

# INTERNATIONAL STANDARD

IEC  
CEI

# NORME INTERNATIONALE

**60846-2**

First edition  
Première édition  
2007-07

---

---

**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**



Reference number  
Numéro de référence  
IEC/CEI 60846-2:2007



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [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.

- Catalogue of IEC publications: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us.

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tél.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL  
STANDARD

IEC  
CEI

NORME  
INTERNATIONALE

60846-2

First edition  
Première édition  
2007-07

---

---

**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**



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

PRICE CODE  
CODE PRIX

Q

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

## CONTENTS

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                                   | 4  |
| 1 Scope and object.....                                                                         | 6  |
| 2 Normative references .....                                                                    | 6  |
| 3 Terms and definitions .....                                                                   | 7  |
| 4 General characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters for emergency purposes ..... | 7  |
| 4.1 General.....                                                                                | 7  |
| 4.1.1 Indication.....                                                                           | 7  |
| 4.1.2 Read-out .....                                                                            | 7  |
| 4.1.3 Dose equivalent (rate) meter labels and markings.....                                     | 7  |
| 4.1.4 Dose equivalent and dose equivalent rate range.....                                       | 7  |
| 4.1.5 Effective range of measurement .....                                                      | 7  |
| 4.1.6 Minimum range of measurement.....                                                         | 7  |
| 4.1.7 Alarm levels.....                                                                         | 7  |
| 4.1.8 Additional indication .....                                                               | 7  |
| 4.1.9 Failure operation of indication.....                                                      | 8  |
| 4.1.10 Ease of decontamination .....                                                            | 8  |
| 4.1.11 Portability .....                                                                        | 8  |
| 4.1.12 Protection of switches.....                                                              | 8  |
| 4.1.13 Use of extension probe.....                                                              | 8  |
| 4.2 Classification of the performance characteristics .....                                     | 8  |
| 4.3 General test procedures .....                                                               | 8  |
| 4.4 Contamination probe.....                                                                    | 8  |
| 5 Radiation characteristics – Directional dose equivalent (rate) meters .....                   | 8  |
| 5.1 Relative intrinsic error.....                                                               | 8  |
| 5.2 Variation of response with beta radiation energy and angle of incidence .....               | 8  |
| 5.2.1 Requirements .....                                                                        | 8  |
| 5.2.2 Test method .....                                                                         | 8  |
| 5.3 to 5.6.....                                                                                 | 9  |
| 5.7 Statistical fluctuations .....                                                              | 9  |
| 5.7.1 Requirements .....                                                                        | 9  |
| 5.7.2 Test method .....                                                                         | 9  |
| 5.8 and 5.9.....                                                                                | 9  |
| 6 Radiation characteristics – Ambient dose equivalent (rate) meters .....                       | 9  |
| 6.1 Relative intrinsic error .....                                                              | 9  |
| 6.2 Variation of response with photon radiation energy and angle of incidence.....              | 9  |
| 6.2.1 General .....                                                                             | 9  |
| 6.2.2 Requirements .....                                                                        | 9  |
| 6.2.3 Test method .....                                                                         | 9  |
| 6.3 to 6.5.....                                                                                 | 10 |
| 6.6 Statistical fluctuations .....                                                              | 10 |
| 6.6.1 Requirements .....                                                                        | 10 |
| 6.6.2 Test method .....                                                                         | 10 |
| 6.7 and 6.8.....                                                                                | 10 |
| 6.9 Extracameral response.....                                                                  | 11 |

|             |                                                                                                                                   |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.9.1       | Requirements .....                                                                                                                | 11 |
| 6.9.2       | Test method .....                                                                                                                 | 11 |
| 6.10        | Response of instrument with extended probe .....                                                                                  | 11 |
| 6.10.1      | Requirements .....                                                                                                                | 11 |
| 6.10.2      | Test method .....                                                                                                                 | 11 |
| 7           | Electrical characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters .....                                                         | 11 |
| 7.1 and 7.2 | .....                                                                                                                             | 11 |
| 7.3         | Warm-up time .....                                                                                                                | 11 |
| 7.3.1       | Requirements .....                                                                                                                | 11 |
| 7.3.2       | Test method .....                                                                                                                 | 11 |
| 7.4 and 7.5 | .....                                                                                                                             | 11 |
| 8           | Mechanical characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters .....                                                         | 12 |
| 8.1         | Mechanical shock during operation .....                                                                                           | 12 |
| 8.2         | Orientation of dose equivalent (rate) meter (geotropism) .....                                                                    | 12 |
| 8.3         | Drop test .....                                                                                                                   | 12 |
| 8.3.1       | Requirements .....                                                                                                                | 12 |
| 8.3.2       | Test method .....                                                                                                                 | 12 |
| 9           | Environmental characteristics, performance requirements and tests .....                                                           | 12 |
| 9.1         | Ambient temperature influence .....                                                                                               | 12 |
| 9.1.1       | Requirements .....                                                                                                                | 12 |
| 9.1.2       | Test method .....                                                                                                                 | 13 |
| 9.2         | Relative humidity .....                                                                                                           | 13 |
| 9.3         | Atmospheric pressure .....                                                                                                        | 13 |
| 9.4         | Sealing against moisture .....                                                                                                    | 13 |
| 9.5         | Storage and transport .....                                                                                                       | 13 |
| 9.6         | Electromagnetic compatibility .....                                                                                               | 13 |
| 9.7         | Vibration and shock during transport and shipping .....                                                                           | 13 |
| 9.8         | Temperature shock .....                                                                                                           | 13 |
| 9.8.1       | Requirements .....                                                                                                                | 13 |
| 9.8.2       | Test method .....                                                                                                                 | 14 |
| 10          | Summary of characteristics .....                                                                                                  | 14 |
| 11          | Documentation .....                                                                                                               | 14 |
|             | Bibliography .....                                                                                                                | 17 |
|             | Table 1 – Limits of the coefficient of variation and of the relative intrinsic error .....                                        | 15 |
|             | Table 2 – Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters .....                                            | 15 |
|             | Table 3 – Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters .....                                                | 15 |
|             | Table 4 – Electrical, mechanical and environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters ..... | 16 |

# 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 part of IEC 60846 is to be used in conjunction with IEC 60846:2002.

NOTE IEC 60846:2002 is currently under revision and will be issued as IEC 60846-1 around 2008-2009. This part of IEC 60846 will then be revised with references to the new publication IEC 60846-1.

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

|              |                  |
|--------------|------------------|
| FDIS         | Report on voting |
| 45B/542/FDIS | 45B/549/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 maintenance result 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 the IEC 60846 series 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 during emergency situations. It applies directly to dose equivalent (rate) meters intended for the determination of the dose equivalent or dose equivalent rate from external beta and/or X and gamma radiation of energies up to 10 MeV during emergency situations.

The object of this part of the IEC 60846 series 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 60846:2002 are applicable for instruments used for emergency purposes.

This part of the IEC 60846 series does not specify which instruments are required nor does it consider the numbers or specific locations of such instruments. This part of the IEC 60846 series 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 part of the IEC 60846 series are contained in IEC 60846:2002. Where such instruments are also to be used for emergency measurements, they shall also meet the requirements of this part of the IEC 60846 series.

Although this part of the IEC 60846 series 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 shall apply to both of the detectors.

### **2 Normative references**

This clause of IEC 60846:2002 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 60846:2002, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in 3.1 to 3.4 of IEC 60846:2002 apply, without modification.

An additional definition applies:

#### 3.2.15

##### **extracameral**

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

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

#### 4.1 General

##### 4.1.1 Indication

The indications of the ambient dose equivalent (rate) meter shall be in units of dose equivalent (rate), for example, Sievert or Sievert per hour, respectively.

##### 4.1.2 Read-out

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

##### 4.1.3 Dose equivalent (rate) meter labels and markings

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

##### 4.1.4 Dose equivalent and dose equivalent rate range

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

##### 4.1.5 Effective range of measurement

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

##### 4.1.6 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 mSv/h to 10 Sv/h. The minimum effective range of dose equivalent shall cover at least four orders of magnitude and shall include 10 Sv.

##### 4.1.7 Alarm levels

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

##### 4.1.8 Additional indication

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

#### **4.1.9 Failure operation of indication**

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

#### **4.1.10 Ease of decontamination**

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

#### **4.1.11 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.

#### **4.1.12 Protection of switches**

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

#### **4.1.13 Use of extension probe**

If an extension probe is to be used, the instrument shall be tested with the probe in place. The manufacturer shall provide the method to be used to perform the test together with the results of the test.

### **4.2 Classification of the performance characteristics**

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### **4.3 General test procedures**

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### **4.4 Contamination probe**

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

## **5 Radiation characteristics – Directional dose equivalent (rate) meters**

### **5.1 Relative intrinsic error**

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### **5.2 Variation of response with beta radiation energy and angle of incidence**

#### **5.2.1 Requirements**

The 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 shall not differ by more than  $\pm 50\%$  from unity. In addition, the response to the reference radiation of  $^{85}\text{Kr}$  or  $^{204}\text{Tl}$  shall be given by the manufacturer.

#### **5.2.2 Test method**

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

**5.3 to 5.6**

These subclauses of IEC 60846:2002 apply, without modification.

**5.7 Statistical fluctuations****5.7.1 Requirements**

The coefficient of variation of the indication due to random fluctuations shall be less than the values given in Table 2 of IEC 60846-2.

**5.7.2 Test method**

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

**5.8 and 5.9**

These subclauses of IEC 60846:2002 apply, without modification.

**6 Radiation characteristics – Ambient dose equivalent (rate) meters****6.1 Relative intrinsic error**

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

**6.2 Variation of response with photon radiation energy and angle of incidence****6.2.1 General**

Where telescopic or remote cylindrical probes are used for emergency instrumentation, the following subclauses replace 6.2.1 and 6.2.2 of IEC 60846:2002. In all other cases, 6.2 of IEC 60846:2002 applies, without modification.

**6.2.2 Requirements**

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

- 0,71 to 1,67 for 80 keV to 1,5 MeV and  $0^\circ$  to  $\pm 60^\circ$  and  $180^\circ$  to  $(180^\circ \pm 60^\circ)$ .
- 0,625 to 2,50 for 80 keV to 1,5 MeV and  $\pm 60^\circ$  to  $\pm 120^\circ$ ; however, at  $90^\circ \pm 10^\circ$  a lower response of 0,50 is allowed.
- 0,625 to 2,50 for 1,5 MeV to 7 MeV and  $0^\circ$  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 1 The calibration direction for cylindrical probes is typically normal to the axis of symmetry.

NOTE 2 The range of the response 0,71 to 1,67 corresponds to the range of the correction factor  $1,00 \pm 0,40$ . The range of the response 0,625 to 2,50 corresponds to the range of the correction factor  $1,00 \pm 0,60$ .

**6.2.3 Test method**

The tests 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 of the used X-ray spectra,  $E_i$ . The photon energy where the response falls outside 0,71 to 1,67 (for 80 keV up to 1,5 MeV) or outside 0,625 to 2,50 (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 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 values of response are between 0,71 to 1,67 (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 0,625 to 2,50 (for 80 keV up to 1,5 MeV and  $\pm 60^\circ$  to  $\pm 120^\circ$ ; however at  $90^\circ$  the response is allowed to be as low as 0,50) and between 0,625 to 2,50 (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. Each two responses belonging together shall be connected by a straight line. The minimum rated photon energy is obtained by the intersection of the straight line with the specified limits at the lowest 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 intrinsic error at the indicated dose equivalent (rate) (see 5.1.1 of IEC 60846:2002).

### 6.3 to 6.5

These subclauses of IEC 60846:2002 apply, without modification.

## 6.6 Statistical fluctuations

### 6.6.1 Requirements

The coefficient of variation of the indication due to random fluctuations shall be less than the values given in Table 2 of IEC 60846-2.

### 6.6.2 Test method

Subclause 5.7.2 of IEC 60846:2002 applies, without modification.

## 6.7 and 6.8

These subclauses of IEC 60846:2002 apply, without modification.

## **6.9 Extracameral response**

### **6.9.1 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 Sv/h with photon energy of 1,25 MeV and beta radiation from  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ .

### **6.9.2 Test method**

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 Sv/h with a photon energy of 1,25 MeV and betas from  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  (one after the other) for at least 10 min. The scale reading (indicated value) shall be less than 2 % of the irradiated dose rate, that is less than 20 mSv/h.

## **6.10 Response of instrument with extended probe**

### **6.10.1 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.

### **6.10.2 Test method**

The instrument shall be tested as required in 6.1 through 6.9 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 locations.

## **7 Electrical characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters**

### **7.1 and 7.2**

These subclauses of IEC 60846:2002 apply, without modification.

### **7.3 Warm-up time**

#### **7.3.1 Requirements**

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

#### **7.3.2 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  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Then the dose equivalent meter shall be switched on and shall operate as normally. 1 min after switch on, the response shall not differ by more than 10 % from the value obtained after 60 min.

### **7.4 and 7.5**

These subclauses of IEC 60846:2002 apply, without modification.

## 8 Mechanical characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters

### 8.1 Mechanical shock during operation

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### 8.2 Orientation of dose equivalent (rate) meter (geotropism)

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### 8.3 Drop test

#### 8.3.1 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 meter surface) onto a concrete floor.

#### 8.3.2 Test method

The dose equivalent (rate) meter shall withstand at least one single drop from 1 m to each surface of dose equivalent (rate) meter so that the unit is still operable after the drop. 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 instrument passes the test if the instrument response does not deviate from the original response by  $\pm 20\%$ . 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.

## 9 Environmental characteristics, performance requirements and tests

### 9.1 Ambient temperature influence

#### 9.1.1 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  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  over the following temperature ranges:

- a) Assemblies for extended temperature range: over the range of temperature from  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , the indicated value shall not deviate by more than  $\pm 20\%$  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  $\pm 30\%$  from that obtained under standard test conditions over the temperature range of  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 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  $\pm 30\%$  from that obtained under standard test conditions over the temperature range specified by the manufacturer.

NOTE 1 Some means of maintaining the batteries at a temperature within the nominal operation range may be required when assemblies are operated at temperatures below  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

NOTE 2 The manufacturer shall state the maximum temperature the instrument can withstand.

### 9.1.2 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  $5\text{ °C}$  for each maximum and minimum temperature identified in the three temperature ranges identified in 9.1.1. 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  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ . 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 %). The limits of variation of indications shall be within the values given in Table 2 of this part of the IEC 60846:2002.

### 9.2 Relative humidity

Portable dose equivalent (rate) meters used for emergency purposes shall meet the extended rated range of humidity in 9.2 of IEC 60846:2002 which states that the indication of the dose equivalent (rate) shall not vary by more than  $\pm 10\%$  obtained from that under standard test conditions with a range of humidity up to 95 % at  $35\text{ °C}$ .

### 9.3 Atmospheric pressure

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### 9.4 Sealing against moisture

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### 9.5 Storage and transport

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### 9.6 Electromagnetic compatibility

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### 9.7 Vibration and shock during transport and shipping

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

### 9.8 Temperature shock

#### 9.8.1 Requirements

The indicated value of the dose (rate) meter shall not vary by more than  $\pm 20\%$  from the indicated value taken at a temperature of  $20\text{ °C}$  when the temperature is raised from  $20\text{ °C}$  to  $50\text{ °C}$  or lowered from  $20\text{ °C}$  to  $-10\text{ °C}$  in less than 5 min.

The indicated value of the dose (rate) meter shall not vary by more than  $\pm 20\%$  from the indicated value taken at a temperature of  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  or  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  when the temperature changes from either one of the above temperatures to  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 9.8.2 Test method

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  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  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 between  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 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  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 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  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 10 Summary of characteristics

This subclause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

## 11 Documentation

This sub clause of IEC 60846:2002 applies, without modification.

Tables 1 to 4 are given in case different entries are valid. In all other cases, the entries of the Tables given in IEC 60846:2002 are valid.

**Table 1 – Limits of the coefficient of variation and of the relative intrinsic error**

| Characteristics under test for beta and gamma radiation     | (Minimum effective) range of measurement                                          | Limit of the relative intrinsic error or limits of coefficient of variation | Sub-clause |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| Relative intrinsic error directional dose equivalent (rate) | Dose rate measurement:<br>Four orders of magnitude, including 1 mSv/h to 10 Sv/h. | $\pm 20\%$ <sup>1)</sup>                                                    | 4.1.6, 5.1 |
| Relative intrinsic error ambient dose equivalent (rate)     | Dose measurement:<br>Four orders of magnitude, including 10 Sv.                   | $\pm 20\%$ <sup>1)</sup>                                                    | 4.1.6, 6.1 |
| Statistical fluctuation: dose equivalent                    | $H < 1 \text{ mSv}$                                                               | 15 %                                                                        | 5.7, 6.6   |
|                                                             | $1 \text{ mSv} \leq H < 11 \text{ mSv}$                                           | $(16 - H/1 \text{ mSv}) \%$                                                 |            |
|                                                             | $H \geq 11 \text{ mSv}$                                                           | 5 %                                                                         |            |
| Statistical fluctuation: dose equivalent rate               | $\dot{H} < 1 \text{ mSv h}^{-1}$                                                  | 15 %                                                                        | 5.7, 6.6   |
|                                                             | $1 \text{ mSv h}^{-1} \leq \dot{H} < 11 \text{ mSv h}^{-1}$                       | $[16 - \dot{H} / (1 \text{ mSv h}^{-1})] \%$                                |            |
|                                                             | $\dot{H} \geq 11 \text{ mSv h}^{-1}$                                              | 5 %                                                                         |            |

<sup>1)</sup> This error is additional to the uncertainty in the determination of the conventional true dose equivalent (rate).

**Table 2 – Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters**

| Characteristics under test of influence quantity or instrument parameter | (Minimum) rated range of influence quantity                                       | Limits of variation | Sub-clause |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|
| Beta radiation energy and angle of incidence                             | $E_{\text{mean}}$ of beta radiation<br>800 keV<br>and 0° from reference direction | $\pm 50\%$          | 5.2        |

**Table 3 – Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters**

| Characteristics under test of influence quantity or instrument parameter                                   | (Minimum) rated range of influence quantity                                                                                                                                                                                                                 | Limits of variation                                                         | Sub-clause |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| In case of telescopic or remote cylindrical probes:<br>X and gamma radiation energy and angle of incidence | 80 keV to 1,5 MeV and at 0° to $\pm 60^\circ$ and 180° to $(180^\circ \pm 60^\circ)$ ,<br>at $\pm 60^\circ$ to $\pm 120^\circ$ ,<br>at $90^\circ \pm 10^\circ$ , and<br>1,5 MeV to 7 MeV and at 0° to $\pm 60^\circ$ and 180° to $(180^\circ \pm 60^\circ)$ | –29 % to +67 %<br>–37,5 % to +150 %<br>–50 % to +150 %<br>–37,5 % to +150 % | 6.2        |
| Extracameral response                                                                                      | 1 Sv/h on instrument except detector                                                                                                                                                                                                                        | Display at most 2 % of delivered dose equivalent (20 mSv/h)                 | 6.9        |
| Extended probe: distance (cable) between display and probe                                                 | Minimal and maximal length to be stated by the manufacturer                                                                                                                                                                                                 | $\pm 5\%$                                                                   | 6.10       |

**Table 4 – 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         | Sub-clause |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|
| Warm-up time                                    | Less than or equal to 1 min                                                                                      | ±10 % of value after 60 min | 7.3        |
| Ambient temperature                             | a) –25 °C to +50 °C<br>b) –25 °C to +70 °C<br>c) larger range than b)                                            | ±20 %<br>±30 %<br>±30 %     | 9.1        |
| Temperature shock                               | Change from +20 °C to –10 °C or +50 °C within 5 min.<br><br>Change from –10 °C or +50 °C to +20 °C within 5 min. | ±20 %                       | 9.8        |

Withd 2007  
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60846-2:2007

## Bibliography

ISO 6980-2:2004, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation – Part 2: Calibration fundamentals related to basic quantities characterizing the radiation field*

ISO 6980-3:2006, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the determination of their response as a function of beta radiation energy and angle of incidence*

---

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60846-2:2007

Withd2W

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                                         | 20 |
| 1 Domaine d'application et objet .....                                                                                                                     | 22 |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                              | 23 |
| 3 Termes et définitions .....                                                                                                                              | 23 |
| 4 Caractéristiques générales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant pour les situations d'urgence ..... | 23 |
| 4.1 Généralités .....                                                                                                                                      | 23 |
| 4.1.1 Indication .....                                                                                                                                     | 23 |
| 4.1.2 Lecture .....                                                                                                                                        | 23 |
| 4.1.3 Marques et indications de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) .....                                       | 23 |
| 4.1.4 Domaine en équivalent de dose et en de débit d'équivalent de dose .....                                                                              | 23 |
| 4.1.5 Etendue de mesure .....                                                                                                                              | 24 |
| 4.1.6 Etendue de mesure minimale .....                                                                                                                     | 24 |
| 4.1.7 Niveaux d'alarme .....                                                                                                                               | 24 |
| 4.1.8 Indications complémentaires .....                                                                                                                    | 24 |
| 4.1.9 Défaut d'affichage .....                                                                                                                             | 24 |
| 4.1.10 Facilité de décontamination .....                                                                                                                   | 24 |
| 4.1.11 Portabilité .....                                                                                                                                   | 24 |
| 4.1.12 Protection des commutateurs .....                                                                                                                   | 24 |
| 4.1.13 Utilisation d'une sonde à extension .....                                                                                                           | 24 |
| 4.2 Classement des caractéristiques de fonctionnement .....                                                                                                | 24 |
| 4.3 Procédures générales d'essai .....                                                                                                                     | 24 |
| 4.4 Sonde de contamination .....                                                                                                                           | 24 |
| 5 Caractéristiques sous rayonnement – Instrument de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) directionnel .....                      | 25 |
| 5.1 Erreur relative intrinsèque .....                                                                                                                      | 25 |
| 5.2 Variation de la réponse avec l'énergie de rayonnement bêta et l'angle d'incidence .....                                                                | 25 |
| 5.2.1 Exigences .....                                                                                                                                      | 25 |
| 5.2.2 Méthode d'essai .....                                                                                                                                | 25 |
| 5.3 à 5.6 .....                                                                                                                                            | 25 |
| 5.7 Fluctuations statistiques .....                                                                                                                        | 25 |
| 5.7.1 Exigences .....                                                                                                                                      | 25 |
| 5.7.2 Méthode d'essai .....                                                                                                                                | 25 |
| 5.8 et 5.9 .....                                                                                                                                           | 25 |
| 6 Caractéristiques sous rayonnement – Instruments de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) ambiant .....                          | 25 |
| 6.1 Erreur relative intrinsèque .....                                                                                                                      | 25 |
| 6.2 Variation de la réponse avec l'énergie des photons et l'angle d'incidence .....                                                                        | 25 |
| 6.2.1 Généralités .....                                                                                                                                    | 25 |
| 6.2.2 Exigences .....                                                                                                                                      | 26 |
| 6.2.3 Méthode d'essai .....                                                                                                                                | 26 |
| 6.3 à 6.5 .....                                                                                                                                            | 27 |
| 6.6 Fluctuations statistiques .....                                                                                                                        | 27 |
| 6.6.1 Exigences .....                                                                                                                                      | 27 |

|            |                                                                                                                                                                                             |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.6.2      | Méthode d'essai .....                                                                                                                                                                       | 27 |
| 6.7 et 6.8 | .....                                                                                                                                                                                       | 27 |
| 6.9        | Réponse extra-camera .....                                                                                                                                                                  | 27 |
| 6.9.1      | Exigences.....                                                                                                                                                                              | 27 |
| 6.9.2      | Méthode d'essai .....                                                                                                                                                                       | 27 |
| 6.10       | Réponse de l'instrument possédant une sonde à extension .....                                                                                                                               | 27 |
| 6.10.1     | Exigences.....                                                                                                                                                                              | 27 |
| 6.10.2     | Méthode d'essai .....                                                                                                                                                                       | 27 |
| 7          | Caractéristiques électriques des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit ) ambiant .....                                                                                 | 28 |
| 7.1 et 7.2 | .....                                                                                                                                                                                       | 28 |
| 7.3        | Temps de chauffage.....                                                                                                                                                                     | 28 |
| 7.3.1      | Exigences.....                                                                                                                                                                              | 28 |
| 7.3.2      | Méthode d'essai .....                                                                                                                                                                       | 28 |
| 7.4 et 7.5 | .....                                                                                                                                                                                       | 28 |
| 8          | Caractéristiques mécaniques des instruments de mesure de l'équivalent de dose (débit) .....                                                                                                 | 28 |
| 8.1        | Choc mécanique en cours de fonctionnement.....                                                                                                                                              | 28 |
| 8.2        | Orientation de l'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) (géotropisme).....                                                                                              | 28 |
| 8.3        | Essai de chute.....                                                                                                                                                                         | 28 |
| 8.3.1      | Exigences.....                                                                                                                                                                              | 28 |
| 8.3.2      | Méthode d'essai .....                                                                                                                                                                       | 28 |
| 9          | Caractéristiques d'environnements, exigences de bon fonctionnement et essais .....                                                                                                          | 29 |
| 9.1        | Influence de la température ambiante.....                                                                                                                                                   | 29 |
| 9.1.1      | Exigences.....                                                                                                                                                                              | 29 |
| 9.1.2      | Méthode d'essai .....                                                                                                                                                                       | 29 |
| 9.2        | Humidité relative .....                                                                                                                                                                     | 30 |
| 9.3        | Pression atmosphérique .....                                                                                                                                                                | 30 |
| 9.4        | Étanchéité à l'humidité .....                                                                                                                                                               | 30 |
| 9.5        | Stockage et transport .....                                                                                                                                                                 | 30 |
| 9.6        | Compatibilité électromagnétique.....                                                                                                                                                        | 30 |
| 9.7        | Vibrations et chocs mécaniques .....                                                                                                                                                        | 30 |
| 9.8        | Choc en température.....                                                                                                                                                                    | 30 |
| 9.8.1      | Exigences.....                                                                                                                                                                              | 30 |
| 9.8.2      | Méthode d'essai .....                                                                                                                                                                       | 30 |
| 10         | Résumé des caractéristiques.....                                                                                                                                                            | 31 |
| 11         | Documentation .....                                                                                                                                                                         | 31 |
|            | Bibliographie.....                                                                                                                                                                          | 33 |
|            | Tableau 1 – Limites du coefficient de variation et de l'erreur intrinsèque relative .....                                                                                                   | 31 |
|            | Tableau 2 – Caractéristiques sous rayonnement des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) directionnel .....                                          | 32 |
|            | Tableau 3 – Caractéristiques de rayonnement des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) ambiants.....                                                 | 32 |
|            | Tableau 4 – Caractéristiques électriques, mécaniques et environnementales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) directionnels et ambiants ..... | 32 |

## 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 (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

La présente partie de la CEI 60846 doit être utilisée conjointement avec la CEI 60846:2002.

NOTE La CEI 60846:2002 est actuellement en cours de révision et sera publiée en tant que CEI 60846-1 vers 2008-2009. La partie de la CEI 60846 sera alors révisée avec des références à la nouvelle publication CEI 60846-1.

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

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| FDIS         | Rapport de vote |
| 45B/542/FDIS | 45B/549/RVD     |

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

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

Une liste de toutes les normes de la série 60846 dont le titre général est *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*, est disponible sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date du résultat de la maintenance indiquée sur le site web de la CEI <http://webstore.iec.ch>, dans les données spécifiques à cette publication. A 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 la CEI 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, dans des situations d'urgence. Elle est directement applicable aux instruments de mesure de l'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) de rayonnements externes bêta et/ou X et gamma d'énergie jusqu'à 10 MeV, dans des situations d'urgence.

L'objet de la présente partie de la CEI 60846 est de spécifier les exigences de conception et les caractéristiques d'aptitude à la fonction des instruments de mesures 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) tel que défini dans le rapport ICRU 47, pour les situations d'urgence. A l'exception des articles modifiés ou nouveaux listés ci-dessous, tous les articles de la CEI 60846:2002 sont applicables pour les instruments utilisés dans une situation d'urgence.

La présente partie de la CEI 60846 ne spécifie pas quels instruments sont requis, ni ne considère le nombre d'emplacements spécifiques de tels instruments. La présente partie de la CEI 60846 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 partie de la CEI 60846 sont contenus dans la CEI 60846:2002. Quand de tels instruments sont aussi utilisés comme instruments d'urgence, ils doivent aussi répondre aux exigences de la présente partie de la CEI 60846.

Même si la présente partie de la CEI 60846 spécifie les exigences pour les instruments destinés initialement aux situations d'urgence, ces derniers peuvent aussi être utilisés pour des mesures 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

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, avec les références complémentaires suivantes:

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

CEI 60846:2002, *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*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans 3.1 à 3.4 de la CEI 60846:2002 s'appliquent, sans modification.

Une définition complémentaire s'applique:

### 3.2.15

#### **extra-caméra**

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

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

### 4.1 Généralités

#### 4.1.1 Indication

Les indications d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) ambiant doivent être exprimées en unités d'équivalent de dose, par exemple, respectivement en Sievert ou en Sievert par heure.

#### 4.1.2 Lecture

Une échelle unique est préférable. Si des échelles multiples sont utilisées, les changements de gamme de mesure et de lecture doivent être simultanés et doivent être clairement affichés. Toutes les échelles doivent être lisibles dans des conditions normales de luminosité.

#### 4.1.3 Marques et indications de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose)

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

#### 4.1.4 Domaine en équivalent de dose et en de débit d'équivalent de dose

La mise en oeuvre des recommandations de l'ICRP exige la détermination de l'équivalent de dose sur une large étendue de valeurs. Dans certaines circonstances, un débit d'équivalent de dose de l'ordre de 10 Sv/h doit être mesuré. Pour une application d'un instrument d'urgence, les débits d'équivalent de dose considérés sont approximativement entre 1 mSv/h et 10 Sv/h. Si on dispose de capacités d'intégration, l'étendue entre 1 mSv et 10 Sv est généralement celle considérée.

#### **4.1.5 Etendue de mesure**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

#### **4.1.6 Etendue de mesure minimale**

L'étendue minimale effective de mesure du débit d'équivalent de dose doit couvrir au moins quatre ordres de grandeurs et doit inclure l'étendue de 1 mSv/h à 10 Sv/h. L'étendue minimale de l'équivalent de dose doit couvrir au moins quatre ordres de grandeur et doit inclure 10 Sv.

#### **4.1.7 Niveaux d'alarme**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

#### **4.1.8 Indications complémentaires**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

#### **4.1.9 Défaut d'affichage**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

#### **4.1.10 Facilité de décontamination**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

#### **4.1.11 Portabilité**

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

#### **4.1.12 Protection des commutateurs**

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

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

Si une sonde à extension doit être utilisée, l'instrument doit être essayé, la sonde étant en place. Le constructeur doit fournir la méthode à utiliser pour réaliser l'essai, ainsi que le résultat attendu de l'essai.

### **4.2 Classement des caractéristiques de fonctionnement**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

### **4.3 Procédures générales d'essai**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

### **4.4 Sonde de contamination**

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

## **5 Caractéristiques sous rayonnement – Instrument de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) directionnel**

### **5.1 Erreur relative intrinsèque**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

### **5.2 Variation de la réponse avec l'énergie de rayonnement bêta et l'angle d'incidence**

#### **5.2.1 Exigences**

La réponse de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) directionnel, produite par le rayonnement de référence de  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  dans la direction d'étalonnage ne doit pas s'écarter de plus de  $\pm 50\%$  de l'unité. De plus, la réponse au rayonnement de référence de  $^{85}\text{Kr}$  ou  $^{204}\text{Tl}$  doit être donnée par le constructeur.

#### **5.2.2 Méthode d'essai**

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

### **5.3 à 5.6**

Ces paragraphes de la CEI 60846:2002 sont applicables, sans modification.

### **5.7 Fluctuations statistiques**

#### **5.7.1 Exigences**

Le coefficient de variation de l'indication due aux fluctuations aléatoires doit être inférieur aux valeurs données dans le Tableau 2 de la CEI 60846-2.

#### **5.7.2 Méthode d'essai**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

### **5.8 et 5.9**

Ces paragraphes de la CEI 60846:2002 sont applicables, sans modification.

## **6 Caractéristiques sous rayonnement – Instruments de mesure d'équivalent de dose (ou de débit d'équivalent de dose) ambiant**

### **6.1 Erreur relative intrinsèque**

Cet article de la CEI 60846:2002 est applicable, sans modification.

### **6.2 Variation de la réponse avec l'énergie des photons et l'angle d'incidence**

#### **6.2.1 Généralités**

Quand des sondes télescopiques ou cylindriques à distance sont utilisées pour une instrumentation d'urgence, les paragraphes suivants remplacent 6.2.1 et 6.2.2 de la CEI 60846:2002. Dans tous les autres cas, le paragraphe 6.2 de la CEI 60846:2002 s'applique, sans modification.

## 6.2.2 Exigences

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

- 0,71 à 1,67 pour 80 keV à 1,5 MeV et  $0^\circ$  à  $\pm 60^\circ$  et  $180^\circ$  à  $(180^\circ \pm 60^\circ)$ .
- 0,625 à 2,50 pour 80 keV à 1,5 MeV et  $\pm 60^\circ$  à  $\pm 120^\circ$ ; cependant, à  $90^\circ \pm 10^\circ$  une réponse plus faible de 0,50 est permise.
- 0,625 à 2,50 pour 1,5 MeV à 7 MeV et  $0^\circ$  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 sont applicables à chaque détecteur.

NOTE 1 La direction d'étalonnage pour les sondes cylindriques est généralement normale à l'axe de symétrie.

NOTE 2 L'étendue de réponse 0,71 à 1,67 correspond à l'étendue du facteur de correction  $1,00 \pm 0,40$ . L'étendue de la réponse 0,625 à 2,50 correspond à l'étendue du facteur de correction  $1,00 \pm 0,60$ .

## 6.2.3 Méthode d'essai

Il convient que les essais soient réalisés avec les qualités de rayonnement des séries de spectres étroits de l'ISO 4037-1; cependant, si des débits de dose très élevés sont exigés, les séries de spectres larges peuvent être nécessaires.

Afin de réduire le nombre de mesure, 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 tenues.

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 du spectre de rayonnement X utilisé,  $E_i$ . L'énergie des photons pour laquelle la réponse tombe hors de 0,71 à 1,67 (pour 80 keV jusqu'à 1,5 MeV) ou hors de 0,625 à 2,50 (pour 1,5 MeV jusqu'à 7 MeV) est déterminée. Pour le rayonnement avec l'énergie moyenne au dessus de l'énergie des photons la plus faible ainsi déterminée, la réponse 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, au 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 réponses sont entre 0,71 et 1,67 (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 0,625 à 2,50 (pour 80 keV jusqu'à 1,5 MeV et  $\pm 60^\circ$  à  $\pm 120^\circ$ ; cependant, à  $90^\circ$  une réponse plus faible de 0,50 est permise) et entre 0,625 à 2,50 (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 un rayonnement d'énergie photon moyenne suivante plus faible. Dans le cas contraire, le rayonnement d'énergie moyenne immédiatement supérieure sera utilisée.

Pour les deux énergies du rayonnement utilisées au cours de cet essai, toutes les valeurs mesurées de la réponse seront tracées en fonction de l'énergie photon. Chaque paire de réponses associées doit être reliée par une ligne droite. L'énergie des photons assignée minimale est obtenue par l'intersection de la ligne droite avec les limites spécifiées à l'énergie photonique la plus faible.

Dans une seconde étape, d'autres qualités de rayonnement dans le domaine d'utilisation assigné doivent être sélectionnées pour prouver que toutes les réponses normalisées  $R(E, \alpha)$  sont dans les limites spécifiées. Une qualité de rayonnement est déterminée par l'énergie maximale du domaine d'utilisation assigné. Si les réponses normalisées  $R(E_i, 0^\circ)$  déterminées avant ont des valeurs extrêmes dans le domaine assigné, 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 le domaine assigné.