60 min après la mise sous tension, relever un nombre suffisant de valeurs et utiliser la moyenne de ces valeurs comme valeur finale de l'indication.

### 9.2.3 Interprétation des résultats

Sur un graphique représentant les lectures en fonction du temps, déterminer la valeur après 1 min. Si cette valeur ne s'écarte pas de plus de 10 % de la valeur obtenue après 60 min, les exigences de 9.2.1 sont satisfaites.

## 10 Caractéristiques mécaniques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 10.1 à 10.3 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, à l'exception des spécifications indiquées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux paragraphes, avec un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

### 10.4 Essai de chute

#### 10.4.1 Exigences

Les instruments portables de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) utilisés pour des situations d'urgence doivent être capables de supporter sans dommage une chute de 1 m (distance entre le sol et la surface de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose)) sur un sol en béton. L'instrument satisfait à l'essai si sa réponse après les essais ne s'écarte pas de la réponse initiale de plus de  $-17\%$  à  $+25\%$ .

#### 10.4.2 Méthode d'essai

L'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) doit être soumis à au moins une chute unique de 1 m sur chacune de ses surfaces. L'essai peut être réalisé sur une ou plusieurs unités d'essai de sorte qu'une chute sur chaque surface de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) soit réalisée. La réponse de l'instrument doit être déterminée avant et après l'essai. Si l'équivalent de dose enregistré est important pour le mesurage, les données enregistrées avant la chute doivent être maintenues et ne doivent pas augmenter de plus de  $0,7 H_0$  ( $H_0$  étant la limite basse de l'étendue de mesure effective). La chute peut provoquer la mise hors tension de l'instrument mais l'utilisateur doit être en mesure de remettre l'unité sous tension. L'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) doit être inspecté et son état physique être enregistré.

### 10.4.3 Interprétation des résultats

Si la réponse de l'instrument ne s'écarte pas de la réponse initiale de plus de  $-17\%$  à  $+25\%$  et si l'instrument est en bon état physique, les exigences sont alors satisfaites.

## 11 Caractéristiques environnementales, exigences d'aptitude et essais

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 11.1 à 11.7 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification, à l'exception des spécifications indiquées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009 ou, pour les nouveaux paragraphes, avec un numéro supérieur non utilisé dans l'IEC 60846-1:2009.

### 11.2 Température ambiante

#### 11.2.1 Exigences

Les valeurs indiquées par l'instrument portable de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) utilisé en situation d'urgence, doivent rester dans les plages suivantes des valeurs indiquées à  $+20\text{ °C}$  sur les plages de températures suivantes:

- a) Dispositifs fonctionnant sur une plage de températures étendues: sur la plage de températures de  $-25\text{ °C}$  à  $+50\text{ °C}$ , la valeur indiquée ne doit pas s'écarter de plus de  $-17\%$  à  $+25\%$  de celle obtenue dans les conditions d'essai normalisées. Il est recommandé que les dispositifs portables soient conçus pour satisfaire à ces exigences lors d'utilisations en extérieur.
- b) Dispositifs fonctionnant sur une plage de températures extrêmes: quand le dispositif doit être utilisé dans des conditions de températures plus élevées, la valeur indiquée ne doit pas s'écarter de plus de  $-23\%$  à  $+43\%$  de celle obtenue dans des conditions d'essai normalisées sur la plage de températures de  $-25\text{ °C}$  à  $+70\text{ °C}$ .
- c) Dispositifs fonctionnant sur toutes les plages de températures: quand le dispositif doit être utilisé dans des conditions de températures plus élevées (par exemple, incendie), la valeur indiquée ne doit pas s'écarter de plus de  $-23\%$  à  $+43\%$  de celle obtenue dans des conditions d'essai normalisées sur la plage de températures spécifiée par le constructeur.

Le constructeur doit établir la température maximale que l'instrument peut supporter.

NOTE Pour les dispositifs destinés à fonctionner à des températures inférieures à  $-10\text{ °C}$ , il peut être nécessaire d'utiliser des moyens qui permettent de maintenir les accumulateurs à une température nominale d'utilisation.

#### 11.2.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, l'instrument de mesure de dose (ou de débit) doit être exposé à une source de rayonnement photonique d'intensité suffisante pour fournir une indication dans la deuxième étendue la plus sensible. L'instrument de mesure de dose (ou de débit) et la source de photons doivent être placés dans une géométrie qui soit reproductible pour l'essai.

L'instrument de mesure de dose (ou de débit) doit être maintenu à une température de  $+20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  et être laissé pour stabilisation pendant au moins 60 min. L'indication de l'instrument de mesure de dose (ou de débit) doit être déterminée. L'instrument de mesure de dose (ou de débit) et la source doivent être retirés de cet environnement et placés directement dans une chambre environnementale de telle sorte que la même géométrie d'exposition soit établie et que la température à proximité de l'instrument soit maintenue dans les  $5\text{ °C}$  autour de chaque température minimale et maximale identifiée pour les trois plages de températures données en 11.2.1. Cette procédure doit être effectuée en moins de 5 min. La température doit alors être maintenue à chacune des valeurs extrêmes pendant au moins 4 h, et l'indication de l'instrument de mesure de dose (ou de débit) être relevée pendant les dernières 30 min. L'instrument de mesure de dose (ou de débit) doit être retiré de la chambre environnementale et remis dans le premier environnement de telle sorte que le même environnement

d'exposition soit établi et que la température à proximité de l'instrument soit de  $+20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ . Cette procédure doit être effectuée en moins de 5 min. L'indication doit alors être déterminée pendant les dernières 30 min d'une période de 2 h.

En général, il n'est pas nécessaire de contrôler l'humidité de l'air dans la chambre à moins que l'instrument ne soit particulièrement sensible aux variations d'humidité. Il convient que les niveaux d'humidité soient suffisamment bas pour éviter toute condensation ( $< 75\%$ ).

### **11.2.3 Interprétation des résultats**

Les exigences de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent.

## **11.3 Humidité relative**

### **11.3.1 Exigences**

Les exigences de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent à l'exception du fait que l'étendue assignée minimale couvre tous les niveaux d'humidité relative jusqu'à 95 % à une température de  $+35\text{ °C}$ .

## **11.8 Choc thermique**

### **11.8.1 Exigences**

Quand la température varie en moins de 5 min de  $+20\text{ °C}$  à  $+50\text{ °C}$  ou de  $+20\text{ °C}$  à  $-10\text{ °C}$ , la valeur indiquée par l'instrument de mesure de dose (ou de débit) ne doit pas s'écarter de plus de  $-17\%$  à  $+25\%$  de la valeur indiquée pour une mesure à  $+20\text{ °C}$ .

Quand la température varie à partir de  $+50\text{ °C}$  ou de  $-10\text{ °C}$  vers  $+20\text{ °C}$ , la valeur indiquée par l'instrument de mesure de dose (ou de débit) ne doit pas s'écarter de plus de  $-17\%$  à  $+25\%$  de la valeur indiquée aux températures initiales.

### **11.8.2 Méthode d'essai**

Pour cet essai, l'instrument de mesure de dose (ou de débit) doit être exposé à une source de rayonnement photonique d'intensité suffisante pour fournir une indication dans la deuxième étendue la plus sensible. L'instrument de mesure de dose (ou de débit) et la source de photons doivent être placés dans une géométrie qui soit reproductible pour l'essai.

L'instrument de mesure de dose (ou de débit) doit être maintenu à une température de  $+20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  et être laissé pour stabilisation pendant au moins 60 min. L'indication de l'instrument de mesure de dose (ou de débit) doit être déterminée. L'instrument de mesure de dose (ou de débit) et la source doivent être retirés de cet environnement et placés directement dans une chambre environnementale de telle sorte que la même géométrie d'exposition soit établie et que la température à proximité de l'instrument soit maintenue entre  $+45\text{ °C}$  et  $+50\text{ °C}$ . Cette procédure doit être effectuée en moins de 5 min. L'indication doit alors être déterminée toutes les 15 min sur une durée de 2 h. L'instrument de mesure doit rester dans cet environnement pendant une durée suffisante pour atteindre une température stable.

L'instrument de mesure de dose (ou de débit) doit être retiré de la chambre environnementale et remis dans le premier environnement de telle sorte que le même environnement d'exposition soit établi et que la température à proximité de l'instrument soit de  $+20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Cette procédure doit être effectuée en moins de 5 min. L'indication doit alors être déterminée toutes les 15 min sur une durée de 2 h. L'instrument de mesure doit rester dans cet environnement pendant une durée suffisante pour atteindre une température stable.

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

### **11.8.3 Interprétation des résultats**

Si l'indication de l'instrument ne s'écarte pas de l'indication à +20 °C de plus de –17 % à +25 %, les exigences sont alors satisfaites.

## **12 Logiciel**

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 12.1 à 12.3 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

## **13 Résumé des caractéristiques**

Pour les besoins de la présente norme, l'Article 13 de l'IEC 60846-1:2009 s'applique, sans modification.

## **14 Documentation**

Pour les besoins de la présente norme, les spécifications données de 14.1 à 14.4 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification.

## **Tableaux**

Pour les besoins de la présente norme, toutes les spécifications données du Tableau 1 au Tableau 9 de l'IEC 60846-1:2009 s'appliquent, sans modification à l'exception des spécifications indiquées dans les Tableaux suivants. Les Tableaux modifiés sont identifiés avec le même numéro que dans l'IEC 60846-1:2009. Les colonnes modifiées sont repérées en soulignant l'élément correspondant de la colonne "Caractéristiques en essai ou grandeur d'influence" dans chaque Tableau.

**Tableau 5 – Caractéristiques des rayonnements pour les instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) directionnel**

Caractéristiques en essai ou grandeur d'influence	Étendue assignée (minimale) de la grandeur d'influence	Limites de la variation de la réponse relative	Paragraphe
Linéarité	<u>Quatre ordres de grandeur incluant 1 mSv h<sup>-1</sup> à 10 Sv h<sup>-1</sup> et 10 Sv</u>	<u>-17 % à +25 %</u>	5.5 et 8.7
Fluctuation statistique: équivalent de dose	$H = H_0$ <sup>a</sup> $H_0 < H < 11 H_0$ $H \geq 11 H_0$	15 % (16 - $H / H_0$ ) % 5 %	8.7
Fluctuation statistique: débit d'équivalent de dose	$\dot{H} = \dot{H}_0$ <sup>a</sup> $\dot{H}_0 < \dot{H} < 11 \dot{H}_0$ $\dot{H} \geq 11 \dot{H}_0$	15 % (16 - $\dot{H} / \dot{H}_0$ ) % 5 %	8.7
Énergie et angle d'incidence du rayonnement bêta	$E_{\text{mean}}$ du rayonnement bêta <u>800 keV</u> <u>et 0° à partir de la direction de référence</u>	<u>-33 % à +100 %</u>	8.5.1
Énergie et angle d'incidence des rayonnements X et gamma	10 keV à 250 keV et 0° à ± 45° à partir de la direction de référence	-29 % à +67 %	8.4.1
<u>Cas de sondes télescopiques ou cylindriques à distance: énergie et angle d'incidence du rayonnement photonique</u>	<u>80 keV à 1,5 MeV et à 0° à ±60° et 180° à (180°±60°),</u> <u>à ±60° à ±120°,</u> <u>à 90°±10°, et</u> <u>1,5 MeV à 7 MeV et à 0° à ±60° et 180° à (180°±60°),</u> <u>à partir de la direction de référence</u>	<u>-29 % à +67 %</u> <u>-37,5 % à +150 %</u> <u>-50 % à +150 %</u> <u>-37,5 % à +150 %</u>	8.4.3
Angle d'incidence – rayonnement bêta	0° à ± 60° à partir de la direction de référence	À établir par le constructeur	8.5.1
Angle d'incidence – rayonnements X et gamma	0° à ± 90° à partir de la direction de référence	À établir par le constructeur	8.4.1
Débit de dose pour les mesurages de dose	5 μSv h <sup>-1</sup> à 1 Sv h <sup>-1</sup> <sup>b</sup>	-13 % à +18 %	8.11
Surcharge	100 fois l'étendue maximale pour le maximum de l'étendue jusqu'à et y compris 0,1 Sv h <sup>-1</sup> 10 fois l'étendue maximale ou 10 Sv h <sup>-1</sup> , la valeur la plus élevée prévalant, pour le maximum de l'étendue supérieur à 0,1 Sv h <sup>-1</sup> <u>2 fois l'étendue maximale pour les débits de dose dépassant 5 Sv h<sup>-1</sup></u>	Indication hors échelle sur le côté droit de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) pour indiquer la surcharge (pendant 5 min)	8.8
Effets du rayonnement neutron	Non applicable	Réponse à établir par le constructeur	8.6.1
Réponse extracaméra	Débit de dose ≥ 1 Sv h <sup>-1</sup> pour des photons de 1,25 MeV ou <sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y	< 2 % de la lecture d'échelle	8.14
Réponse de l'instrument possédant une sonde à extension	Répéter les essais 8.1 à 8.14, le détecteur étant situé aux distances (ou longueurs de câble) minimale et maximale spécifiées par le constructeur.	A ± 5 % près sur les deux distances	8.15

<sup>a</sup>  $H_0$  et  $\dot{H}_0$  sont les limites inférieures de l'étendue de mesure de l'instrument de mesure d'équivalent de dose et de débit d'équivalent de dose.

<sup>b</sup> Au moins la valeur maximale de l'étendue de mesure du débit de dose.

NOTE Les éléments soulignés indiquent des ajouts ou des modifications par rapport à l'IEC 60846-1:2009.

**Tableau 6 – Caractéristiques des rayonnements pour les instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant**

Caractéristique en essai ou grandeur d'influence	Étendue assignée (minimale) de la grandeur d'influence	Limites de la variation de la réponse relative	Paragraphe
Linéarité	Quatre ordres de grandeur incluant $1 \text{ mSv h}^{-1}$ à $10 \text{ Sv h}^{-1}$	$-17\%$ à $+25\%$	5.5 et 8.7
Fluctuation statistique: équivalent de dose	$H = H_0$ <sup>a</sup> $H_0 < H < 11 H_0$ $H \geq 11 H_0$	15 % $(16 - H / H_0) \%$ 5 %	8.7
Fluctuation statistique: débit d'équivalent de dose	$\dot{H} < \dot{H}_0$ <sup>a</sup> $\dot{H}_0 \leq \dot{H} < 11 \dot{H}_0$ $\dot{H} \geq 11 \dot{H}_0$	15 % $(16 - \dot{H} / \dot{H}_0) \%$ 5 %	8.7
Énergie et angle d'incidence du rayonnement bêta	$E_{\text{mean}}$ du rayonnement bêta 800 keV et $0^\circ$ à partir de la direction de référence	Indication inférieure à 10 % de la valeur de dose (ou du débit) $H'(0,07)$ ou $\dot{H}'(0,07)$	8.5.1
Énergie et angle d'incidence des rayonnements X et gamma	80 keV à 1,5 MeV ou 20 keV à 150 keV et $0^\circ$ à $\pm 45^\circ$ à partir de la direction de référence	$-29\%$ à $+67\%$	8.4.2
Angle d'incidence – rayonnements X et gamma	$0^\circ$ à $90^\circ$ à partir de la direction de référence	À établir par le constructeur	8.4.2
<u>Cas de sondes télescopiques ou cylindriques à distance: énergie et angle d'incidence des rayonnements X et gamma</u>	80 keV à 1,5 MeV et à $0^\circ$ à $\pm 60^\circ$ et $180^\circ$ à $(180^\circ \pm 60^\circ)$ , à $\pm 60^\circ$ à $\pm 120^\circ$ , à $90^\circ \pm 10^\circ$ , et 1,5 MeV à 7 MeV et à $0^\circ$ à $\pm 60^\circ$ et $180^\circ$ à $(180^\circ \pm 60^\circ)$ , à partir de la direction de référence	$-29\%$ à $+67\%$ $-37,5\%$ à $+150\%$ $-50\%$ à $+150\%$ $-37,5\%$ à $+150\%$	8.4.3
Débit de dose pour les mesurages de dose	$5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ à $1 \text{ Sv h}^{-1}$ <sup>b</sup>	$-13\%$ à $+18\%$	8.11
Surcharge	100 fois l'étendue maximale pour le maximum de l'étendue jusqu'à et y compris $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$ 10 fois l'étendue maximale ou $10 \text{ Sv h}^{-1}$ , la valeur la plus élevée prévalant, pour le maximum de l'étendue supérieur à $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$ 2 fois l'étendue maximale pour les débits de dose dépassant $5 \text{ Sv h}^{-1}$	Indication hors échelle sur le côté droit de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) pour indiquer la surcharge (pendant 5 min)	8.8
Effets du rayonnement neutron	Non applicable	Réponse à établir par le constructeur	8.6.1
Temps de réponse	Non applicable	$\dot{G}_f < 10 \text{ mSv h}^{-1}$ : < 10 s pour indiquer 90 % de variation $\dot{G}_f > 10 \text{ mSv h}^{-1}$ : 2 s Après 60 s: indique $(1 \pm 0,1)\dot{G}_f$	8.9

Caractéristique en essai ou grandeur d'influence	Étendue assignée (minimale) de la grandeur d'influence	Limites de la variation de la réponse relative	Paragraphe
Réponse extracaméra	Débit de dose $\geq 1 \text{ Sv h}^{-1}$ photons de 1,25 MeV ou $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	$< 2 \%$ de la lecture d'échelle	8.14
Réponse de l'instrument possédant une sonde à extension	Répéter les essais 8.1 à 8.14, le détecteur étant situé aux distances (ou longueurs de câble) minimale et maximale spécifiées par le constructeur.	A $\pm 5 \%$ près sur les deux distances	8.15
<p><sup>a</sup> <math>H_0</math> et <math>\dot{H}_0</math> sont les limites inférieures de l'étendue de mesure de l'instrument de mesure d'équivalent de dose et de débit d'équivalent de dose.</p> <p><sup>b</sup> Au moins la valeur maximale de l'étendue de mesure du débit de dose.</p> <p>NOTE Les éléments <u>soulignés</u> indiquent des ajouts ou des modifications par rapport à l'IEC 60846-1:2009.</p>			

**Tableau 7 – Caractéristiques électriques, mécaniques et environnementales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant**

Caractéristique en essai ou grandeur d'influence	Étendue assignée (minimale) de la grandeur d'influence	Limites de la variation de la réponse relative ou de l'écart	Paragraphe
Dérive de zéro	Durée de 4 h	$\pm 0,2 H_0$ ou $\pm 0,2 \dot{H}_0$ respectivement	9.1
Temps de chauffage	<u>inférieur ou égal à 1 min</u>	<u><math>\pm 10 \%</math> de la valeur après 60 min</u>	9.2
Sources d'alimentation Piles et accumulateurs	Pendant 40 h d'utilisation intermittente	$\pm 5 \%$	9.3
Orientation de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit)	Toute	$\pm 2 \%$ de la déflexion angulaire maximale de pleine échelle	10.3
Essai de chute	Chute de 1 m sur un sol en béton	$-17 \%$ à $+25 \%$	10.4
Température ambiante	a) <u><math>-25 \text{ °C}</math> à <math>+50 \text{ °C}</math></u> b) <u><math>-25 \text{ °C}</math> à <math>+70 \text{ °C}</math></u> c) <u>plage supérieure à b)</u>	<u><math>-17 \%</math> à <math>+25 \%</math></u> <u><math>-23 \%</math> à <math>+43 \%</math></u> <u><math>-23 \%</math> à <math>+43 \%</math></u> pour une dose de $10 H_0$ ou un débit de dose de $10 \dot{H}_0$	11.2
<u>Choc thermique</u>	Variation de $+20 \text{ °C}$ à $-10 \text{ °C}$ ou de $+50 \text{ °C}$ en 5 min; Variation de $-10 \text{ °C}$ ou $+50 \text{ °C}$ à $+20 \text{ °C}$ en 5 min	$-17 \%$ à $+25 \%$	11.8
Humidité relative	jusqu'à <u><math>95 \%</math></u> d'humidité relative à $+35 \text{ °C}$	$-9 \%$ à $+11 \%$ <sup>a</sup>	11.3
Pression atmosphérique	70 kPa à 106 kPa	$-9 \%$ à $+11 \%$	11.4
Étanchéité	IP 53 conformément à l'IEC 60529	Précautions à établir	11.5
Stockage	$-25 \text{ °C}$ à $+50 \text{ °C}$ pendant trois mois	Fonctionnement dans les spécifications après déballage	11.6
<p><sup>a</sup> Limite de variation de l'indication à <math>+35 \text{ °C}</math> et humidité de référence.</p> <p>NOTE Les éléments <u>soulignés</u> indiquent des ajouts ou des modifications par rapport à l'IEC 60846-1:2009.</p>			



INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)