IEC 60846-1

Edition 1.0 2009-04

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 1: Portable workplace and environmental meters and monitors

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XA

ICS 13.280

ISBN 978-2-88910-308-9

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 6
1 Scope and object 8
2 Normative references 9
3 Terms and definitions 10
4 Units and list of symbols 15
4.1 Units 15
4.2 List of symbols 16
5 General characteristics of ambient and directional dose equivalent (rate) meters 18
5.1 Indication 18
5.2 Read-out 18
5.3 Dose equivalent rate range 18
5.4 Effective range of measurement 18
5.5 Minimum range of measurement 19
5.6 Rated range of an influence quantity 19
5.7 Minimum rated range of influence quantity 19
5.8 Alarm levels 19
5.9 Additional indication 20
5.10 Failure operation of indication 20
5.11 Ease of decontamination 20
5.12 Information given on the instruments 20
5.13 Algorithm to evaluate the indicated value 20
5.14 Classification of the dosemeters 20
6 General test procedures 20
6.1 Instructions for use 20
6.2 Nature of tests 21
6.3 Reference conditions and standard test conditions 21
6.4 Tests for influence quantities of type F 21
6.5 Tests for influence quantities of type S 21
6.6 Consideration of non-linearity 21
6.7 Consideration of several detectors or signals in a dosemeter 21
6.8 Position of dose equivalent (rate) meter for test purposes 22
6.9 Low dose equivalent rates 22
6.10 Statistical fluctuations 22
6.11 Production of reference radiation 22
6.12 Reference photon radiation 22
6.13 Reference beta radiation 23
6.14 Determination of dose equivalent (rate) response 23
7 Additivity of indicated value 23
7.1 Requirements 23
7.2 Method of test 23
7.3 Interpretation of the results 24
8 Radiation performance requirements and tests 24
8.1 General 24
8.2 Consideration of the uncertainty of the conventional quantity value 24
8.3 Model function 24

8.4 Variation of the response due to photon radiation energy and angle of incidence 24
8.4.1 Measuring quantity $H'(0,07)$ or $\dot{H}'(0,07)$ 24
8.4.2 Measuring quantity $H^*(10)$ or $\dot{H}^*(10)$ 25
8.5 Variation of the response due to beta radiation energy and angle of incidence 26
8.5.1 Measuring quantity $H'(0,07)$ or $\dot{H}'(0,07)$ 26
8.5.2 Measuring quantity $H^*(10)$ or $\dot{H}^*(10)$ 27
8.6 Response to neutron radiation 28
8.6.1 Requirements 28
8.6.2 Test method 28
8.7 Linearity and statistical fluctuations 28
8.7.1 General 28
8.7.2 Requirements 28
8.7.3 Method of test 28
8.7.4 Interpretation of the results 29
8.8 Overload characteristics 30
8.8.1 Dose equivalent meters 30
8.8.2 Dose equivalent ratemeters 30
8.9 Response time 31
8.9.1 Dose equivalent meters 31
8.9.2 Dose equivalent ratemeters 31
8.10 Interrelation between response time and statistical fluctuations 32
8.11 Variation of the response due to dose rate dependence of dose measurements 32
8.11.1 General 32
8.11.2 Requirements 32
8.11.3 Method of test using radiation sources 33
8.11.4 Method of test using natural radiation 33
8.11.5 Interpretation of the results 33
8.12 Response to pulsed ionizing radiation fields 33
8.12.1 Requirements 33
8.12.2 Test method 33
8.13 Requirements on the accuracy of alarm of dose equivalent (rate) monitors 33
8.13.1 Dose equivalent alarm 33
8.13.2 Dose equivalent rate alarm 34
9 Electrical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters 35
9.1 Stability of zero indication with time 35
9.1.1 Requirements 35
9.1.2 Test method 35
9.1.3 Interpretation of the results 35
9.2 Warm-up time 35
9.2.1 Requirements 35
9.2.2 Test method 35
9.2.3 Interpretation of the results 35
9.3 Power supplies 36
9.3.1 General 36
9.3.2 Requirements 36
9.3.3 Test method 36

10 Mechanical characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters 37
10.1 Shock during operation (microphonics) 37
10.1.1 General 37
10.1.2 Requirements 37
10.1.3 Method of test and interpretation of the results 37
10.2 Drop test during transport 38
10.2.1 Requirements 38
10.2.2 Test method 38
10.2.3 Interpretation of the results 38
10.3 Orientation of dose equivalent (rate) meter (geotropism) 38
10.3.1 General 38
10.3.2 Requirements 38
10.3.3 Test method 38
11 Environmental characteristics, performance requirements and tests 39
11.1 General 39
11.2 Ambient temperature 39
11.2.1 Requirements 39
11.2.2 Test method 39
11.2.3 Interpretation of the results 39
11.3 Relative humidity 39
11.3.1 Requirements 39
11.3.2 Test method 39
11.3.3 Interpretation of the results 40
11.4 Atmospheric pressure 40
11.4.1 Requirements 40
11.4.2 Test method 40
11.5 Sealing against moisture 40
11.6 Storage and transport 40
11.7 Electromagnetic compatibility 40
11.7.1 General 40
11.7.2 Emission of electromagnetic radiation 41
11.7.3 Electrostatic discharge 41
11.7.4 Radiated electromagnetic fields 41
11.7.5 Conducted disturbances induced by radio-frequencies 42
11.7.6 50 Hz/60 Hz magnetic field 42
12 Software 43
12.1 General 43
12.2 Requirements 43
12.2.1 General requirements 43
12.2.2 Design and structure of the software 43
12.2.3 Protection of the software and data 43
12.2.4 Documentation 44
12.3 Method of test 44
12.3.1 General 44
12.3.2 Testing the documentation 45
13 Summary of characteristics 45
14 Documentation 45

14.1 Information on the instrument 45
14.2 Certificate 45
14.3 Operation and maintenance manual 46
14.4 Type test report 46
Annex A (normative) Statistical fluctuations 52
Annex B (informative) Usage categories of ambient/directional dose (rate) meters 54
Annex C (informative) Calibration of ambient dose equivalent (rate) meters for environmental monitoring 55
Bibliography 57

Table 1 – Measuring quantities and energy ranges covered by the standard 8
Table 2 – Symbols (and abbreviated terms) 16
Table 3 – Values of c_1 and c_2 for w different dose (rate) values and n indications for each dose (rate) value 46
Table 4 – Reference conditions and standard test conditions 47
Table 5 – Radiation characteristics of directional dose equivalent (rate) meters 48
Table 6 – Radiation characteristics of ambient dose equivalent (rate) meters 49
Table 7 – Electrical, mechanical and environmental characteristics of directional and ambient dose equivalent (rate) meters 50
Table 8 – Maximum values of deviation due to electromagnetic disturbances 50
Table 9 – Mechanical performance under test conditions 51
Table A.1 – Number of instrument readings required to detect true differences (95 % confidence level) between two sets of instrument readings on the same instrument 53
Table B.1 – Usage categories of ambient or directional dose (rate) meters 54

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

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 60846-1 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This edition cancels and replaces the second edition of IEC 60846 published in 2002 of which it constitutes a technical revision. It also replaces IEC 61017-1:1991 and IEC 61017-2:1994 as far as portable equipment is concerned.

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

FDIS	Report on voting
45B/603/FDIS	45B/611/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 can be found, under the general title *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation*, 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 1: Portable workplace and environmental meters and monitors

1 Scope and object

This part of the IEC 60846 series applies to dose equivalent (rate) meters and/or monitors for the measurement of ambient dose equivalent (rate) and/or directional dose equivalent (rate) from external beta, X and gamma radiation, as recommended in ICRU, Report 47.

NOTE 1 If both quantities, ambient dose equivalent and directional dose equivalent are meant, the term dose equivalent may be used as an abbreviation.

This part of IEC 60846 series applies only to portable meters and monitors which are intended to be used in both the workplace and the environment. It applies to devices that measure the dose equivalent or dose equivalent rate from external beta and/or X and gamma radiation in the dose range between 0,01 μSv and 10 Sv and the dose rate range between 0,01 μSv h^{-1} and 10 Sv h^{-1} and in the energy ranges given in the following Table. All the energy values are mean energies with respect to the prevailing dose quantity.

Table 1 – Measuring quantities and energy ranges covered by the standard

Measuring quantity	Energy range for Photon radiation	Energy range for Beta-particle radiation
$H^*(10)$	12 keV to 10 MeV	—
$H'(0,07)$	8 keV to 250 keV	0,07 MeV[a] to 1,2 MeV almost equivalent to E_{max} from 225 keV to 3,54 MeV
[a] For beta-particle radiation, an energy of 0,07 MeV is required to penetrate the dead layer of skin of 0,07 mm (almost equivalent to 0,07 mm of ICRU tissue) nominal depth.		

NOTE 2 Where a dose rate meter or monitor may be attached to a supplementary probe used to monitor contamination, the relevant standard for that probe is IEC 60325.

If national legislation requires the use of different measuring quantities, for example, air kerma or exposure, the standard may be used with the respective adjustments.

In this document, the expression "dose equivalent (rate)" is used when the provisions apply to both the measurement of dose equivalent and the measurement of dose equivalent rate.

NOTE 3 It does not apply to medical radiology which is within the scope of technical committee 62, where the conditions of radiation exposure may be extremely inhomogeneous, but precisely known.

NOTE 4 It does not apply to instruments intended to be worn by an individual for the purpose of estimating the radiation dose received by that individual.

The object of this standard is to specify the design requirements and the performance characteristics of dose equivalent (rate) meters intended for the determination of ambient dose equivalent (rate) and directional dose equivalent (rate) as defined in ICRU Report 47.

Accordingly, this standard specifies:

a) general characteristics, the functions and performance characteristics of dose equivalent (rate) meters;

b) the methods of test to be used to determine compliance with the requirements of this standard.

Some countries may wish to use this type of dose equivalent (rate) meter for measurements in the framework of legal metrology.

2 Normative references

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

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

IEC 60050-394:2007, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 394: Nuclear instrumentation – Instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60068-2-31:2008, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60086-1:2006, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60086-2:2006, *Primary batteries – Part 2: Physical and electrical specifications*

IEC 60359:2001, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
Amendment 1 (1999) [1]

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*
Amendment 1 (1998)
Amendment 2 (2000) [2]

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
Amendment 1 (2007) [3]

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*
Amendment 1 (2000) [4]

---

1 There exists a consolidated edition (2.1) which includes IEC 60529 (1989) and its Amendment 1 (1999).

2 There exists a consolidated edition (1.2) which includes IEC 61000-4-2 (1995), its Amendment 1 (1998) and its Amendment 2 (2000).

3 There exists a consolidated edition (3.1) which includes IEC 61000-4-3 (2006) and its Amendment 1 (2007).

4 There exists a consolidated edition (1.1) which includes IEC 61000-4-8 (1993) and its Amendment 1 (2000).

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61187:1993*, Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

IEC/TR 62461:2006, *Radiation protection instrumentation – Determination of uncertainty in measurement*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

ISO 4037-1:1996, *X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 1: Radiation characteristics and production methods*

ISO 4037-2:1997, *X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV*

ISO 4037-3:1999, *X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 3: Calibration of area and personal dosemeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence*

ISO 4037-4:2004, *X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 4: Calibration of area and personal dosemeters in low energy X reference radiation fields*

ISO 6980-1:2006, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation – Part 1: Methods of production*

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 dosemeters and determination of their response as a function of beta radiation energy and angle of incidence*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 62
1 Domaine d'application et objet 64
2 Références normatives 65
3 Termes et définitions 67
4 Unités et liste de symboles 72
4.1 Unités 72
4.2 Liste de symboles 72
5 Caractéristiques générales des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou de débit) ambiant et directionnel 75
5.1 Affichage 75
5.2 Lecture 75
5.3 Etendue de débit d'équivalent de dose 75
5.4 Etendue de mesure effective 75
5.5 Etendue de mesure minimale 76
5.6 Etendue assignée pour une grandeur d'influence 76
5.7 Etendue minimale d'utilisation pour une grandeur d'influence 76
5.8 Niveaux d'alarme 76
5.9 Affichage complémentaire 77
5.10 Défaut d'affichage 77
5.11 Facilité de décontamination 77
5.12 Informations portées sur les instruments 77
5.13 Algorithme pour évaluer la valeur indiquée 77
5.14 Classification des dosimètres 77
6 Procédures générales d'essais 78
6.1 Instructions pour l'utilisation 78
6.2 Nature des essais 78
6.3 Conditions de référence et conditions normales d'essai 78
6.4 Essais pour les grandeurs d'influence de type F 78
6.5 Essais pour les grandeurs d'influence de type S 78
6.6 Considération sur la non-linéarité 79
6.7 Considération sur un dosimètre ayant plusieurs détecteurs ou signaux 79
6.8 Position de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) pour les essais 79
6.9 Débits d'équivalent de dose faibles 79
6.10 Fluctuations statistiques 79
6.11 Production des rayonnements de référence 80
6.12 Rayonnement de référence photonique 80
6.13 Rayonnement de référence bêta 80
6.14 Détermination de la réponse de l'équivalent de dose (ou du débit) 80
7 Additivité de la valeur indiquée 80
7.1 Exigences 80
7.2 Méthode d'essai 81
7.3 Interprétation des résultats 81
8 Exigences d'aptitude à la fonction et essais 81
8.1 Généralités 81
8.2 Considération sur l'incertitude de la valeur conventionnelle de la grandeur 82

8.3 Fonction modèle 82
8.4 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement photonique et à l'angle d'incidence 82
8.4.1 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$ ou $\dot{H}'(0,07)$ 82
8.4.2 Grandeur à mesurer $H^*(10)$ ou $\dot{H}^*(10)$ 83
8.5 Variation de la réponse due à l'énergie du rayonnement bêta et à l'angle d'incidence 84
8.5.1 Grandeur à mesurer $H'(0,07)$ ou $\dot{H}'(0,07)$ 84
8.5.2 Grandeurs à mesurer $H^*(10)$ ou $\dot{H}^*(10)$ 85
8.6 Réponse au rayonnement neutronique 85
8.6.1 Exigences 85
8.6.2 Méthode d'essai 85
8.7 Linéarité et fluctuations statistiques 86
8.7.1 Généralités 86
8.7.2 Exigences 86
8.7.3 Méthode d'essai 86
8.7.4 Interprétation des résultats 87
8.8 Caractéristiques de surcharge 87
8.8.1 Instruments de mesure d'équivalent de dose 87
8.8.2 Instruments de mesure d'équivalent de débit de dose 88
8.9 Temps de réponse 89
8.9.1 Instruments de mesure d'équivalent de dose 89
8.9.2 Instruments de mesure de débit d'équivalent de dose 89
8.10 Relation entre le temps de réponse et les fluctuations statistiques 90
8.11 Variation de la réponse due à l'influence du débit de dose sur les mesures de dose 90
8.11.1 Généralités 90
8.11.2 Exigences 91
8.11.3 Méthode d'essai utilisant des sources de rayonnement 91
8.11.4 Méthode d'essai utilisant le rayonnement naturel 91
8.11.5 Interprétation des résultats 91
8.12 Réponse aux champs de rayonnement ionisants pulsés 92
8.12.1 Exigences 92
8.12.2 Méthode d'essai 92
8.13 Exigences relatives à la précision de l'alarme des moniteurs d'équivalent de dose (ou du débit) 92
8.13.1 Alarme d'équivalent de dose 92
8.13.2 Alarme de débit d'équivalent de dose 92
9 Caractéristiques électriques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant 93
9.1 Stabilité temporelle de l'indication de zéro 93
9.1.1 Exigences 93
9.1.2 Méthode d'essai 93
9.1.3 Interprétation des résultats 94
9.2 Temps de chauffage 94
9.2.1 Exigences 94
9.2.2 Méthode d'essai 94
9.2.3 Interprétation des résultats 94
9.3 Alimentation électrique 94

9.3.1 Généralités 94
9.3.2 Exigences 94
9.3.3 Méthode d'essai 95
10 Caractéristiques mécaniques des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel et ambiant 96
10.1 Chocs pendant le fonctionnement (effets microphoniques) 96
10.1.1 Généralités 96
10.1.2 Exigences 96
10.1.3 Méthode d'essai et interprétation des résultats 96
10.2 Essai de chute pendant le transport 96
10.2.1 Exigences 96
10.2.2 Méthode d'essai 97
10.2.3 Interprétation des résultats 97
10.3 Orientation de l'instrument de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) (géotropisme) 97
10.3.1 Généralités 97
10.3.2 Exigences 97
10.3.3 Méthode d'essai 97
11 Caractéristiques environnementales, exigences d'aptitude et essais 97
11.1 Généralités 97
11.2 Température ambiante 98
11.2.1 Exigences 98
11.2.2 Méthode d'essai 98
11.2.3 Interprétation des résultats 98
11.3 Humidité relative 98
11.3.1 Exigences 98
11.3.2 Méthode d'essai 98
11.3.3 Interprétation des résultats 98
11.4 Pression atmosphérique 99
11.4.1 Exigences 99
11.4.2 Méthode d'essai 99
11.5 Scellement contre l'humidité 99
11.6 Stockage et transport 99
11.7 Compatibilité électromagnétique 99
11.7.1 Généralités 99
11.7.2 Emission de rayonnements électromagnétiques 100
11.7.3 Décharge électrostatique 100
11.7.4 Champs électromagnétiques rayonnés 100
11.7.5 Perturbations de courant induites par des radiofréquences 101
11.7.6 Champ magnétique 50 Hz/60 Hz 102
12 Logiciel 102
12.1 Généralités 102
12.2 Exigences 102
12.2.1 Exigences générales 102
12.2.2 Conception et structure du logiciel 102
12.2.3 Protection du logiciel et des données 103
12.2.4 Documentation 103
12.3 Méthode d'essai 104
12.3.1 Généralités 104

12.3.2 Vérification de la documentation 104
13 Résumé des caractéristiques 104
14 Documentation 104
14.1 Informations portées sur l'instrument 104
14.2 Certificat 105
14.3 Manuel d'utilisation et de maintenance 105
14.4 Rapport d'essai de type 105
Annexe A (normative) Fluctuations statistiques 111
Annexe B (informative) Catégories d'utilisation des instruments de lecture d'équivalent de dose (ou du débit) ambiant/directionnel 113
Annexe C (informative) Etalonnage des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) pour la surveillance de l'environnement 114
Bibliographie 116

Tableau 1 – Grandeurs de mesure et gammes d'énergie couvertes par la norme 64
Tableau 2 – Symboles (et abréviations) 73
Tableau 3 – Valeurs de c_1 et c_2 pour différentes valeurs de dose (ou de débit) w et pour n indications pour chaque valeur de dose (ou de débit) 105
Tableau 4 – Conditions de référence et conditions normales d'essai 106
Tableau 5 – Caractéristiques des rayonnements pour les instruments de mesures d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel 107
Tableau 6 – Caractéristiques des rayonnements pour les instruments de mesures d'équivalent de dose (ou du débit) ambiant 108
Tableau 7 – Caractéristiques électriques, mécaniques et environnementales des instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) directionnel 109
Tableau 8 – Valeurs maximales des écarts provoqués par les perturbations électromagnétiques 110
Tableau 9 – Aptitudes mécaniques dans les conditions d'essai 110
Tableau A.1 – Nombre de lectures de l'instrument requises pour déterminer de différences réelles (niveau de confiance 95 %) entre deux séries de lectures sur le même instrument 112
Tableau B.1 – Catégories d'utilisation pour les instruments de mesure d'équivalent de dose (ou du débit) ambiant or directionnel 113

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE 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 1: Instruments de mesure et de surveillance portables pour les postes de travail et l'environnement

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 60846-1 a été préparée par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

La présente norme annule et remplace la seconde édition de la CEI 60846 publiée en 2002, dont elle constitue une révision technique. Elle remplace également la CEI 61017-1:1991 et la CEI 61017-2:1994 pour ce qui concerne les instruments portables.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/603/FDIS	45B/611/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/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60846, présentées 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'équivalence de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma,* peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «http://webstore.iec.ch» dans les données relatives à la publication recherchée. 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 1: Instruments de mesure et de surveillance portables pour les postes de travail et l'environnement

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60846 s'applique aux appareils de mesure et/ou de surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit), destinés à la mesure de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) et/ou de l'équivalent de dose directionnel (ou du débit) dû à l'exposition externe aux rayonnements bêta, X et gamma, suivant la recommandation de la ICRU (Commission Internationale d'Unités Radiologiques), Rapport 47.

NOTE 1 Si les deux quantités, équivalent de dose ambiant et équivalent de dose directionnel sont implicites, le terme équivalent de dose peut être utilisé comme abréviation.

La présente partie de la CEI 60846 s'applique uniquement aux instruments de mesure et de surveillance portables destinés à une utilisation des postes de travail et de l'environnement. Elles s'applique aux dispositifs qui mesurent l'équivalent de dose ou le débit d'équivalent de dose des rayonnements externes bêta et/ou X et gamma dans l'étendue de dose entre 0,01 μSv et 10 Sv et l'étendue de débit de dose entre 0,01 μSv h^{-1} et 10 Sv h^{-1} et dans les étendues d'énergie données dans le tableau suivant. Toutes les valeurs d'énergie sont des énergies moyennes en référence à la grandeur de dose dominante.

Tableau 1 – Grandeurs de mesure et gammes d'énergie couvertes par la norme

Grandeur à mesurer	Etendue d'énergie pour le rayonnement photonique	Etendue d'énergie pour le rayonnement bêta
$H^*(10)$	12 keV à 10 MeV	—
$H'(0,07)$	8 keV à 250 keV	0,07 MeV [a] à 1,2 MeV le plus souvent équivalent à E_{max} de 225 keV à 3,54 MeV
[a] Pour le rayonnement bêta, une énergie de 0,07 MeV est requise pour pénétrer la couche morte de peau de 0,07 mm (le plus souvent équivalente à 0,07 mm d'épaisseur nominale (tissu ICRU).		

NOTE 2 Lorsque l'instrument de mesure ou de surveillance de débit de dose peut être relié à une sonde supplémentaire utilisée pour surveiller la contamination, la norme applicable pour cette sonde est la CEI 60325.

Si une règlementation nationale exige l'utilisation de grandeurs de mesure différentes, par exemple le kerma de l'air ou l'exposition, la norme peut être utilisée avec les modifications appropriées.

Dans le présent document, l'expression «équivalent de dose (ou du débit)» est utilisée quand les dispositions s'appliquent tout autant à la mesure de l'équivalent de dose et à la mesure du débit d'équivalent de dose.

NOTE 3 Elle ne s'applique pas à la radiologie médicale qui est du domaine d'application du comité d'études 62, où les conditions d'exposition au rayonnement peuvent être extrêmement inhomogènes, mais précisément connues.

NOTE 4 Elle ne s'applique pas aux instruments destinés à être portés par un individu dans le but d'estimer la dose de rayonnement reçue directement par cet individu.

L'objet de la présente norme est de spécifier les exigences relatives à la conception et aux caractéristiques des performances des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) destinés à la détermination de l'équivalent de dose ambiant (ou du débit) et de l'équivalent de dose directionnel (ou du débit), comme cela est défini dans le Rapport 47 de la ICRU.

En conséquence, la présente norme spécifie:

a) les caractéristiques générales, les fonctions et les caractéristiques des performances des instruments de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit),

b) les méthodes d'essai à utiliser pour déterminer la conformité aux exigences de la présente norme.

Certains pays peuvent souhaiter utiliser ce type d'instrument de mesure de l'équivalent de dose (ou du débit) pour des mesures entrant dans le cadre de la métrologie légale.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. 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).

CEI 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050-393:2003, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 393: Instrumentation nucléaire – Phénomènes physiques et notions fondamentales*

CEI 60050-394:2007, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 394: Instrumentation nucléaire – Instruments, systèmes, équipements et détecteurs*

CEI 60068-2-31:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

CEI 60086-1:2006, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*

CEI 60086-2:2006, *Piles électriques – Partie 2: Spécifications physiques et électriques*

CEI 60359:2001, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
Amendement 1 (1999)[1]

CEI 61000-4-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*
Amendement 1 (1998)
Amendement 2 (2000)[2]

CEI 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure –Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences*

---

1 Il existe une édition consolidée (2.1) qui comprend la CEI 60529 (1989) et son Amendement 1 (1999).

2 Il existe une édition consolidée (1.2) qui comprend la CEI 61000-4-2 (1995), son Amendement 1 (1998) et son Amendement 2 (2000).

radioélectriques
Amendement 1 (2007)[3]

CEI 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 61000-4-8:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*
Amendement 1 (2000)[4]

CEI 61000-6-2:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

CEI 61187:1993, *Equipements de mesures électriques et électroniques – Documentation*

CEI/TR 62461:2006, *Instrumentation pour la radioprotection – Détermination de l'incertitude de mesure*

Guide ISO/CEI 98-3:2008, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM: 1995)*

Guide ISO/CEI 99:2007, *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

ISO 4037-1:1996, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 1: Caractéristiques des rayonnements et méthodes de production*

ISO 4037-2:1997, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 2: Dosimétrie pour la radioprotection dans les gammes d'énergie de 8 keV à 1,3 MeV et de 4 MeV à 9 MeV*

ISO 4037-3:1999, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 3: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et mesurage de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence*

ISO 4037-4:2004, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 4: Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels dans des champs de référence X de faible énergie*

ISO 6980-1:2006, *Energie nucléaire – Rayonnement bêta de référence – Partie 1: Méthodes de production*

ISO 6980-2:2004, *Energie nucléaire – Rayonnement bêta de référence – Partie 2: Concepts d'étalonnage en relation avec les grandeurs fondamentales caractérisant le champ du rayonnement*

ISO 6980-3:2006, *Energie nucléaire – Rayonnement bêta de référence – Partie 3: Etalonnage des dosimètres individuels et des dosimètres de zone et détermination de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence du rayonnement bêta*

---

3 Il existe une édition consolidée (3.1) qui comprend la CEI 61000-4-3 (2006) et son Amendement 1 (2007).

4 Il existe une édition consolidée (1.1) qui comprend la CEI 61000-4-8 (1993) et son Amendement 1 (2000).