

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61066**

Deuxième édition  
Second edition  
2006-06

---

---

**Systèmes de dosimétrie par thermo-  
luminescence pour la surveillance  
individuelle et de l'environnement**

**Thermoluminescence dosimetry systems  
for personal and environmental monitoring**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61066:2006

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions consolidées

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

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

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

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

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

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications ([www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

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

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61066**

Deuxième édition  
Second edition  
2006-06

---

---

**Systèmes de dosimétrie par thermo-  
luminescence pour la surveillance  
individuelle et de l'environnement**

**Thermoluminescence dosimetry systems  
for personal and environmental monitoring**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XB**

*For price, see current catalogue*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	8
INTRODUCTION.....	12
1 Domaine d'application et objet.....	14
2 Références normatives.....	16
3 Termes et définitions.....	20
4 Unités et symboles.....	36
5 Procédures générales d'essai.....	40
5.1 Procédures d'essai de base.....	40
5.2 Procédure d'essai applicables à tout essai.....	44
6 Exigences de performances: résumé.....	46
7 Aptitude d'un système dosimétrique.....	58
7.1 Généralités.....	58
7.2 Domaine de mesure et type de rayonnement.....	58
7.3 Domaine de variation assigné des grandeurs d'influence.....	58
7.4 Temps de mesure maximal assigné $t_{max}$ .....	58
7.5 Réutilisation.....	58
7.6 Fonction modèle.....	58
7.7 Exemple de caractérisation d'un système dosimétrique.....	60
8 Exigences de conception du système dosimétrique.....	60
8.1 Généralités.....	60
8.2 Indication de la valeur de la dose (système dosimétrique).....	62
8.3 Attribution de la valeur de dose au dosimètre (système dosimétrique).....	62
8.4 Informations données sur l'instrumentation (lecteur et dosimètre).....	62
8.5 Contamination radioactive et décontamination (dosimètre).....	62
8.6 Algorithme pour calculer la valeur indiquée (système dosimétrique).....	62
8.7 Utilisation des dosimètres en champ mixte de rayonnement (système dosimétrique).....	64
9 Exigences de performances et essais sous rayonnement (système dosimétrique).....	64
9.1 Généralités.....	64
9.2 Coefficient de variation.....	64
9.3 Réponse non linéaire.....	64
9.4 Caractéristiques de surexposition, rémanence et réutilisation.....	68
9.5 Energie du rayonnement et angle d'incidence pour les dosimètres mesurant $H_p(10)$ ou $H^*(10)$ .....	70
9.6 Energie du rayonnement et angle d'incidence pour les dosimètres mesurant $H_p(0,07)$ .....	74
9.7 Rayonnement incident sur le coté du dosimètre $H_p(10)$ ou $H_p(0,07)$ .....	80
10 Additivité de la valeur indiquée (système dosimétrique).....	80
10.1 Exigences.....	80
10.2 Méthode d'essai.....	82
10.3 Interprétation des résultats.....	84

## CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	13
1 Scope and object.....	15
2 Normative references .....	17
3 Terms and definitions .....	21
4 Units and symbols .....	37
5 General test procedures .....	41
5.1 Basic test procedures .....	41
5.2 Test procedures to be considered for every test .....	45
6 Performance requirements: summary .....	47
7 Capability of a dosimetry system .....	59
7.1 General .....	59
7.2 Measuring range and type of radiation.....	59
7.3 Rated ranges of the influence quantities.....	59
7.4 Maximum rated measurement time $t_{\max}$ .....	59
7.5 Reusability .....	59
7.6 Model function.....	59
7.7 Example for the characterization of a dosimetry system .....	61
8 Requirements in respect of the design of the dosimetry system.....	61
8.1 General.....	61
8.2 Indication of the dose value (dosimetry system) .....	63
8.3 Assignment of the dose value to the dosimeter (dosimetry system) .....	63
8.4 Information given on the instruments (reader and dosimeter) .....	63
8.5 Retention and removal of radioactive contamination (dosimeter) .....	63
8.6 Algorithm to evaluate the indicated value (dosimetry system).....	63
8.7 Use of dosimeters in mixed radiation fields (dosimetry system) .....	65
9 Radiation performance requirements and tests (dosimetry system).....	65
9.1 General.....	65
9.2 Coefficient of variation.....	65
9.3 Non-linear response .....	65
9.4 Overload characteristics, after-effects, and reusability.....	69
9.5 Radiation energy and angle of incidence for $H_p(10)$ or $H^*(10)$ dosimeters .....	71
9.6 Radiation energy and angle of incidence for $H_p(0,07)$ dosimeters .....	75
9.7 Radiation incidence from the side of an $H_p(10)$ or $H_p(0,07)$ dosimeter .....	81
10 Additivity of the indicated value (dosimetry system).....	81
10.1 Requirements .....	81
10.2 Method of test .....	83
10.3 Interpretation of the results .....	85

11	Exigences de performances et essais d'environnement .....	84
11.1	Généralités.....	84
11.2	Température ambiante et humidité relative (dosimètre) .....	86
11.3	Exposition à la lumière (dosimètre).....	86
11.4	Acquisition de la dose, effacement progressif avec le temps, auto-irradiation et réponse au rayonnement naturel (dosimètre).....	88
11.5	Étanchéité (du dosimètre) .....	92
11.6	Stabilité du lecteur (lecteur) .....	92
11.7	Température ambiante (lecteur) .....	92
11.8	Exposition à la lumière (lecteur) .....	94
11.9	Alimentation primaire (lecteur).....	96
11.10	Interprétation générale des résultats .....	98
12	Performances électromagnétiques, exigences et essais (système dosimétrique) .....	98
12.1	Généralités.....	98
12.2	Exigences .....	98
12.3	Méthode d'essai .....	100
12.4	Interprétation des résultats.....	100
13	Exigences de performances mécaniques et essais .....	100
13.1	Généralités.....	100
13.2	Chute (dosimètre) .....	102
13.3	Vibration (dosimètre et lecteur de poids inférieur à 15 kg) .....	104
13.4	Interprétation générale des résultats .....	104
14	Logiciels, données et interfaces du système dosimétrique .....	104
14.1	Généralités.....	104
14.2	Exigences .....	106
14.3	Méthode d'essai .....	110
15	Manuel d'instructions.....	114
15.1	Généralités.....	114
15.2	Spécification des données techniques .....	114
16	Documentation .....	116
16.1	Rapport d'essai de type.....	116
16.2	Certificat publié par le laboratoire réalisant les essais de type.....	116
	Annexe A (normative) Limites de confiance .....	120
	Annexe B (informative) Relation causale entre les signaux lus, la valeur indiquée et la valeur du mesurande.....	126
	Annexe C (informative) Vue d'ensemble des actions nécessaires pour réaliser un essai de type selon la présente norme .....	130
	Figure A.1 – Essai pour les intervalles de confiance .....	120
	Figure B.1 – Evaluation des données dans un système dosimétrique.....	126
	Tableau 1 – Symboles et abréviations.....	38
	Tableau 2 – Conditions de référence et conditions normales d'essai.....	42
	Tableau 3 – Exigences de performances des dosimètres mesurant $H_p(10)$ .....	48
	Tableau 4 – Exigences de performances pour les dosimètres mesurant $H_p(0,07)$ .....	50
	Tableau 5 – Exigences de performances des dosimètres mesurant $H^*(10)$ .....	52

11	Environmental performance requirements and tests .....	85
11.1	General .....	85
11.2	Ambient temperature and relative humidity (dosemeter) .....	87
11.3	Light exposure (dosemeter) .....	87
11.4	Dose build up, fading, self-irradiation and response to natural radiation (dosemeter) .....	89
11.5	Sealing (dosemeter) .....	93
11.6	Reader stability (reader) .....	93
11.7	Ambient temperature (reader) .....	93
11.8	Light exposure (reader) .....	95
11.9	Primary power supply (reader) .....	97
11.10	General interpretation of the results .....	99
12	Electromagnetic performance requirements and tests (dosimetry system) .....	99
12.1	General .....	99
12.2	Requirements .....	99
12.3	Method of test .....	101
12.4	Interpretation of the results .....	101
13	Mechanical performance requirements and tests .....	101
13.1	General .....	101
13.2	Drop (dosemeter) .....	103
13.3	Vibration (dosemeter and reader with weight less than 15 kg) .....	105
13.4	General interpretation of the results .....	105
14	Software, data and interfaces of the dosimetry system .....	105
14.1	General .....	105
14.2	Requirements .....	107
14.3	Method of test .....	111
15	Instruction manual .....	115
15.1	General .....	115
15.2	Specification of the technical data .....	115
16	Documentation .....	117
16.1	Type test report .....	117
16.2	Certificate issued by the laboratory performing the type test .....	117
	Annex A (normative) Confidence limits .....	121
	Annex B (informative) Causal connection between readout signals, indicated value and value of the measurand .....	127
	Annex C (informative) Overview of the necessary actions that have to be performed for a type test according to this standard .....	131
	Figure A.1 – Test for confidence intervals .....	121
	Figure B.1 – Data evaluation in dosimetry systems .....	127
	Table 1 – Symbols and abbreviated terms .....	39
	Table 2 – Reference conditions and standard test conditions .....	43
	Table 3 – Performance requirements for $H_p(10)$ dosimeters .....	49
	Table 4 – Performance requirements for $H_p(0,07)$ dosimeters .....	51
	Table 5 – Performance requirements for $H^*(10)$ dosimeters .....	53

Tableau 6 – Exigences de performances à l’environnement pour les dosimètres et les lecteurs.....	54
Tableau 7 – Exigences de performances pour les perturbations électromagnétiques pour les lecteurs selon l’Article 12 .....	56
Tableau 8 – Performances mécaniques, exigences pour les dosimètres et les lecteurs.....	56
Tableau A.1 – Coefficient de Student pour un intervalle de confiance de 95 % .....	122
Tableau C.1 – Programme d’essai de type d’un dosimètre pour la mesure de $H_p(10)$ répondant aux exigences dans le domaine minimal de variation assigné.....	130

Table 6 – Environmental performance requirements for dosimeters and readers .....	55
Table 7 – Electromagnetic disturbance performance requirements for readers according to Clause 12 .....	57
Table 8 – Mechanical disturbances performance requirements for dosimeters and readers .....	57
Table A.1 – Student's <i>t</i> -value for a double sided 95 % confidence interval .....	123
Table C.1 – Schedule for a type test of a dosimeter for $H_p(10)$ fulfilling the requirements within the minimal rated ranges .....	131

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### SYSTÈMES DE DOSIMÉTRIE PAR THERMOLUMINESCENCE POUR LA SURVEILLANCE INDIVIDUELLE ET DE 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 61066 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette deuxième édition de la CEI 61066 annule et remplace la première édition publiée en 1991 et constitue une révision technique. Les modifications majeures par rapport à l'édition précédente consistent à

- spécifier l'utilisation des grandeurs opérationnelles en accord avec l'ICRU 51;
- harmoniser la norme avec les normes ISO applicables aux rayonnements de référence et à l'étalonnage: l'ISO 4037 pour les rayonnements photoniques, l'ISO 6980 pour les rayonnements bêta et l'ISO 8529 pour les rayonnements neutroniques. Pour cette raison, cette norme ne donne aucun facteur de conversion du kerma (ou dose absorbée ou fluence) dans l'air dans les grandeurs opérationnelles. Ceux qui sont donnés dans les normes ISO doivent être appliqués;

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**THERMOLUMINESCENCE DOSIMETRY SYSTEMS  
FOR PERSONAL AND ENVIRONMENTAL MONITORING**

## 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 61066 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition of IEC 61066 cancels and replaces the first edition published in 1991 and constitutes a technical revision. The main changes with respect to the previous edition are to

- specify the use of operational quantities according to ICRU 51;
- harmonize with relevant ISO standards on reference radiation and calibration: ISO 4037 for photon radiation, ISO 6980 for beta radiation and ISO 8529 for neutron radiation. For this reason, no conversion coefficients from air kerma (or absorbed dose or fluence) to the operational quantities are given in this standard. The ones given in the ISO-standards are to be applied;

- introduire les termes fondamentaux du concept qu'un résultat de mesure consiste essentiellement en une valeur et une incertitude associée, comme exprimé dans la CEI 60050-300, Partie 311, et la CEI 60359 et renvoyer le lecteur à un rapport technique CEI pour une analyse complète de l'incertitude des mesures de radioprotection;
- aligner les exigences de la CEI relatives aux incertitudes des systèmes de dosimétrie pour la mesure des équivalents de dose sur les individus avec les exigences établies dans la publication 75 de la CIRP: Principes généraux pour la radioprotection des travailleurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/495/FDIS	45B/505/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.

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.

- incorporate basic terms of the concept that a measurement essentially consists of a value and an associated uncertainty, as expounded in the introductions of IEC 60050-300, Part 311, and IEC 60359 and refer the reader to an IEC technical report for complete uncertainty analysis in radiation protection measurements;
- align IEC uncertainty requirements on dosimetry systems for measuring personal dose equivalents with those stated in ICRP Publication 75: General Principles for the Radiation Protection of Workers.

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

FDIS	Report on voting
45B/495/FDIS	45B/505/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.

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.

## INTRODUCTION

Un système de dosimétrie par thermoluminescence (TLD) peut comporter les éléments suivants:

- a) un élément passif, nommé ici dosimètre, qui comporte des moyens d'identification et contient un ou plusieurs détecteurs de rayonnement;
- b) un lecteur qui comprend le chauffage du ou des détecteurs après exposition au rayonnement ionisant et qui mesure la quantité de lumière émise par chauffage pour déterminer la dose de rayonnement;
- c) un ordinateur comportant le logiciel adéquat pour contrôler le lecteur, enregistrer les données fournies par le lecteur, calculer, afficher et stocker les doses évaluées sous forme de fichier électronique ou de copie papier;
- d) un équipement supplémentaire et un document décrivant les procédures associées (manuel d'instructions) pour réaliser des opérations telles que supprimer l'information de dose enregistrée, la remise à zéro des dosimètres, ou les moyens ou procédures nécessaires pour vérifier l'ensemble du système.

## INTRODUCTION

A thermoluminescence dosimetry (TLD) system may consist of the following elements:

- a) a passive device, referred to here as a dosimeter, that incorporates some means of identification and contains one or more radiation detectors;
- b) a reader which is used for heating the detector or detectors after exposure to ionising radiation and for measuring how much light is emitted on heating, in order to determine the radiation dose;
- c) a computer with appropriate software to control the reader, store the data transmitted from the reader, calculate, display and store the evaluated dose in the form of an electronic file or paper copy;
- d) additional equipment and documented procedures (instruction manual) for performing associated processes such as deleting stored dose information, cleaning dosimeters, or those needed to ensure the effectiveness of the whole system.

## SYSTÈMES DE DOSIMÉTRIE PAR THERMOLUMINESCENCE POUR LA SURVEILLANCE INDIVIDUELLE ET DE L'ENVIRONNEMENT

### 1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux systèmes de dosimétrie par thermoluminescence (TLD) utilisés pour mesurer l'équivalent de dose individuel  $H_p(10)$  ou  $H_p(0,07)$  ou l'équivalent de dose ambiant  $H^*(10)$  pour les expositions externes aux rayonnements photon ou bêta dans le domaine de dose de 0,01 mSv à 10 Sv. La table ci-dessous spécifie différents domaines d'énergie selon les différentes grandeurs opérationnelles et les types de rayonnement. Toutes les valeurs d'énergie données sont des valeurs moyennes par rapport à la grandeur considérée.

	Rayonnement photon	Rayonnement bêta
$H_p(10); H^*(10)$	12 keV à 7 MeV	---
$H_p(0,07)$	8 keV à 250 keV	0,07 MeV <sup>a</sup> à 1,2 MeV presque équivalent à $E_{max}$ de 225 keV à 3,54 MeV
<sup>a</sup> Pour le rayonnement bêta, une énergie de 0,07 MeV est nécessaire pour traverser la couche cornée de la peau de 0,07 mm d'épaisseur nominale (presque équivalent à 0,07 mm de tissu de l'ICRU).		

NOTE 1 Dans la présente norme, «dose» signifie équivalent de dose individuel ou ambiant, sauf précision contraire.

NOTE 2 Pour  $H_p(10)$  et  $H^*(10)$ , aucun rayonnement bêta n'est considéré car il n'y a pas de coefficient de conversion dans l'ICRU 56, l'ICRU 57 et dans l'ISO 6980.

La présente norme s'applique aux systèmes de dosimétrie par thermoluminescence (TLD) qui sont aptes à évaluer des doses à partir de lectures dans l'unité requise (Sv). La seule correction qui peut être appliquée est celle qui résulte du bruit de fond dû au rayonnement naturel en utilisant des dosimètres supplémentaires.

NOTE 3 La correction due au bruit de fond peut être faite avant ou après le calcul de la dose.

Dans la présente norme, les exigences sont établies, au minimum, pour des domaines fixes de valeurs, par exemple de 80 keV à 1,25 MeV pour l'énergie photonique (voir Tableaux 3 à 5). Un système de dosimétrie doit répondre aux exigences établies pour ces domaines minimaux. Cependant, le fabricant peut établir des domaines plus larges pour les différentes valeurs, par exemple 60 keV à 7 MeV. Ces domaines plus larges sont appelés domaines assignés. Dans de tels cas, il faut que les systèmes de dosimétrie répondent aux exigences établies pour ces domaines assignés. Ainsi, des systèmes de dosimétrie peuvent être classés en fonction d'un ensemble de domaines (pour les doses, les énergies, la température, etc.) dans lesquelles les exigences établies par cette norme sont tenues.

Pour les systèmes dosimétriques décrits ci-dessus, la présente norme spécifie les caractéristiques générales, les procédures générales d'essai et les exigences de performances, les caractéristiques de rayonnement de même que les caractéristiques environnementales, électriques, mécaniques, des logiciels et de sécurité.

L'étalonnage absolu du système de dosimétrie n'est pas vérifié en tant qu'essai de type selon la présente norme, puisque seules des propriétés du système présentent un intérêt. L'étalonnage absolu est vérifié pendant les essais individuels de série.

La présente norme ne comporte pas d'exigences concernant les dosimètres neutroniques. Elle ne concerne pas non plus l'utilisation des données résultantes.

## THERMOLUMINESCENCE DOSIMETRY SYSTEMS FOR PERSONAL AND ENVIRONMENTAL MONITORING

### 1 Scope and object

This International Standard applies to thermoluminescence dosimetry (TLD) systems that are used for measuring the personal dose equivalents  $H_p(10)$  or  $H_p(0,07)$  or the ambient dose equivalent  $H^*(10)$  for external photon or beta radiation within the dose range from 0,01 mSv to 10 Sv. Different energy ranges are specified for different operational quantities and radiation types, as evident in the following Table. All the energy values given are mean energies with respect to the prevailing dose quantity.

	Photon radiation	Beta radiation
$H_p(10); H^*(10)$	12 keV to 7 MeV	---
$H_p(0,07)$	8 keV to 250 keV	0,07 MeV <sup>a</sup> to 1,2 MeV almost equivalent to $E_{max}$ from 225 keV to 3,54 MeV
<sup>a</sup> For beta 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 1 In this standard, "dose" means personal or ambient dose equivalent, unless otherwise stated.

NOTE 2 For  $H_p(10)$  and  $H^*(10)$  no beta radiation is considered as no conversion coefficients are available, neither in ICRU 56, ICRU 57 nor in ISO 6980.

This standard is intended to be applied to thermoluminescence dosimetry (TLD) systems that are capable of evaluating doses from readings in the required unit (Sv). The only correction that may be applied is the one resulting from natural background radiation using extra dosimeters.

NOTE 3 The correction due to natural background may be made before or after the dose calculation.

In this standard, requirements are stated, as a minimum, for fixed ranges of influence quantities, for example 80 keV to 1,25 MeV for photon energy (see Tables 3 to 5). A dosimetry system shall fulfil the requirements stated for these minimal ranges. However, the manufacturer may state larger ranges for the different influence quantities, for example 60 keV to 7 MeV. These larger ranges are called rated ranges. In such cases, the dosimetry systems must fulfil the requirements stated for these rated ranges. Thus, dosimetry systems can be classified by stating a set of ranges (for dose, energy, temperature, etc.) within which the requirements stated in this standard are met.

For the dosimetry systems described above, this standard specifies general characteristics, general test procedures and performance requirements, radiation characteristics as well as environmental, electrical, mechanical, software and safety characteristics.

The absolute calibration of the dosimetry system is not checked during a type test according to this standard as only system properties are of interest. The absolute calibration is checked during a routine test.

This standard does not incorporate requirements for neutron dosimeters nor does it cover the handling of the resulting data.

## 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 60050-300:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques – Partie 311: Termes généraux concernant les mesures – Partie 312: Termes généraux concernant les mesures électriques – Partie 313: Types d'appareils électriques de mesure – Partie 314: Termes spécifiques selon le type d'appareil*

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

CEI 60050-394:1995, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 394: Instrumentation nucléaire: Instruments*  
Amendement 1 (1996)  
Amendement 2 (2000)

CEI 60068-2-32, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essai Ed: Chute libre*

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

CEI 60904-3, *Dispositifs photovoltaïques – Troisième partie: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence*

CEI 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

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

CEI 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6, *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, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

CEI 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

## 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 60050-300:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument*

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

IEC 60050-394:1995, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 394: Nuclear instrumentation: Instruments*

Amendment 1 (1996)

Amendment 2 (2000)

IEC 60068-2-32, *Environmental testing. Part 2: Tests; Test Ed: Free fall*

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

IEC 60904-3, *Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test. Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test. Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test. Basic EMC Publication*

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

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test. Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests. Basic EMC Publication*

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

ISO, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM), Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse (1995)*

ISO 4037-1, *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, *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, *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: Étalonnage 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: *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, *Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta (disponible en anglais seulement)*

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

ISO 8529-1, *Rayonnements neutroniques de référence – Partie 1: Caractéristiques et méthodes de production*

ISO 8529-2, *Rayonnements neutroniques de référence – Partie 2: Concepts d'étalonnage des dispositifs de radioprotection en relation avec les grandeurs fondamentales caractérisant le champ de rayonnement*

ISO 8529-3, *Rayonnements neutroniques de référence – Partie 3: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et détermination de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence des neutrons*

ISO 12794:2000, *Energie nucléaire – Radioprotection – Dosimètres individuels thermo-luminescents pour yeux et extrémités*

ICRU Report 39, *Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources*

ICRU Report 51, *Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry*

ICRU Report 56, *Dosimetry of External Beta Rays for Radiation Protection*

ICRU Report 57, *Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation*

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

ISO, *Guide to the Expression of Uncertainty in measurement (GUM)*. International Organization for Standardization, Geneva Switzerland (1995)

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

ISO 4037-2, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose-rate 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, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose-rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence*

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

ISO 6980, *Reference beta radiations for calibrating dosimeters and dose-rate meters and for determining their response as a function of beta radiation energy*

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

ISO 8529-1, *Reference neutron radiations – Part 1: Characteristics and methods of production*

ISO 8529-2, *Reference neutron radiations – Part 2: Calibration fundamentals of radiation protection devices related to the basic quantities characterizing the radiation field*

ISO 8529-3, *Reference neutron radiations – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of response as a function of energy and angle of incidence*

ISO 12794:2000, *Nuclear energy – Radiation protection – Individual thermoluminescence dosimeters for extremities and eyes*

ICRU Report 39, *Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources*

ICRU Report 51, *Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry*

ICRU Report 56, *Dosimetry of External Beta Rays for Radiation Protection*

ICRU Report 57, *Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

Pour les définitions relatives aux TLDs, celles qui sont données dans la première édition (CEI 61066:1991) et celles données dans l'ISO 12794 ont été utilisées. Les modifications sont indiquées.

Les définitions générales relatives aux mesures sont celles de la CEI 60050-311, de la CEI 60050-393 et de la CEI 60050-394. Un très petit nombre de définitions sont issues de l'ISO 4037-3 et du Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM).

Les références sont données entre crochets [ ]. L'information qui suit les crochets est spécifique à la présente norme et ne correspond pas à la référence donnée.

Un mot entre parenthèses ( ) dans le titre d'une définition est un qualificatif qui peut être supprimé s'il n'y a pas de risque de confusion avec un terme similaire.

#### 3.1 équivalent de dose ambiant

$H^*(d)$

en un point d'un champ de rayonnement, l'équivalent de dose qui serait produit par le champ aligné et étendu correspondant, dans la sphère ICRU à une profondeur,  $d$ , sur le rayon opposé à la direction du champ aligné

[ICRU 51]

NOTE 1 La profondeur recommandée,  $d$ , pour la surveillance dosimétrique en termes de  $H^*(d)$  est 10 mm, et  $H^*(d)$  s'écrit alors  $H^*(10)$ . [VEI 393-14-95]

NOTE 2 Voir l'ICRU 39.

#### 3.2 mise à zéro

traitement thermique contrôlé d'un détecteur TL ou dosimètre pendant ou après la lecture

[ISO 12794, 3.10, modifié]

#### 3.3 coefficient d'étalonnage (de référence)

$N_0$

quotient de la valeur conventionnellement vraie d'une grandeur  $C_{r,0}$  à la valeur indiquée  $E_{r,0}$ , au point d'essai pour un rayonnement de référence, dans les conditions de référence

Il s'exprime par

$$N_0 = \frac{C_{r,0}}{E_{r,0}}$$

NOTE 1 L'inverse du coefficient d'étalonnage est égal à la réponse dans les conditions de référence. Par opposition au coefficient d'étalonnage, qui se réfère uniquement aux conditions de référence, la réponse se réfère à des conditions quelconques existantes au moment de la mesure.

[ISO 4037, 3.2.12, modifié]

NOTE 2 Cette définition est particulièrement importante pour les dosimètres ayant une réponse non linéaire.

NOTE 3 La valeur de référence  $C_{r,0}$  est donnée dans le Tableau 2.

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

For definitions related to TLDs, the ones given in the first edition of this standard (IEC 61066: 1991), and the ones given in ISO 12794 were used. Modifications are indicated.

For definitions related to measurements in general, definitions were taken from IEC 60050-311, from IEC 60050-393 and from IEC 60050-394. A very limited number of definitions was taken from ISO 4037-3 and the Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM).

The references are given in brackets[ ]. The information following the brackets is specific to this standard and does not originate from the given source.

A word between parentheses ( ) in the title of a definition is a qualifier that may be skipped if there is no danger of confusion with a similar term.

The terms are listed in alphabetical order.

#### 3.1 ambient dose equivalent

$H^*(d)$

at a point in a radiation field, is the dose equivalent that would be produced by the corresponding expanded and aligned field, in the ICRU sphere at a depth,  $d$ , on the radius opposing the direction of the aligned field

[ICRU 51]

NOTE 1 The recommended depth,  $d$ , for environmental monitoring in terms of  $H^*(d)$  is 10 mm, and  $H^*(d)$  may be written as  $H^*(10)$ . [IEV 393-14-95]

NOTE 2 See ICRU 39.

#### 3.2 annealing

controlled thermal treatment of a TL detector or dosimeter before, during or after readout and/or before use

[ISO 12794, 3.10, modified]

#### 3.3 (reference) calibration factor

$N_0$

quotient of the conventional true value of a quantity  $C_{r,0}$  and the indicated value  $E_{r,0}$  at the point of test for a reference radiation under reference conditions

It is expressed as

$$N_0 = \frac{C_{r,0}}{E_{r,0}}$$

NOTE 1 The reciprocal of the calibration factor is equal to the response under reference conditions. In contrast to the calibration factor, which refers to the reference conditions only, the response refers to any conditions prevailing at the time of measurement.

[ISO 4037-3, 3.2.12, modified]

NOTE 2 This definition is of special importance for dosimeters having a non-linear response.

NOTE 3 The reference value  $C_{r,0}$  is given in Table 2.

**3.4**  
**coefficient de variation**

*v*

rapport de l'écart type *s* à la moyenne arithmétique  $\bar{E}$  pour une série de *n* mesures  $E_j$  (valeur indiquée) donné par la formule suivante:

$$v = \frac{s}{\bar{E}} = \frac{1}{\bar{E}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (E_j - \bar{E})^2}$$

[VEI 394-20-14, modifié]

**3.5**  
**valeur conventionnellement vraie (d'une grandeur)**

*C*

valeur attribuée à une grandeur particulière et reconnue, parfois par convention, comme la représentant avec une incertitude appropriée pour un usage donné

NOTE La «valeur conventionnellement vraie» est quelquefois appelée «valeur assignée», «meilleure estimation de la valeur», «valeur convenue» ou «valeur de référence».

[VEI 311-01-06; GUM B.2.4]

**3.6**  
**correction de non-linéarité de la réponse**

$r_n$

quotient de la réponse  $R_n$  dans des conditions où seule la valeur de l'équivalent de dose varie, à la réponse de référence  $R_0$

Il s'exprime par:

$$r_n = \frac{R_n}{R_0}$$

NOTE Pour un système dosimétrique dont la réponse est linéaire,  $r_n$  est égal à l'unité.

**3.7**  
**facteur d'élargissement**

*k*

facteur numérique utilisé comme multiplicateur de l'incertitude-type composée pour obtenir l'incertitude élargie

NOTE 1 Un facteur d'élargissement est typiquement entre 2 et 3.

[GUM 2.3.6]

NOTE 2 De l'utilisation d'un facteur d'élargissement entre 2 et 23 résulte une incertitude élargie qui définit un intervalle autour du résultat de mesure qui contient approximativement 95 % de la distribution des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer au mesurande.

**3.8**  
**écart**

*D*

différence entre les valeurs indiquées pour la même valeur du mesurande d'un système de dosimétrie, lorsqu'une grandeur prend successivement deux valeurs différentes

[VEI 311-07-03, modifié]

$$D = E - E_r$$

où

*E* est la valeur indiquée sous l'effet d'une grandeur d'influence de type S, et

$E_r$  est la valeur indiquée dans les conditions de référence.

### 3.4 coefficient of variation

*v*

ratio of the standard deviation  $s$  to the arithmetic mean  $\bar{E}$  of a set of  $n$  measurements  $E_j$  (indicated value) given by the following formula:

$$v = \frac{s}{\bar{E}} = \frac{1}{\bar{E}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (E_j - \bar{E})^2}$$

[IEV 394-20-14, modified]

### 3.5 conventional true value (of a quantity)

*C*

value attributed to a particular quantity and accepted, sometimes by convention, as having an uncertainty appropriate for a given purpose

NOTE The "conventional true value" is sometimes called "assigned value", "best estimate of the value", "conventional value" or "reference value".

[IEV 311-01-06; GUM B.2.4]

### 3.6 correction for non-linear response

$r_n$

quotient of the response  $R_n$  under conditions where only the value of the dose equivalent is varied, and the reference response  $R_0$

It is expressed as

$$r_n = \frac{R_n}{R_0}$$

NOTE For a dosimetry system with linear response,  $r_n$  is equal to unity.

### 3.7 coverage factor

*k*

numerical factor used as a multiplier of the combined standard uncertainty in order to obtain an expanded uncertainty

NOTE 1 A coverage factor  $k$  is typically in the range 2 to 3.

[GUM 2.3.6]

NOTE 2 Using a coverage factor between 2 and 3 results in an expanded uncertainty that defines an interval about the result of a measurement that contains approximately 95 % of the distribution of values that could reasonably be attributed to the measurand.

### 3.8 deviation

*D*

difference between the indicated values for the same value of the measurand of a dosimetry system, when an influence quantity assumes, successively, two different values

[IEV 311-07-03, modified]

$$D = E - E_r$$

where

$E$  is the indicated value under the effect of an influence quantity of type S, and

$E_r$  is the indicated value under reference conditions.

NOTE 1 Le terme original du VEI 311-07-03 est «variation due à une grandeur d'influence». Afin de ne pas confondre écart (de la valeur indiquée) et variation de la réponse, dans la présente norme ce terme est appelé «variation».

NOTE 2 La variation peut être positive ou négative selon qu'elle résulte respectivement d'une augmentation ou d'une diminution de la valeur indiquée.

### 3.9 incertitude élargie

*U*

grandeur définissant un intervalle, autour du résultat d'un mesurage, dont on puisse s'attendre à ce qu'il comprenne une fraction élevée de la distribution des valeurs qui pourraient être attribuées raisonnablement au mesurande

[GUM 2.3.5]

NOTE 1 L'incertitude élargie est obtenue en multipliant l'incertitude type composée par un facteur d'élargissement.

NOTE 2 Dans la présente norme, le niveau de confiance est 95 %.

### 3.10 valeur indiquée

*E*

valeur du mesurande donnée directement par un appareil de mesure sur la base de sa courbe d'étalonnage

[VEI 311-01-08]

NOTE 1 Dans la présente norme, la valeur indiquée est celle donnée en unités d'équivalent de dose (Sv) par le système de dosimétrie comme résultat final de l'algorithme d'évaluation (par exemple l'affichage du logiciel, l'impression), voir 8.2.

NOTE 2 La valeur indiquée est équivalente à la valeur évaluée de la première édition de la présente norme (voir CEI 61066:1991, Annexe B et ISO 12794, Annexe D).

NOTE 3 Pour plus de détails, voir l'Annexe B de la présente norme.

### 3.11 grandeur d'influence

grandeur qui n'est pas le mesurande mais qui a un effet sur le résultat du mesurage

NOTE 1 Par exemple, température d'un micromètre lors de la mesure d'une longueur.

[VEI 394-20-27; GUM B.2.10]

NOTE 2 Si l'effet d'une grandeur d'influence sur le résultat d'une mesure dépend d'une autre grandeur d'influence, ces deux grandeurs d'influence sont traitées comme une unique grandeur d'influence. C'est le cas, dans la présente norme, de deux couples de grandeurs d'influence:

- a) énergie du rayonnement et angle d'incidence;
- b) température ambiante et humidité relative.

### 3.12 grandeur d'influence de type S

grandeur d'influence dont l'effet sur la valeur indiquée est une variation indépendante de la valeur indiquée

NOTE 1 La perturbation électromagnétique en est un exemple.

NOTE 2 Toute exigence sur une grandeur d'influence de type S est exprimée en fonction de la variation *D*.

NOTE 3 *S* représente la somme.

### 3.13 grandeur d'influence de type F

grandeur d'influence dont l'effet sur la valeur indiquée entraîne une modification de la réponse

NOTE 1 Par exemple, l'énergie et l'angle d'incidence du rayonnement.

NOTE 2 *F* représente le facteur.

NOTE 1 The original term in IEC 311-07-03 reads “variation (due to an influence quantity)”. In order not to mix up variation (of the indicated value) and variation of the response, in this standard the term is called “deviation”.

NOTE 2 The deviation can be positive or negative, resulting in an increase or a decrease of the indicated value, respectively.

### 3.9 expanded uncertainty

*U*

quantity defining an interval about the result of a measurement that may be expected to encompass a large fraction of the distribution of values that could reasonably be attributed to the measurand

[GUM 2.3.5]

NOTE 1 The expanded uncertainty is obtained by multiplying the combined standard uncertainty by a coverage factor.

NOTE 2 In this standard, the confidence level is 95 %.

### 3.10 indicated value

*E*

value of the measurand given directly by a measuring instrument on the basis of its calibration curve

[IEV 311-01-08]

NOTE 1 In this standard, the indicated value is the one given by the dosimetry systems as the final result of the evaluation algorithm (for example display of the software, print out) in units of dose equivalent (Sv), see 8.2.

NOTE 2 The indicated value is equivalent to the evaluated value in the first edition of this standard (see IEC 61066:1991, Annex B) and in ISO 12794, Annex D.

NOTE 3 For details see Annex B of this standard.

### 3.11 influence quantity

quantity that is not the measurand but that affects the result of the measurement

NOTE 1 For example, temperature of a micrometer used to measure length.

[IEV 394-20-27; GUM B.2.10]

NOTE 2 If the effect on the result of a measurement of an influence quantity depends on another influence quantity, these influence quantities are treated as a single one. In this standard, this is the case for two pairs of influence quantities:

a) radiation energy and angle of incidence;

b) ambient temperature and relative humidity.

### 3.12 influence quantity of type S

influence quantity whose effect on the indicated value is a deviation independent of the indicated value

NOTE 1 An example is the electromagnetic disturbance.

NOTE 2 All requirements for influence quantities of type S are given with respect to the value of the deviation *D*.

NOTE 3 S stands for sum.

### 3.13 influence quantity of type F

influence quantity whose effect on the indicated value is a change in response

NOTE 1 An example is radiation energy and angle of radiation incidence.

NOTE 2 F stands for factor.

**3.14**  
**limite inférieure du domaine de mesure**

$H_{\min}$   
plus basse valeur de la dose appartenant au domaine de mesure

**3.15**  
**plus grand temps de mesure assigné**

$t_{\max}$   
temps le plus grand, entre la préparation et la lecture des détecteurs, à l'intérieur duquel toutes les exigences de la présente norme sont satisfaites

NOTE Le temps de mesure maximal assigné dépend de la limite inférieure du domaine de mesure  $H_{\min}$ , de l'effacement progressif avec le temps, etc.

**3.16**  
**étendue de mesure**  
**domaine de mesure**

plage définie par deux valeurs du mesurande, ou grandeur à fournir, dans laquelle les limites de l'incertitude de l'appareil de mesure sont spécifiées

[VEI 311-03-12]

NOTE Dans la présente norme, l'étendue de mesure est le domaine d'équivalent de dose pour lequel les exigences de la présente norme sont satisfaites et, par conséquent, l'incertitude limitée.

**3.17**  
**domaine minimal de variation (d'utilisation)**

plus petit domaine spécifié d'une grandeur d'influence ou d'un paramètre instrumental dans lequel le système dosimétrique doit fonctionner conformément à la présente norme

NOTE La deuxième colonne des Tableaux 3 à 7 donne le domaine de variation minimal pour chaque grandeur d'influence considérée dans la présente norme.

**3.18**  
**équivalent de dose individuel**

$H_p(d)$   
équivalent de dose dans les tissus mous, à la profondeur appropriée,  $d$ , sous un point spécifié du corps

[ICRU 51]

NOTE 1 Les profondeurs recommandées sont de 10 mm pour les rayonnements fortement pénétrants et de 0,07 mm pour les rayonnements faiblement pénétrants [VEI 393-14-97].

NOTE 2 Tissus mous signifie élément de tissu ICRU-4; voir ICRU 39.

**3.19**  
**point d'essai**

point du champ de rayonnement où la valeur conventionnellement vraie de la grandeur à mesurer est connue

[ISO 4037-3, 3.2.6, modifié]

**3.20**  
**préparation**

traitement normal de recuit, de nettoyage, etc. que les dosimètres ou les détecteurs ont à subir en vue d'une utilisation de routine

[ISO 12794, 3.11, modifié]

**3.14****lower limit of the measuring range** $H_{\text{low}}$ 

lowest dose value included in the measuring range

**3.15****maximum rated measurement time** $t_{\text{max}}$ 

longest time, between prepare and readout of the detectors, within which all requirements of this standard are fulfilled

NOTE The maximum rated measuring time depends on the lower limit of the measuring range  $H_{\text{low}}$ , the fading, etc.

**3.16****measuring range**

range defined by two values of the measurand, or quantity to be supplied, within which the limits of uncertainty of the measuring instrument are specified

[IEV 311-03-12]

NOTE In this standard, the measuring range is the range of dose equivalent, in which the requirements of this standard are fulfilled and thus the uncertainty is limited.

**3.17****minimal rated range (of use)**

smallest range being specified for an influence quantity or instrument parameter over which the dosimetry system shall operate in compliance with this standard

NOTE The minimal rated ranges of the influence quantities dealt with in this standard are given in the second column of Tables 3 to 7.

**3.18****personal dose equivalent** $H_{\text{p}}(d)$ dose equivalent in soft tissue, at an appropriate depth,  $d$ , below a specified point on the body

[ICRU 51]

NOTE 1 The recommended depths are 10 mm for penetrating radiation and 0,07 mm for superficial. [IEV 393-14-97]

NOTE 2 Soft tissue means ICRU 4-element tissue, see ICRU 39.

**3.19****point of test**

point in the radiation field at which the conventional true value of the quantity to be measured is known

[ISO 4037-3, 3.2.6 modified]

**3.20****prepare**

normal treatment, for example of annealing, cleaning, etc. which the dosimeters or detectors are intended to be subjected to in routine use

[ISO 12794, 3.11, modified]

### 3.21

#### **domaine de variation assigné (nominal d'utilisation)**

domaine des valeurs que peut avoir une grandeur d'influence sans que l'écart ou la variation de la réponse soit supérieure aux limites spécifiées

[VEI 311-07-05, modifié]

NOTE Dans la définition du VEI 311-07-05, le terme s'écrit «domaine nominal d'utilisation». Dans la présente norme, «domaine de variation» est utilisé pour éviter les termes compliqués comme «le domaine d'utilisation d'une grandeur d'influence» et pour avoir des termes plus aisément compréhensibles comme «domaine de variation d'une grandeur d'influence».

### 3.22

#### **lecture**

procédure de mesure de la lumière émise quand un détecteur thermoluminescent est chauffé dans le lecteur

[ISO 12794, 3.12]

### 3.23

#### **conditions de référence**

ensemble de valeurs spécifiées et/ou domaines des valeurs des grandeurs d'influence pour lesquelles les incertitudes admissibles d'un système dosimétrique sont les plus faibles

[VEI 311-06-02, modifié]

### 3.24

#### **direction de référence**

dans le système des coordonnées du dosimètre, la direction par rapport à laquelle l'angle de la direction d'incidence du rayonnement est repéré dans des champs unidirectionnels

[ISO 4037-3, 3.2.7]

### 3.25

#### **orientation de référence (d'un dosimètre)**

orientation pour laquelle la direction du rayonnement incident coïncide avec la direction de référence du dosimètre

[ISO 4037-3, 3.2.8]

### 3.26

#### **point de référence d'un dosimètre**

marque physique ou marques sur la surface extérieure du dosimètre qui sont utilisées pour positionner celui-ci par rapport au point d'essai

[VEI 394-20-15, modifié]

### 3.27

#### **réponse de référence**

$R_0$

réponse pour une valeur de référence,  $C_{r,0}$ , de la grandeur à mesurer dans les conditions de référence

La réponse de référence s'exprime par:

$$R_0 = \frac{E_{r,0}}{C_{r,0}}$$

où  $E_{r,0}$  est la valeur indiquée correspondante.

NOTE 1 La réponse de référence est l'inverse du coefficient d'étalonnage de référence.

NOTE 2 Les valeurs de référence sont données dans le Tableau 2.

**3.21****(nominal) rated range (of use)**

specified range of values which an influence quantity can assume without causing a deviation or variation of the response exceeding specified limits

[IEV 311-07-05, modified]

NOTE In IEV 311-07-05, the term reads “nominal range of use”. In this standard, “rated range” is used in order to avoid complicated terms like “the range of use of an influence quantity” but to have terms that are easily readable like “the rated range of an influence quantity”.

**3.22****readout**

process of measuring the light emitted when a thermoluminescence detector is heated in a reader

[ISO 12794, 3.12]

**3.23****reference conditions**

set of specified values and/or ranges of values of influence quantities under which the uncertainties admissible for a dosimetry system are the smallest

[IEV 311-06-02, modified]

**3.24****reference direction**

direction, in the coordinate system of a dosimeter, with respect to which the angle to the direction of radiation incidence is measured in unidirectional fields

[ISO 4037-3, 3.2.7]

**3.25****reference orientation**

(dosimeter) orientation for which the direction of the incident radiation coincides with the reference direction of the dosimeter

[ISO 4037-3, 3.2.8]

**3.26****reference point of a dosimeter**

physical mark or marks on the outside of the dosimeter to be used in order to position it with respect to the point of test

[IEV 394-20-15, modified]

**3.27****reference response** **$R_0$** 

response for a reference value  $C_{r,0}$  of the quantity to be measured under reference conditions

It is expressed as

$$R_0 = \frac{E_{r,0}}{C_{r,0}}$$

where  $E_{r,0}$  is the corresponding indicated value.

NOTE 1 The reference response is the reciprocal of the reference calibration factor.

NOTE 2 The reference values are given in Table 2.

### 3.28

#### incertitude relative élargie

$U_{rel}$

incertitude élargie divisée par le résultat de la mesure

### 3.29

#### réponse relative

$r$

quotient de la réponse  $R$  à la réponse de référence  $R_0$

$$r = \frac{R}{R_0}$$

### 3.30

#### réponse (d'un ensemble de mesure de rayonnements) $R$

rapport, dans des conditions spécifiées, donné par la relation:

$$R = \frac{E}{C}$$

où

$E$  est la valeur indiquée de la quantité mesurée par l'équipement ou l'ensemble en d'essai, et

$C$  est la valeur conventionnellement vraie de cette quantité.

[VEI 394-20-21, modifié]

NOTE La valeur de la réponse peut varier avec la dose à mesurer. Dans ce cas, on dit que le système dosimétrique a une réponse non linéaire.

### 3.31

#### résultat de mesure

ensemble de valeurs attribuées à un mesurande

NOTE 1 La valeur centrale de l'ensemble peut être choisie comme valeur du mesurande et un paramètre caractérisant la dispersion incertitude.

NOTE 2 Le résultat de la mesure est relié à l'indication de l'instrument par les valeurs de correction obtenues par étalonnage ou par l'utilisation d'un modèle.

[VEI 311-01-01]

NOTE 3 Dans la présente norme, la "valeur du mesurande", voir Note 1 ci-dessus, s'écrit  $M$ , voir 3.44.

NOTE 4 Dans la présente norme, «l'indication donnée par l'instrument», voir note 2 ci-dessus, est «la valeur indiquée»  $E$ , voir 3.10.

NOTE 5 L'estimation de  $M$  peut être basée sur une ou plusieurs valeurs indiquées.

### 3.32

#### signal (de lecture)

$S$

quantité obtenue par un lecteur à partir de la lecture d'un dosimètre dont on veut évaluer la valeur indiquée de l'équivalent de dose

NOTE 1 Par exemple, la charge produite dans un photomultiplicateur par la lumière émise par un TL; la surface d'une certaine région de la courbe de luminescence d'un détecteur TL; un paramètre de comparaison évalué à partir de l'analyse de la courbe de luminescence.

NOTE 2 En principe, il est possible d'obtenir plus d'un signal à partir d'un même détecteur (par exemple plusieurs paramètres de comparaison à partir de l'analyse de la courbe de luminescence).

NOTE 3 L'utilisation de plus d'un détecteur conduit toujours à l'utilisation de plus d'un signal.

NOTE 4 Le "signal" est équivalent à la "valeur de lecture" dans la CEI 61066:1991, 4.15 et l'ISO 12794, 3.12.

NOTE 5 Pour plus de détails, voir l'Annexe B de la présente norme.

### 3.28 relative expanded uncertainty

$U_{\text{rel}}$   
expanded uncertainty divided by the measurement result

### 3.29 relative response

$r$   
quotient of the response  $R$  and the reference response  $R_0$

$$r = \frac{R}{R_0}$$

### 3.30 response (of a radiation measuring assembly)

$R$   
ratio, under specified conditions, given by the relation:

$$R = \frac{E}{C}$$

where

$E$  is the indicated value of the quantity measured by the equipment or assembly under test,  
and

$C$  is the conventional true value of this quantity.

[IEV 394-20-21, modifié]

NOTE The value of the response may vary with the dose being measured. In such cases, a dosimetry system is said to have a non-linear response.

### 3.31 result of a measurement

set of values attributed to a measurand

NOTE 1 The central value of the whole can be selected as value of the measurand and a parameter characterising the dispersion as uncertainty.

NOTE 2 The result of a measurement is related to the indication given by the instrument and to the values of correction obtained by calibration and by the use of a model.

[IEV 311-01-01]

NOTE 3 In this standard, the “value of the measurand”, see Note 1, is abbreviated to  $M$ , see 3.44.

NOTE 4 In this standard, the “indication given by the instrument”, see Note 2, is the “indicated value”  $E$ , see 3.10.

NOTE 5 The estimation of  $M$  can be based on one or more indicated values.

### 3.32 (readout) signal

$S$   
quantity obtained in a reader after readout of a detector from which the indicated value of the dose equivalent is evaluated

NOTE 1 Examples are the charge measured in a photomultiplier tube due to TL-light; the area of a certain region from a glow curve of a TL detector; a fitting parameter evaluated from a glow curve analysis.

NOTE 2 In principle, it is possible to get more than one signal from one detector (e.g. several fitting parameters from a glow curve analysis).

NOTE 3 Using more than one detector always means using more than one signal.

NOTE 4 The “signal” is similar to the “readout value” in IEC 61066:1991, 4.15 and ISO 12794, 3.12.

NOTE 5 For details see Annex B of this standard.

**3.33****écart type (expérimental)***s*

pour une série de *n* mesurages du même mesurande, grandeur *s* caractérisant la dispersion des résultats, donnée par la formule:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (E_j - \bar{E})^2}$$

où

$E_j$  est le résultat du  $j^{\text{ème}}$  mesurage;

$\bar{E}$  est la moyenne arithmétique des *n* résultats considérés.

NOTE 1 En considérant la série de *n* valeurs comme échantillon d'une distribution,  $\bar{E}$  est un estimateur sans biais de la valeur moyenne  $\mu$ , et  $s^2$  est un estimateur sans biais de la variance  $\sigma^2$  de cette distribution.

NOTE 2 L'expression  $s/\sqrt{n}$  est une estimation de l'écart type de la distribution de  $\bar{E}$  et est appelé «écart type expérimental de la moyenne».

NOTE 3 L'écart type expérimental de la moyenne est parfois appelé, à tort, «erreur de la moyenne».

[VEI 394-20-44, modifié]

**3.34****conditions normales d'essai**

domaine des valeurs d'une série de grandeurs d'influence pour lesquelles un étalonnage ou une détermination de la réponse est réalisée

NOTE 1 L'idéal serait de réaliser les étalonnages dans les conditions de référence. Comme cela n'est pas toujours possible (par exemple, pour la pression atmosphérique ambiante) ou commode (par exemple, pour la température ambiante), un (petit) intervalle encadrant les valeurs de référence peut être mis à profit. En principe, on devrait, en raison de ces écarts, corriger les variations du coefficient d'étalonnage par la valeur qu'il aurait dans les conditions de référence. En pratique, l'incertitude vers laquelle on tend sert de critère; soit que l'on prenne en compte de façon explicite la grandeur d'influence par un facteur correctif, soit que l'on puisse intégrer son effet à l'incertitude.

NOTE 2 Pendant les essais de type, toutes les valeurs des grandeurs d'influence qui ne sont pas l'objet de l'essai sont fixées dans le domaine des conditions normales d'essai.

[ISO 4037-3, 3.2.3]

**3.35****incertitude-type**

"

incertitude du résultat d'un mesurage exprimée sous la forme d'un écart-type

[GUM 2.3.1]

**3.36****thermoluminescence****TL**

phénomène d'émission de la lumière présentée par certaines substances lorsqu'elles sont chauffées après exposition à un rayonnement ionisant ou UV

NOTE En toute rigueur, ce phénomène devrait être appelé radio-thermoluminescence mais la forme abrégée, thermoluminescence, est habituellement suffisante.

[ISO 12794, 3.1]

### 3.33 (experimental) standard deviation

$s$

for a series of  $n$  measurements of the same measurand, the quantity  $s$  characterising the dispersion of the results and given by the formula:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (E_j - \bar{E})^2}$$

where

$E_j$  is the result of the  $j^{\text{th}}$  measurement,

$\bar{E}$  is the arithmetic mean of the  $n$  results considered.

NOTE 1 Considering the series of  $n$  values as sample of a distribution,  $\bar{E}$  is an unbiased estimate of the mean  $\mu$ , and  $s^2$  is an unbiased estimate of the variance  $\sigma^2$  of that distribution.

NOTE 2 The expression  $s/\sqrt{n}$  is an estimate of the standard deviation of the distribution of  $\bar{E}$  and is called the "experimental standard deviation of the mean".

NOTE 3 "Experimental standard deviation of the mean" is sometimes incorrectly called "standard error of the mean".

[IEV 394-20-44, modified]

### 3.34 standard test conditions

range of values of a set of influence quantities under which a calibration or a determination of response is carried out

NOTE 1 Ideally, calibrations should be carried out under reference conditions. As this is not always achievable (e.g. for ambient air pressure) or convenient (e.g. for ambient temperature), a (small) interval around the reference values may be used. The deviations of the calibration factor from its value under reference conditions caused by these deviations should in principle be corrected for. In practice, the uncertainty aimed at serves as a criterion as to which influence quantity has to be taken into account by an explicit correction or whether its effect may be incorporated into the uncertainty.

NOTE 2 During type tests, all values of influence quantities which are not the subject of the test are fixed within the interval of the standard test conditions.

[ISO 4037-3, 3.2.3]

### 3.35 standard uncertainty

“

uncertainty of the result of a measurement expressed as a standard deviation

[GUM 2.3.1]

### 3.36 thermoluminescence TL

property exhibited by certain substances, namely the emission of light, which is induced by irradiation when the substance is heated following exposure to ionising radiation or UV

NOTE Strictly, the property should be referred to as radio-thermoluminescence but the abbreviated form thermoluminescence is usually adequate.

[ISO 12794, 3.1]

### 3.37

#### **matériau thermoluminescent**

##### **TL**

substance présentant le phénomène de thermoluminescence

[ISO 12794, 3.2]

### 3.38

#### **détecteur thermoluminescent (TL)**

##### **(abréviation – détecteur)**

quantité spécifiée de matériau TL, ou d'un tel matériau incorporé à un substrat non luminescent, défini par sa masse ou sa forme ou ses dimensions ou la masse de matériau incorporé dans le substrat

[ISO 12794, 3.3]

### 3.39

#### **dosimètre thermoluminescent (TL)**

##### **(abréviation – dosimètre)**

dispositif passif constitué d'un ou de plusieurs détecteurs TL, qui peut être fixé sur un support (approprié à l'application), destiné à être porté sur le corps d'une personne ou placé dans l'environnement dans le but d'estimer l'équivalent de dose correspondant à l'endroit ou près de l'endroit où il est placé

[ISO 12794, 3.4]

### 3.40

#### **lecteur de dosimètres thermoluminescents (TL)**

##### **(abréviation – lecteur)**

instrument utilisé pour mesurer la lumière émise par les détecteurs des dosimètres thermoluminescents; il comprend essentiellement un dispositif de chauffage, un dispositif de mesure de la lumière et l'électronique associée

[ISO 12794, 3.5]

### 3.41

#### **système de dosimétrie par thermoluminescence (TLD)**

##### **(abréviation – système dosimétrique)**

dosimètre TL, lecteur et l'ensemble des matériels et méthodes associées, utilisés pour estimer la dose évaluée

### 3.42

#### **essais de type**

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier qu'elle répond aux spécifications prescrites

[VEI 394-20-28]

### 3.43

#### **limite supérieure du domaine de mesure**

##### **$H_{up}$**

valeur de la dose la plus élevée appartenant au domaine de mesure

**3.37****thermoluminescent (TL) material**

substance exhibiting the property of thermoluminescence

[ISO 12794, 3.2]

**3.38****thermoluminescent (TL) detector  
(abbreviation – detector)**

specified quantity of TL material, or such material incorporated with other non-luminescent material into a matrix, being defined by mass, shape or size or the mass of material incorporated in the matrix

[ISO 12794, 3.3]

**3.39****thermoluminescent (TL) dosimeter  
(abbreviation – dosimeter)**

passive device consisting of one or more TL detectors, which may be mounted in a holder (appropriate for the application), intended to be worn on a person's body or placed in an environment for the purpose of assessing the appropriate dose equivalent at or near the position where it is placed

[ISO 12794, 3.4]

**3.40****thermoluminescent (TL) dosimeter reader  
(abbreviation – reader)**

instrument used to measure the light emitted from the detectors in thermoluminescence dosimeters, consisting essentially of a heating device, a light measuring device and the associated electronics

[ISO 12794, 3.5]

**3.41****thermoluminescent dosimetry (TLD) system  
(abbreviation – dosimetry system)**

the TL dosimeter, reader and all associated equipment and procedures used for assessing the indicated value

**3.42****type test**

conformity testing on the basis of one or more specimens of a product representative of the production

[IEV 394-20-28]

**3.43****upper limit of the measuring range**

$H_{up}$   
highest dose value included in the measuring range

### 3.44

#### valeur du mesurande

*M*

valeur qui peut être obtenue à partir de la valeur indiquée *E* en appliquant la fonction modèle de la mesure

NOTE 1 La fonction modèle d'incertitude combine la valeur indiquée *E* avec le coefficient d'étalonnage de référence  $N_0$ , la correction pour la non-linéarité de la réponse  $r_n$ , les *l* variations  $D_p$  ( $p = 1..l$ ) pour les grandeurs d'influence de type S, et les *m* valeurs de la réponse relative  $r_q$  ( $q = 1..m$ ) pour les grandeurs d'influence de type F:

$$M = \frac{N_0}{r_n \prod_{q=1}^m r_q} \left[ E - \sum_{p=1}^l D_p \right]$$

La fonction modèle d'incertitude est nécessaire pour l'évaluation de l'incertitude du système.

NOTE 2 Pour fonction "modèle", voir Note 2 de 3.31.

NOTE 3 Les calculs selon cette fonction modèle ne sont généralement pas réalisés, seulement dans le cas où des grandeurs d'influence spécifiques sont bien connues et où une correction appropriée est appliquée. Cette fonction modèle de la mesure est nécessaire pour toute détermination de l'incertitude selon le GUM (voir GUM, Paragraphes 3.1.6, 3.4.1 et 4.1).

NOTE 4 Si nécessaire, une autre fonction modèle plus proche de la conception de certains systèmes dosimétriques peut être utilisée.

NOTE 5 Pour plus de détails, voir l'Annexe B.

## 4 Unités et symboles

Dans la présente norme, les unités du système international (SI) sont utilisées. Cependant, les unités suivantes peuvent être acceptées comme d'usage courant:

- pour l'énergie: l'électron-volt (symbole eV).  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- pour le temps: l'année, le mois, l'heure (symbole h), la minute (symbole min).

Les multiples et sous-multiples des unités SI peuvent être utilisées selon le système SI.

L'unité SI d'équivalent de dose est  $1 \text{ J kg}^{-1}$ .

Le nom spécial de l'unité d'équivalent de dose est le Sievert (symbole Sv).  $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$ .

La liste de symboles est donnée dans le Tableau 1.

**3.44****value of the measurand*****M***

value that can be obtained from the indicated value *E* by applying the model function for the measurement

NOTE 1 The uncertainty model function combines the indicated value *E* with the reference calibration factor  $N_0$ , the correction for non-linear response  $r_n$ , the *l* deviations  $D_p$  ( $p = 1..l$ ) for the influence quantities of type S, and the *m* relative response values  $r_q$  ( $q = 1..m$ ) for the influence quantities of type F:

$$M = \frac{N_0}{r_n \prod_{q=1}^m r_q} \left[ E - \sum_{p=1}^l D_p \right]$$

This uncertainty model function is necessary to evaluate the uncertainty of the system.

NOTE 2 For “model” function, see Note 2 to 3.31.

NOTE 3 The calculations according to this model function are usually not performed, only in the case that specific influence quantities are well-known and an appropriate correction is applied. This model function is necessary for any determination of the uncertainty according to the GUM (see GUM, sections 3.1.6, 3.4.1 and 4.1).

NOTE 4 If necessary, another model function closer to the design of a certain dosimetry system may be used.

NOTE 5 For details, see Annex B.

**4 Units and symbols**

In the present standard, units of the international system (SI) are used. Nevertheless, the following units may be acceptable in common usage:

- for energy: electron-volt (symbol eV).  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- for time: year, month, day, hour (symbol h), minute (symbol min).

Multiples and submultiples of SI units may be used, according to the SI system.

The SI unit of dose equivalent is  $1 \text{ J kg}^{-1}$ .

The special name for the unit of the dose equivalent is sievert (symbol Sv).  $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$ .

A list of symbols is given in Table 1.

**Tableau 1 – Symboles et abréviations**

Symbole	Signification	Unité
$\alpha$	Angle d'incidence du rayonnement	degré
$\alpha_{\max}$	Valeur maximale du domaine de variation assigné de l'angle d'incidence du rayonnement	degré
$b$	Nombre de signaux pour un dosimètre, utilisés pour évaluer la valeur de dose indiquée	—
$C$	Valeur conventionnellement vraie de la dose	Sv
$C_i$	Valeur conventionnellement vraie de la dose du groupe d'évaluation $i$	Sv
$C_r$	Valeur conventionnellement vraie de la dose dans les conditions de référence, à l'exception de la grandeur de la dose: $C_r \neq C_{r,0}$	Sv
$C_{r,0}$	Grandeur de la dose de référence délivrée, voir Tableau 2, ligne 1	Sv
$D$	Variation	Sv
$d$	Profondeur dans les tissus mous, éléments ICRU 4. Profondeurs recommandées: 10 mm et 0,07 mm	m
$D_p$	Variation due à une grandeur d'influence $p$ de type S; $p = 1..l$	Sv
$E$	Valeur indiquée	Sv
$E_r$	Valeur indiquée d'équivalent de dose sous des conditions de référence, sauf la grandeur de l'équivalent de dose (délivré): $C_r \neq C_{r,0}$	Sv
$E_j$	Valeur indiquée de la $j$ -ème mesure de plusieurs mesures équivalentes; $j = 1..n$	Sv
$\bar{E}_i$	Valeur moyenne indiquée pour le groupe d'évaluation $i$	Sv
$E_K$	Valeur indiquée due à une seule irradiation avec $C_K$	Sv
$E_{K+L}$	Valeur indiquée due à une irradiation combinée avec $C_K + C_L$	Sv
$E_L$	Valeur indiquée due à une seule irradiation avec $C_L$	Sv
$E_r$	Valeur indiquée de la dose dans les conditions de référence, sauf si la valeur de l'équivalent de dose est différente des conditions de référence	Sv
$E_{r,0}$	Valeur indiquée de la dose dans les conditions de référence due à l'exposition à $C_{r,0}$	Sv
$f(S_g)$	Fonction représentant l'évaluation de l'algorithme du système dosimétrique pour évaluer la valeur indiquée	—
$g$	Désignation pour un signal spécifique fourni par un dosimètre	—
$H$	Synonyme pour l'équivalent de dose; peut être $H_p(10)$ , $H_p(0,07)$ ou $H^*(10)$	Sv
$H_{\min}$	Limite inférieure du domaine de mesure de la dose	Sv
$H_{\max}$	Limite supérieure du domaine de mesure de la dose	Sv
$H^*(10)$	Équivalent de dose ambiant à une profondeur de 10 mm	Sv
$H^*(d)$	Équivalent de dose ambiant à une profondeur $d$	Sv
$H_p(0,07)$	Équivalent de dose individuel à une profondeur de 0,07 mm	Sv
$H_p(10)$	Équivalent de dose individuel à une profondeur de 10 mm	Sv
$H_p(d)$	Équivalent de dose individuel à une profondeur $d$	Sv
$i$	Désignation pour un groupe d'irradiation soumis à une grandeur d'influence spécifique	—
$j$	Désignation pour un dosimètre spécifique parmi $n$ dosimètres irradiés identiquement	—
$k$	Facteur d'élargissement	—
$K$	Symbole des conditions d'irradiation K, par exemple 3 mSv et N-80	—
$l$	Nombre de grandeurs d'influence de type S	—
$L$	Symbole des conditions d'irradiation L, par exemple 4 mSv et S-Co	—
$M$	Valeur du mesurande	Sv
$m$	Nombre de grandeurs d'influence de type F	—
$n$	Nombre de signaux d'un dosimètre utilisés pour évaluer la dose	—
$N_0$	Coefficient d'étalonnage (de référence)	—
$p$	Désignation pour une grandeur d'influence spécifique de type S parmi $l$ grandeurs d'influence de type S	—
$q$	Désignation Pour une grandeur d'influence spécifique de type F parmi $m$ grandeurs d'influence de type F	—

Table 1 – Symbols and abbreviated terms

Symbol	Meaning	Unit
$\alpha$	Angle of radiation incidence	degrees
$\alpha_{\max}$	Maximum value of the rated range of the angle of radiation incidence	degrees
$b$	Number of signals of one dosimeter, that are used to evaluate the indicated dose value	—
$C$	Conventional true dose value	Sv
$C_i$	Conventional true dose value of irradiation group $i$	Sv
$C_r$	Conventional true dose value of (delivered) dose equivalent under reference conditions, except magnitude of dose: $C_r \neq C_{r,0}$	Sv
$C_{r,0}$	Magnitude of the delivered reference dose, see Table 2, line 1	Sv
$D$	Deviation	Sv
$d$	Depth in ICRU 4-element or soft tissue. Recommended depths are 10 mm and 0,07 mm.	m
$D_p$	Deviation due to influence quantity no. $p$ of type S; $p = 1..l$	Sv
$E$	Indicated value	Sv
$E_r$	Indicated value of dose equivalent under reference conditions except magnitude of (delivered) dose equivalent: $C_r \neq C_{r,0}$	Sv
$E_j$	Indicated value of the $j$ -th measurement of several equivalent measurements; $j = 1..n$	Sv
$\bar{E}_i$	Mean indicated value of irradiation group $i$	Sv
$E_K$	Indicated dose value due to a single irradiation with $C_K$	Sv
$E_{K+L}$	Indicated dose value due to a combined irradiation with $C_K + C_L$	Sv
$E_L$	Indicated dose value due to a single irradiation with $C_L$	Sv
$E_r$	Indicated dose value under reference conditions, except the value of the dose equivalent is different from reference conditions	Sv
$E_{r,0}$	Indicated dose value under reference conditions due to exposure to $C_{r,0}$	Sv
$f(S_g)$	Function representing the evaluation algorithm inside the dosimetry system to evaluate the indicated value	—
$g$	Designator for a specific signal delivered from one dosimeter	—
$H$	Synonym for dose equivalent, may be $H_p(10)$ , $H_p(0,07)$ or $H^*(10)$	Sv
$H_{low}$	Lower dose limit of the measuring range	Sv
$H_{up}$	Upper dose limit of the measuring range	Sv
$H^*(10)$	Ambient dose equivalent at a depth 10 mm	Sv
$H^*(d)$	Ambient dose equivalent at a depth $d$	Sv
$H_p(0,07)$	Personal dose equivalent at a depth 0,07 mm	Sv
$H_p(10)$	Personal dose equivalent at a depth 10 mm	Sv
$H_p(d)$	Personal dose equivalent at a depth $d$	Sv
$i$	Designator for an irradiation group subjected to a specific influence quantity	—
$j$	Designator for a specific dosimeter out of $n$ dosimeters irradiated equally	—
$k$	Coverage factor	—
K	Symbol of radiation condition K, e. g. 3 mSv and N-80	—
$l$	Number of influence quantities of type S	—
L	Symbol of radiation condition L, e. g. 4 mSv and S-Co	—
$M$	Value of the measurand	Sv
$m$	Number of influence quantities of type F	—
$n$	Number of dosimeters in one group of dosimeters that are equally irradiated	—
$N_0$	(Reference) calibration factor	—
$p$	Designator for a specific influence quantity of type S out of $l$ type S influence quantities	—
$q$	Designator for a specific influence quantity of type F out of $m$ type F influence quantities	—

**Tableau 1 (suite)**

$r$	Réponse relative	—
$R$	Réponse	—
$R_0$	Réponse de référence	—
$R_n$	Réponse dans les conditions de référence, sauf si la valeur de l'équivalent de dose est différente des conditions de référence	—
$r_n$	Correction de non-linéarité de la réponse	—
$r_q$	Réponse relative due à une grandeur d'influence $q$ de type F; $q = 1..m$	—
$s$	Écart-type	comme grandeur
$s_i$	Écart-type d'un groupe d'irradiations $i$	comme grandeur
$S$	Signal d'un détecteur; à partir d'un même détecteur on peut obtenir plus d'un signal	selon le cas
$S_g$	Nombre de signaux $g$ d'un dosimètre; $g = 1..b$	selon le cas
$S_{g,K}$	Nombre de signaux $g$ dus à la qualité du rayonnement K	selon le cas
$S_{g,L}$	Nombre de signaux $g$ dus à la qualité du rayonnement L	selon le cas
$t_{\max}$	Temps de mesure maximal possible	mois
$t_{n-1}$	Coefficient de Student $t$ pour $n$ mesures répétées	—
$U$	Incertitude élargie	comme grandeur
$U_{C,rel}$	Incertitude relative élargie de la valeur conventionnellement vraie	—
$U_{rel}$	Incertitude relative élargie	—
$U_m$	Demi largeur de l'intervalle de confiance sur une moyenne avec un niveau de confiance de 95 %	comme grandeur
$U_{com}$	Demi largeur de l'intervalle de confiance sur la moyenne d'une grandeur combinée avec un niveau de confiance de 95 %	comme grandeur
$v$	Coefficient de variation	—

## 5 Procédures générales d'essai

### 5.1 Procédures d'essai de base

#### 5.1.1 Consignes d'utilisation

Les instructions pour l'utilisation des systèmes de dosimétrie doivent être données sans ambiguïté dans le manuel, voir l'Article 15. Ces instructions doivent être les mêmes pour toutes les parties des essais de type et pour les essais individuels.

#### 5.1.2 Nature des essais

Sauf précision contraire dans les articles correspondants, tous les essais décrits dans la présente norme sont à considérer comme des essais de type.

#### 5.1.3 Conditions de référence et conditions normales d'essai

Les conditions de référence sont données dans la deuxième colonne du Tableau 2. Sauf précision contraire, les essais présentés dans cette norme doivent être réalisés dans les conditions normales d'essai précisées dans la troisième colonne du Tableau 2.

Pour les essais destinés à déterminer les effets des variations d'une grandeur d'influence, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans les limites définies pour les conditions normales d'essai données dans le Tableau 2, sauf indication contraire qui serait donnée dans la procédure d'essai.

Table 1 (continued)

$r$	Relative response	—
$R$	Response	—
$R_0$	Reference response	—
$R_n$	Response under reference conditions, except the value of the dose equivalent is different from reference conditions	—
$r_n$	Correction for non-linear response	—
$r_q$	Relative response due to influence quantity no. $q$ of type F; $q = 1..m$	—
$s$	Standard deviation	as quantity
$s_i$	Standard deviation of irradiation group $i$	as quantity
$S$	Signal of a detector; from one detector more than one signal can be derived	depending
$S_g$	Signal number $g$ of a dosimeter; $g = 1..b$	depending
$S_{g,K}$	Signal number $g$ due to the radiation quality K	depending
$S_{g,L}$	Signal number $g$ due to the radiation quality L	depending
$t_{\max}$	Maximum rated measuring time	month
$t_{n-1}$	Students $t$ -factor for $n$ repeated measurements	—
$U$	Expanded uncertainty	as quantity
$U_{C,rel}$	Relative expanded uncertainty of the conventional true value	—
$U_{rel}$	Relative expanded uncertainty	—
$U_m$	Half-width of the confidence interval about a mean at a confidence level of 95 %	as quantity
$U_{com}$	Half-width of the confidence interval about the mean of a combined quantity at a confidence level of 95 %	as quantity
$v$	Coefficient of variation	—

## 5 General test procedures

### 5.1 Basic test procedures

#### 5.1.1 Instructions for use

The instructions for use of the dosimetry systems have to be unambiguously given in the manual, see Clause 15. These instructions shall be the same for all parts of the type test and for routine use.

#### 5.1.2 Nature of tests

Unless otherwise specified in the individual clauses, all the tests listed in this standard are considered to be type tests.

#### 5.1.3 Reference conditions and standard test conditions

Reference conditions are given in the second column of Table 2. Except where otherwise specified, the tests in this standard shall be carried out under standard test conditions given in the third column of Table 2.

For those tests intended to determine the effects of varying an influence quantity, all other influence quantities shall be maintained within the limits set for standard test conditions given in Table 2, unless otherwise specified in the test procedure.

**Tableau 2 – Conditions de référence et conditions normales d'essai**

Grandeur à mesurer; grandeur d'influence	Conditions de référence (sauf indication contraire du fabricant)	Conditions normales d'essai (sauf indication contraire du fabricant)
Équivalent de dose de référence $C_{r,0}$ pour $H_p(10)$ et $H^*(10)$ $H_p(0,07)$	3 mSv 10 mSv	1 mSv à 10 mSv 3 mSv à 30 mSv
Énergie des rayonnements photoniques pour $H_p(10)$ et $H^*(10)$ $H_p(0,07)$	S-Cs (ISO 4037) <sup>a</sup> N-80 <sup>a</sup>	S-Cs (ISO 4037) <sup>a</sup> N-80 <sup>a</sup>
Énergie des rayonnements bêta pour $H_p(0,07)$	<sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y (ISO 6980) <sup>a</sup>	<sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y (ISO 6980) <sup>a</sup>
Angle d'incidence du rayonnement	Direction de référence donnée par le fabricant	Direction donnée $\pm 2^\circ$
Température ambiante	20 °C	15 °C à 25 °C <sup>b</sup>
Humidité relative	65 %	50 % à 75 % <sup>b</sup>
Pression atmosphérique	101,3 kPa	86,0 kPa à 106,6 kPa <sup>b</sup>
Tension d'alimentation	Tension nominale d'alimentation	Tension nominale d'alimentation $\pm 1$ %
Fréquence	Fréquence nominale	Fréquence nominale $\pm 1$ %
Forme d'onde de l'alimentation c.a.	Sinusoïdale	Sinusoïdale avec une distorsion totale due aux harmoniques inférieure à 5 %
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la plus petite valeur produisant des interférences
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à deux fois l'induction due au champ magnétique terrestre
Contrôles sur le dosimètre	En fonctionnement normal	En fonctionnement normal
Bruit de fond radiatif	Débit d'équivalent de dose de 0,1 $\mu$ Sv/h ou moins si possible	Débit d'équivalent de dose inférieur à 0,25 $\mu$ Sv/h
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable
<sup>a</sup> D'autres sources peuvent être utilisées si nécessaire, faisant l'objet d'un accord avec l'acheteur, si les facteurs de correction appropriés sont appliqués. <sup>b</sup> Il convient que les valeurs réelles de ces grandeurs au moment de l'essai soient données. Il convient que la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose soit corrigée de l'écart aux conditions de référence. Pour les altitudes élevées, une limite inférieure de la pression de 70 kPa peut être admise.		

#### 5.1.4 Production du rayonnement de référence

La nature, la réalisation et les conditions d'utilisation des sources de rayonnement doivent être conformes aux recommandations des documents suivants: (a) série ISO 4037 et (b) série ISO 6980.

#### 5.1.5 Choix du fantôme d'essai

Pour tous les essais impliquant l'utilisation d'un fantôme, les fantômes ISO décrits dans l'ISO 4037-3 doivent être utilisés. La géométrie d'irradiation requise est spécifiée dans la norme ISO de référence appropriée (ISO 4037 ou ISO 6980).

#### 5.1.6 Positionnement du dosimètre en vue d'essai

Pour tous les essais impliquant l'utilisation de rayonnement, le point de référence du dosimètre doit être placé au point d'essai, et le dosimètre doit être orienté dans la direction de référence. Cela ne s'applique pas aux essais destinés à déterminer la réponse en fonction de l'angle d'incidence.

**Table 2 – Reference conditions and standard test conditions**

Quantity to be measured; influence quantity	Reference conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Reference dose equivalent $C_{r,0}$ for $H_p(10)$ and $H^*(10)$ $H_p(0,07)$	3 mSv 10 mSv	1 mSv to 10 mSv 3 mSv to 30 mSv
Photon radiation energy for $H_p(10)$ and $H^*(10)$ $H_p(0,07)$	S-Cs (ISO 4037) <sup>a</sup> N-80 <sup>a</sup>	S-Cs (ISO 4037) <sup>a</sup> N-80 <sup>a</sup>
Beta radiation energy for $H_p(0,07)$	<sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y (ISO 6980) <sup>a</sup>	<sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y (ISO 6980) <sup>a</sup>
Angle of incidence of radiation	Reference direction given by the manufacturer	Direction given $\pm 2^\circ$
Ambient temperature	20 °C	15 °C to 25 °C <sup>b</sup>
Relative humidity	65 %	50 % to 75 % <sup>b</sup>
Atmospheric pressure	101,3 kPa	86,0 kPa to 106,6 kPa <sup>b</sup>
Power supply voltage	Nominal power supply voltage	Nominal power supply voltage $\pm 1$ %
Frequency	Nominal frequency	Nominal frequency $\pm 1$ %
AC power supply waveform	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion less than 5 %
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the induction due to the earth's magnetic field
Dosimeter controls	Set-up for normal operation	Set-up for normal operation
Radiation background	Ambient dose equivalent rate of 0,1 $\mu$ Sv/h or less if practical	Less than ambient dose equivalent rate of 0,25 $\mu$ Sv/h
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible
<sup>a</sup> Other sources may be used if necessary and agreed with the purchaser, if appropriate correction factors are applied. <sup>b</sup> The actual values of these quantities at the time of test should be stated. The conventional true value of the dose equivalent should be corrected for the deviation from reference conditions. A lower limit of pressure of 70 kPa may be permitted at high altitudes.		

#### 5.1.4 Production of reference radiation

The nature, construction and conditions for the use of radiation sources shall conform with the recommendations in the following documents: (a) ISO 4037 series and (b) ISO 6980 series.

#### 5.1.5 Choice of phantom for testing

For all tests involving the use of a phantom, ISO phantoms described in ISO 4037-3 shall be used. The required irradiation geometry is specified in the appropriate ISO reference standard (ISO 4037 or ISO 6980).

#### 5.1.6 Position of dosimeter for the purpose of testing

For all tests involving the use of radiation, the reference point of the dosimeter shall be placed at the point of test and the dosimeter shall be oriented in the reference orientation. This is not applicable for tests for determining the response depending on the angle of incidence.

## 5.2 Procédure d'essai applicables à tout essai

### 5.2.1 Nombre de dosimètres utilisés pour chaque essai

Le nombre,  $n$ , de dosimètres (ou d'irradiations) utilisés pour tout essai n'est pas nécessairement le même pour chaque essai, mais peut être déterminé en utilisant l'Annexe A. Cependant, par convention, on utilise 4, 5, 8, 10 ou 20 dosimètres (ou irradiations), cas pour lesquels la valeur de Student  $t$ , obtenue dans l'Annexe A, Tableau A.1, serait respectivement 3,18, 2,78, 2,37, 2,26 ou 2,09.

NOTE L'utilisation de l'Annexe a démontre que les exigences de performances sont tenues avec un intervalle de confiance de 95 %.

### 5.2.2 Considérations sur l'incertitude de la valeur conventionnellement vraie

L'incertitude relative élargie  $U_{C,rel}$  de la valeur conventionnellement vraie  $C$  de l'équivalent de dose doit être prise en compte. Elle doit être inférieure à 7 % = 0,07. Le laboratoire d'essai doit déterminer  $U_{C,rel}$  selon le GUM.

### 5.2.3 Considérations sur la non-linéarité de la réponse

Pour tous les essais, il ne doit pas y avoir d'effet dû à la non-linéarité de la réponse dans les cas suivants:

- pour un instrument dont la réponse est linéaire, la valeur de la grandeur à mesurer peut être choisie librement, en accord avec les propriétés de l'instrument à étalonner;
- pour un instrument dont la réponse est non linéaire, il convient que la valeur indiquée soit approximativement  $E_{r,0} = C_{r,0} / N_0$  (voir 3.3). La grandeur à mesurer n'est pas une grandeur d'influence.

Une méthode pratique consiste à commencer les essais par la non-linéarité et à réaliser les autres essais dans une région où la non-linéarité est négligeable (1 % à 2 %).

### 5.2.4 Considérations sur le bruit de fond radiatif naturel

Pour la mesure de faibles équivalents de dose ou faible débit d'équivalent de dose de rayonnements photon ou bêta, il est nécessaire de tenir compte de la contribution du bruit de fond naturel. On le fait généralement en utilisant un nombre suffisant de dosimètres (10 au minimum) comme dosimètres de bruit de fond (dosimètres témoins). Ils sont traités dans les mêmes conditions que les dosimètres en cours d'essai, mais ne sont pas irradiés. La valeur moyenne indiquée de ses dosimètres est à soustraire de la valeur indiquée par les dosimètres en cours d'essai.

### 5.2.5 Considération d'un dosimètre avec plusieurs détecteurs ou signaux

Si plus d'un signal (voir 3.32) ou d'un détecteur (voir 3.38) est utilisé pour évaluer la valeur indiquée, tous les essais doivent être réalisés, quand c'est nécessaire, pour tous les détecteurs ou signaux. Des essais séparés sont seulement nécessaires quand différents signaux sont utilisés pour évaluer la valeur indiquée dans différentes régions du domaine de mesure ou différentes régions des valeurs d'une grandeur d'influence.

NOTE 1 Si cela s'applique, cela signifie que le nombre total d'essais selon la présente norme est multiplié par le nombre de signaux utilisés dans différents domaines.

NOTE 2 Exemples:

- 1) Si un second détecteur ou signal est utilisé pour évaluer un équivalent de dose supérieur à 200 mSv, pour ce détecteur ou signal, toutes les exigences de la présente norme sont à mesurer dans son domaine d'utilisation, c'est-à-dire au-dessus d'un équivalent de dose de 200 mSv.
- 2) Si un second détecteur ou signal est utilisé pour évaluer la dose pour des particules de très faible énergie (par exemple un détecteur très fin pour les rayonnements bêta de très faible énergie), pour ce détecteur ou signal, toutes les exigences de la présente norme sont à mesurer dans son domaine d'utilisation, c'est-à-dire pour les particules de faible énergie.

## 5.2 Test procedures to be considered for every test

### 5.2.1 Number of dosimeters used for each test

The number,  $n$ , of dosimeters (or irradiations) used for any test need not be the same for each test but may be determined using Annex A. However, arbitrarily, 4, 5, 8, 10 or 20 dosimeters (or irradiations), in which case the Student's  $t$ -value, as obtained from Annex A, Table A.1, would be 3,18, 2,78, 2,37, 2,26 or 2,09 respectively.

NOTE Using Annex A, the performance requirements are demonstrated to be met to 95 % confidence.

### 5.2.2 Consideration of the uncertainty of the conventional true value

The relative expanded uncertainty  $U_{C,rel}$  of the conventional true value  $C$  of the dose equivalent shall be considered. It shall be less than 7 % = 0,07. The testing laboratory has to determine  $U_{C,rel}$  according to the GUM.

### 5.2.3 Consideration of non-linear response

For all the tests, the effect of the non-linear response shall be excluded by the following:

- for an instrument with linear response, the value of the quantity to be measured may be chosen freely in agreement with the properties of the instrument to be calibrated;
- for an instrument with non-linear response, the indicated value should be approximately  $E_{r,0} = C_{r,0}/N_0$  (see 3.3). The quantity to be measured is not an influence quantity.

A practical method is to start the tests with the non-linearity and perform the other tests in a dose region where the non-linearity is negligible (1 % to 2 %).

### 5.2.4 Consideration of natural background radiation

For the measurement of low dose equivalents or at low dose equivalent rates of photon and beta radiation, it is necessary to take into account the contribution of natural background radiation to the dose equivalent. This is usually done by taking a significant number of dosimeters (at minimum 10 dosimeters) as background dosimeters. These are treated in the same way as the ones under test, but not irradiated. The mean indicated value of these dosimeters has to be subtracted from the indicated value of the dosimeters under test.

### 5.2.5 Consideration of several detectors or signals in a dosimeter

If more than one signal (see 3.32) or detector (see 3.38) is used to evaluate the indicated value, all the tests shall be performed for all detectors or signals where necessary. Separate tests are necessary when the different signals are used to evaluate the indicated value in different regions of the measuring range or in different regions of an influence quantity.

NOTE 1 If this applies, this means that the complete amount of testing according to this standard is multiplied by the number of signals being used in different ranges.

NOTE 2 Examples:

- 1) If a second detector or signal is used to evaluate the dose above a dose equivalent of 200 mSv, for this detector or signal, all the requirements according to this standard have to be measured within its operating range, i.e. above a dose equivalent of 200 mSv.
- 2) If a second detector or signal is used to evaluate the dose at very low particle energies (e.g. a very thin detector for low energy beta radiation), for this detector or signal all the requirements according to this standard have to be measured within its operating range, i.e. at low particle energies.

### 5.2.6 Réalisation optimale des essais

Pour les essais concernant plusieurs grandeurs d'influence, on irradie différents groupes de dosimètres: un groupe de référence et divers groupes pour lesquels on mesure l'effet de la grandeur d'influence à mesurer. Pour limiter le nombre d'irradiations nécessaires, il convient de combiner les essais des Articles 10 à 13 avec seulement deux ou trois groupes de référence.

Une liste des irradiations nécessaires pour réaliser un essai de type selon la présente norme est donnée à l'Annexe C.

## 6 Exigences de performances: résumé

Les exigences de performances des systèmes dosimétriques sont données dans les Tableaux 3 à 5, en fonction de la grandeur à mesurer:  $H_p(10)$ : Tableau 3;  $H_p(0,07)$ : Tableau 4;  $H^*(10)$ : Tableau 5.

Les détails concernant certaines entrées des Tableaux 3 à 5 sont donnés dans les Tableaux 6 à 8.

### 5.2.6 Performing the tests efficiently

The effect of several influence quantities are tested by irradiating different groups of dosimeters: one reference group and additional groups on which the effect of the influence quantity is measured. For limiting the number of irradiations necessary, it is appropriate to combine the tests given in Clauses 10 to 13 with only two or three reference groups.

A list of the irradiations necessary to perform a type test according to this standard is given in Annex C.

## 6 Performance requirements: summary

The performance requirements for dosimetry systems are given in Tables 3 to 5 depending on the quantity to be measured:  $H_p(10)$ : Table 3;  $H_p(0,07)$ : Table 4;  $H^*(10)$ : Table 5.

Details for some of the entries in Tables 3 to 5 are given in the further Tables 6 to 8.

**Tableau 3 – Exigences de performances des dosimètres mesurant  $H_p(10)$**

Ligne	Caractéristique en cours d'essai	Principales caractéristiques ou domaine de mesure, ou domaine de variation assigné d'une grandeur d'influence	Exigence de performance pour tout le domaine de variation assigné	Article/Paragraphe
1	Caractérisation du système dosimétrique	Domaine de mesure; grandeurs d'influence; $t_{max}$ ; fonction modèle	À indiquer par le fabricant pour l'essai de type	7
2	Exigences pour la conception du système dosimétrique	Indication de dose; informations sur le lecteur; dosimètre et algorithme d'évaluation	À indiquer par le fabricant pour l'essai de type et à vérifier au cours de l'essai de type	8
3	Effet des rayonnements qui ne sont pas à mesurer	Réponse aux neutrons thermiques, $^{252}\text{Cf}$ et $^{252}\text{Cf}$ ( $\text{D}_2\text{O}$ -modéré)	Réponse à définir par le fabricant	8.7
4	Réponse due à la non-linéarité	$0,1 \text{ mSv} \leq H \leq 1 \text{ Sv}$	-9 % à +11 %	9.3
5	Coefficient de variation, $v$	$H < 0,1 \text{ mSv}$ $0,1 \text{ mSv} \leq H < 1,1 \text{ mSv}$ $H \geq 1,1 \text{ mSv}$	15 % $\left(16 - \frac{H}{0,1 \text{ mSv}}\right) \%$ 5 %	9.2
6	Surexposition, rémanence et réutilisation	10 fois la limite supérieure du domaine de mesure: $10 \cdot H_{up}$ , mais 10 Sv au maximum	Mesure hors échelle par les valeurs supérieures du domaine de mesure et la rémanence ne peut créer d'erreur de mesure	9.4
7	Réponse due à l'énergie moyenne du rayonnement photon et angle d'incidence	80 keV à 1,25 MeV et $0^\circ$ à $\pm 60^\circ$ de la direction de référence	-29 % à +67 %	9.5.1
8	Réponse due à l'énergie moyenne du rayonnement bêta	0,8 MeV	Valeur indiquée maximale 10 % de $H_p(0,07)$ en équivalent de dose	9.5.2
9	Comme aux lignes 7 et 8 mais avec la direction de référence à l'opposé de la précédente	Voir lignes 7 et 8, si le fabricant n'a rien précisé	Voir lignes 7 et 8, si le fabricant n'a rien précisé	8.4 f)
10	Incidence du rayonnement sur le côté du dosimètre	Incidence du rayonnement de $60^\circ$ à $120^\circ$	Indication inférieure à 1,2 fois l'indication due à une irradiation frontale	9.7
11	Additivité de la valeur indiquée	Irradiation avec différentes qualités de rayonnement	-9 % à +11 %	10
12	Réponse due aux exigences sur les performances environnementales	Température, lumière, temps; pour plus de détails, voir Tableau 6	$\pm 20 \%$	11
13	Indication supplémentaire due aux exigences de performances électromagnétiques	Voir Tableau 7	$\pm 1,1 \cdot H_{min}$	12
14	Indication supplémentaire due aux exigences de performances mécaniques	Chute, vibration; pour plus de détails, voir Tableau 8	$\pm 0,8 \cdot H_{min}$	13
15	Logiciel, données et interfaces	Authenticité du logiciel; exactitude et intégrité des données	A indiquer par le fabricant pour l'essai de type et à vérifier au cours de l'essai de type	14
16	Manuel d'instructions	Informations de bonne utilisation; informations sur les performances du système	A indiquer par le fabricant pour l'essai de type et à vérifier au cours de l'essai de type	15

Les limites non symétriques des réponses relatives  $r$  sont déduites des limites symétriques des facteurs d'étalonnage ( $1/r$ ), par exemple:

$$\pm 40 \% \text{ pour } 1/r \equiv 1/r \in [0,6...1,4] \Rightarrow r \in [1/0,6...1/1,4] \equiv [0,71...1,67] \equiv -29 \% \text{ jusqu'à } +67 \% \text{ de } r.$$

**Table 3 – Performance requirements for  $H_p(10)$  dosimeters**

Line	Characteristic under test	Main characteristics or minimal measuring range or minimal rated range of influence quantity	Performance requirement for the whole rated range	Clause/sub-clause
1	Characterization of the dosimetry system	Measuring range; influence quantities; $t_{max}$ ; model function	To be documented by the manufacturer for the type test	7
2	Requirements in respect of the design of the dosimetry system	Dose indication; information on reader, dosimeter and evaluation algorithm	To be documented by the manufacturer for the type test and checked during type test	8
3	Effects of radiation not intended to be measured	Response to thermal neutrons, $^{252}\text{Cf}$ and $^{252}\text{Cf}$ ( $\text{D}_2\text{O}$ -moderated)	Response to be stated by the manufacturer	8.7
4	Relative response due to non-linearity	$0,1 \text{ mSv} \leq H \leq 1 \text{ Sv}$	–9 % to +11 %	9.3
5	Coefficient of variation, $v$	$H < 0,1 \text{ mSv}$ $0,1 \text{ mSv} \leq H < 1,1 \text{ mSv}$ $H \geq 1,1 \text{ mSv}$	15 % $\left(16 - \frac{H}{0,1 \text{ mSv}}\right) \%$ 5 %	9.2
6	Overload, after-effects, and reusability	10 times the upper limit of the measuring range: $10 \cdot H_{up}$ , however at maximum 10 Sv	Observed to be off-scale on the high end side of the measuring range and after-effects may not cause fault measurements	9.4
7	Relative response due to mean photon radiation energy and angle of incidence	80 keV to 1,25 MeV and $0^\circ$ to $\pm 60^\circ$ from reference direction	–29 % to +67 %	9.5.1
8	Relative response due to mean beta radiation energy	0,8 MeV	Indicated value maximal 10 % of $H_p(0,07)$ dose equivalent	9.5.2
9	As in lines 7 and 8 but new reference direction opposite to that one used	See lines 7 and 8, if no statement by the manufacturer	See lines 7 and 8, if no statement by the manufacturer	8.4 f)
10	Radiation incidence from the side of the dosimeter	Radiation incidence from $60^\circ$ to $120^\circ$	Indication less than 1,2 times of indication due to irradiation from the front	9.7
11	Additivity of the indicated value	Irradiation with different radiation qualities	–9 % to +11 %	10
12	Relative response due to environmental performance requirements	Temperature, light, time; for details see Table 6	$\pm 20 \%$	11
13	Deviation due to electromagnetic performance requirements	See Table 7	$\pm 1,1 \cdot H_{low}$	12
14	Deviation due to mechanical performance requirements	Drop, vibration; for details see Table 8	$\pm 0,8 \cdot H_{low}$	13
15	Software, data and interfaces	Authenticity of the software; correctness and integrity of data	To be documented by the manufacturer for the type test and checked during type test	14
16	Instruction manual	Information for correct use; information about the performance of the system	To be documented by the manufacturer for the type test and checked during type test	15

The non-symmetrical borders of relative responses  $r$  are derived from symmetrical borders of calibration factors ( $1/r$ ), for example:

$$\pm 40 \% \text{ for } 1/r \equiv 1/r \in [0,6...1,4] \Rightarrow r \in [1/0,6...1/1,4] \equiv [0,71..1,67] \equiv -29 \% \text{ up to } +67 \% \text{ for } r.$$

**Tableau 4 – Exigences de performances pour les dosimètres mesurant  $H_p(0,07)$**

Ligne	Caractéristique en cours d'essai	Principales caractéristiques ou domaine de mesure, ou domaine de variation assigné d'une grandeur d'influence	Exigence de performance pour tout le domaine de variation assigné	Article/Paragraphe
1	Caractérisation du système dosimétrique	Domaine de mesure; grandeurs d'influence; $t_{max}$ ; fonction modèle	A indiquer par le fabricant pour l'essai de type	7
2	Exigences pour la conception du système dosimétrique	Indication de dose; informations sur le lecteur; dosimètre et algorithme d'évaluation	A indiquer par le fabricant pour l'essai de type et à vérifier au cours de l'essai de type	8
3	Effet des rayonnements qui ne sont pas à mesurer	Réponse aux neutrons thermiques, $^{252}\text{Cf}$ et $^{252}\text{Cf}$ ( $\text{D}_2\text{O}$ -modéré)	Réponse à définir par le fabricant	8.7
4	Réponse due à la non-linéarité	$1 \text{ mSv} \leq H \leq 10 \text{ Sv}$	-9 % à +11 %	9.3
5	Coefficient de variation, $v$	$H < 1 \text{ mSv}$ $1 \text{ mSv} \leq H < 11 \text{ mSv}$ $H \geq 11 \text{ mSv}$	15 % $\left(16 - \frac{H}{1 \text{ mSv}}\right) \%$ 5 %	9.2
6	Surexposition, rémanence et réutilisation	10 fois la limite supérieure du domaine de mesure: $10 \cdot H_{up}$ , mais 10 Sv au maximum	Mesure hors échelle par les valeurs supérieures du domaine de mesure et la rémanence ne peut créer d'erreur de mesure	9.4
7	Réponse due à l'énergie moyenne du rayonnement photon et angle d'incidence	30 keV à 250 keV et $0^\circ$ à $\pm 60^\circ$ de la direction de référence	-29 % à +67 %	9.6.1
8	Réponse due à l'énergie moyenne du rayonnement bêta	0,24 MeV à 0,8 MeV et $0^\circ$ à $\pm 60^\circ$ de la direction de référence	-29 % à +67 %	9.6.2
9	Comme aux lignes 7 et 8 mais avec la direction de référence à l'opposé de la précédente	Voir lignes 7 et 8, si le fabricant n'a rien précisé	Voir lignes 7 et 8, si le fabricant n'a rien précisé	8.4 f)
10	Incidence du rayonnement sur le côté du dosimètre	Incidence du rayonnement de $60^\circ$ à $120^\circ$	Indication inférieure à 1,2 fois l'indication due à une irradiation frontale	9.7
11	Additivité de la valeur indiquée	Irradiation avec différentes qualités de rayonnement	-9 % à +11 %	10
12	Réponse due aux exigences sur les performances environnementales	Température, lumière, temps; pour plus de détails, voir Tableau 6	$\pm 20 \%$	11
13	Indication supplémentaire due aux exigences de performances électromagnétiques	Voir Tableau 7	$\pm 1,1 \cdot H_{min}$	12
14	Indication supplémentaire due aux exigences de performances mécaniques	Chute, vibration; pour plus de détails, voir Tableau 8	$\pm 0,8 \cdot H_{min}$	13
15	Logiciel, données et interfaces	Authenticité du logiciel; exactitude et intégrité des données	À indiquer par le fabricant pour l'essai de type et à vérifier au cours de l'essai de type	14
16	Manuel d'instructions	Informations de bonne utilisation; informations sur les performances du système	À indiquer par le fabricant pour l'essai de type et à vérifier au cours de l'essai de type	15

Les limites non symétriques des réponses relatives  $r$  sont déduites des limites symétriques des facteurs d'étalonnage ( $1/r$ ), par exemple:

$$\pm 40 \% \text{ pour } 1/r \equiv 1/r \in [0,6...1,4] \Rightarrow r \in [1/0,6...1/1,4] \equiv [0,71...1,67] \equiv -29 \% \text{ jusqu'à } +67 \% \text{ de } r.$$

**Table 4 – Performance requirements for  $H_p(0,07)$  dosimeters**

Line	Characteristic under test	Main characteristics or minimal measuring range or minimal rated range of influence quantity	Performance requirement for the whole rated range	Clause/sub-clause
1	Characterization of the dosimetry system	Measuring range; influence quantities; $t_{max}$ ; model function	To be documented by the manufacturer for the type test	7
2	Requirements in respect of the design of the dosimetry system	Dose indication; information on reader, dosimeter and evaluation algorithm	To be documented by the manufacturer for the type test and checked during type test	8
3	Effects of radiation not intended to be measured	Response to thermal neutrons, $^{252}\text{Cf}$ and $^{252}\text{Cf}$ ( $\text{D}_2\text{O}$ -moderated)	Response to be stated by the manufacturer	8.7
4	Relative response due to non-linearity	$1 \text{ mSv} \leq H \leq 10 \text{ Sv}$	–9 % to +11 %	9.3
5	Coefficient of variation, $v$	$H < 1 \text{ mSv}$ $1 \text{ mSv} \leq H < 11 \text{ mSv}$ $H \geq 11 \text{ mSv}$	15 % $\left(16 - \frac{H}{1 \text{ mSv}}\right) \%$ 5 %	9.2
6	Overload, after-effects, and reusability	10 times the upper limit of the measuring range: $10 \cdot H_{up}$ , however at maximum 10 Sv	Observed to be off-scale on the high end side of the measuring range and after-effects may not cause fault measurements	9.4
7	Relative response due to mean photon radiation energy and angle of incidence	30 keV to 250 keV and $0^\circ$ to $\pm 60^\circ$ from reference direction	–29 % to +67 %	9.6.1
8	Relative response due to mean beta radiation energy	0,24 MeV to 0,8 MeV and $0^\circ$ to $\pm 60^\circ$ from reference direction	–29 % to +67 %	9.6.2
9	As in lines 7 and 8 but new reference direction opposite to that one used	See lines 7 and 8, if no statement by the manufacturer	See lines 7 and 8, if no statement by the manufacturer	8.4 f)
10	Radiation incidence from the side of the dosimeter	Radiation incidence from $60^\circ$ to $120^\circ$	Indication less than 1,2 times the indication due to irradiation from the front	9.7
11	Additivity of the indicated value	Irradiation with different radiation qualities	–9 % to +11 %	10
12	Relative response due to environmental performance requirements	Temperature, light, time; for details see Table 6	$\pm 20 \%$	11
13	Deviation due to electromagnetic performance requirements	See Table 7	$\pm 1,1 \cdot H_{low}$	12
14	Deviation due to mechanical performance requirements	Drop, vibration; for details see Table 8	$\pm 0,8 \cdot H_{low}$	13
15	Software, data and interfaces	Authenticity of the software; correctness and integrity of data	To be documented by the manufacturer for the type test and checked during type test	14
16	Instruction manual	Information for correct use; information about the performance of the system	To be documented by the manufacturer for the type test and checked during type test	15

The non-symmetrical borders of relative responses  $r$  are derived from symmetrical borders of calibration factors ( $1/r$ ), for example:

$$\pm 40 \% \text{ for } 1/r \equiv 1/r \in [0,6...1,4] \Rightarrow r \in [1/0,6...1/1,4] \equiv [0,71..1,67] \equiv -29 \% \text{ up to } +67 \% \text{ for } r.$$

**Tableau 5 – Exigences de performances des dosimètres mesurant  $H^*(10)$**

Ligne	Caractéristique en cours d'essai	Principales caractéristiques ou domaine de mesure, ou domaine de variation assigné d'une grandeur d'influence	Exigence de performance pour tout le domaine de variation assigné	Article/ Paragraphe
1	Caractérisation du système dosimétrique	Domaine de mesure; grandeurs d'influence; $t_{max}$ ; fonction modèle	À indiquer par le fabricant pour l'essai de type	7
2	Exigences pour la conception du système dosimétrique	Indication de dose; informations sur le lecteur; dosimètre et algorithme d'évaluation	À indiquer par le fabricant pour l'essai de type et à vérifier au cours de l'essai de type	8
3	Effet des rayonnements qui ne sont pas à mesurer	Réponse aux neutrons thermiques, $^{252}\text{Cf}$ et $^{252}\text{Cf}$ ( $\text{D}_2\text{O}$ -modéré)	Réponse à définir par le fabricant	8.7
4	Réponse due à la non-linéarité	$0,1 \text{ mSv} \leq H \leq 1 \text{ Sv}$ $0,5 \text{ mSv} \leq H \leq 20 \text{ mSv}$	-9 % à +11 % $\pm 5 \%$	9.3
5	Coefficient de variation, $\nu$	$H < 0,5 \text{ mSv}$ $0,5 \text{ mSv} \leq H < 20 \text{ mSv}$ $H \geq 20 \text{ mSv}$	5 % 3 % 5 %	9.2
6	Surexposition, rémanence et réutilisation	10 fois la limite supérieure du domaine de mesure: $10 \cdot H_{up}$ , mais 10 Sv au maximum	Mesure hors échelle par les valeurs supérieures du domaine de mesure et la rémanence ne peut créer d'erreur de mesure	9.4
7	Réponse due à l'énergie moyenne du rayonnement photon et angle d'incidence	80 keV à 1,25 MeV et $0^\circ$ à $\pm 75^\circ$ et $180^\circ \pm 75^\circ$ et de $75^\circ$ à $105^\circ$	-29 % à +67 % -33 % à +100 %	9.5.1
8	Réponse due à l'énergie moyenne du rayonnement bêta	0,8 MeV	Valeur indiquée maximale 10 % de $H_p(0,07)$ en équivalent de dose	9.5.2
9	Additivité de la valeur indiquée	Irradiation avec différentes qualités de rayonnement	-9 % à +10 %	10
10	Réponse relative due aux exigences sur les performances environnementales	Température, lumière, temps; pour plus de détails, voir Tableau 6	$\pm 20 \%$	11
11	Indication supplémentaire due aux exigences de performances électromagnétiques	Voir Tableau 7	$\pm 1,1 \cdot H_{min}$	12
12	Indication supplémentaire due aux exigences de performances mécaniques	Chute, vibration; pour plus de détails, voir Tableau 8	$\pm 0,8 \cdot H_{min}$	13
13	Logiciel, données et interfaces	Authenticité du logiciel; exactitude et intégrité des données	A indiquer par le fabricant pour l'essai de type et à vérifier au cours de l'essai de type	14
14	Manuel d'instructions	Informations de bonne utilisation; informations sur les performances du système	A indiquer par le fabricant pour l'essai de type et à vérifier au cours de l'essai de type	15

Les limites non symétriques des réponses relatives sont déduites des limites symétriques des facteurs d'étalonnage ( $1/r$ ), par exemple:

$$\pm 40 \% \text{ pour } 1/r \equiv 1/r \in [0,6...1,4] \Rightarrow r \in [1/0,6...1/1,4] \equiv [0,71...1,67] \equiv -29 \% \text{ jusqu'à } +67 \% \text{ de } r.$$

**Table 5 – Performance requirements for  $H^*(10)$  dosimeters**

Line	Characteristic under test	Main characteristics or minimal measuring range or minimal rated range of influence quantity	Performance requirement for the whole rated range	Clause/sub-clause
1	Characterization of the dosimetry system	Measuring range; influence quantities; $t_{max}$ ; model function	To be documented by the manufacturer for the type test	7
2	Requirements in respect of the design of the dosimetry system	Dose indication; information on reader, dosimeter and evaluation algorithm	To be documented by the manufacturer for the type test and checked during type test	8
3	Effects of radiation not intended to be measured	Response to thermal neutrons, $^{252}\text{Cf}$ and $^{252}\text{Cf}$ ( $\text{D}_2\text{O}$ -moderated)	Response to be stated by the manufacturer	8.7
4	Relative response due to non-linearity	$0,1 \text{ mSv} \leq H \leq 1 \text{ Sv}$ $0,5 \text{ mSv} \leq H \leq 20 \text{ mSv}$	–9 % to +11 % $\pm 5\%$	9.3
5	Coefficient of variation, $\nu$	$H < 0,5 \text{ mSv}$ $0,5 \text{ mSv} \leq H < 20 \text{ mSv}$ $H \geq 20 \text{ mSv}$	5 % 3 % 5 %	9.2
6	Overload, after-effects, and reusability	10 times the upper limit of the measuring range: $10 \cdot H_{up}$ , however at maximum 10 Sv	Observed to be off-scale on the high end side of the measuring range and after-effects may not cause fault measurements	9.4
7	Relative response due to mean photon radiation energy and angle of incidence	80 keV to 1,25 MeV and $0^\circ \pm 75^\circ$ and $180^\circ \pm 75^\circ$ and from $75^\circ$ to $105^\circ$	–29 % to +67 % –33 % to +100 %	9.5.1
8	Relative response due to mean beta radiation energy	0,8 MeV	Indicated value maximal 10 % of $H_p(0,07)$ dose equivalent	9.5.2
9	Additivity of the indicated value	Irradiation with different radiation qualities	–9 % to +11 %	10
10	Relative response due to environmental performance requirements	Temperature, light, time; for details see Table 6	$\pm 20\%$	11
11	Deviation due to electromagnetic performance requirements	See Table 7	$\pm 1,1 \cdot H_{low}$	12
12	Deviation due to mechanical performance requirements	Drop, vibration; for details see Table 8	$\pm 0,8 \cdot H_{low}$	13
13	Software, data and interfaces	Authenticity of the software; correctness and integrity of data	To be documented by the manufacturer for the type test and checked during type test	14
14	Instruction manual	Information for correct use; information about the performance of the system	To be documented by the manufacturer for the type test and checked during type test	15

The non-symmetrical borders of relative responses  $r$  are derived from symmetrical borders of calibration factors ( $1/r$ ), for example:

$$\pm 40\% \text{ for } 1/r \equiv 1/r \in [0,6...1,4] \Rightarrow r \in [1/0,6...1/1,4] \equiv [0,71...1,67] \equiv -29\% \text{ up to } +67\% \text{ for } r.$$

**Tableau 6 – Exigences de performances à l’environnement pour les dosimètres et les lecteurs**

Ligne	Caractéristiques en cours d’essai	Domaine minimal de variation assigné de la grandeur d’influence	Variation maximale autorisée de la réponse relative pour tout le domaine de variation assigné	Article/ Paragraphe
1	Effet total des grandeurs d’influence électriques et d’environnement données aux lignes 2 à 9	Comme aux lignes 2 à 9	$20\% \geq \sqrt{\sum_{\text{lignes 2 à 9}} \left(\frac{1}{r_q} - 1\right)^2}$	11.1.1 et 11.10
2	Réponse due à la température ambiante et à l’humidité relative (dosimètre)	a) Utilisation à l’intérieur +5 °C à +40 °C b) Utilisation à l’extérieur (dosimètres individuels) -10 °C à +40 °C c) Dosimètres ambiants -20 °C à +50 °C  et 40 % à 90 % d’humidité relative, sans condensation (maximum 30 g/m <sup>3</sup> d’eau)	-17 % à +25 %	11.2
3	Réponse due à l’exposition à la lumière (dosimètre)	0 W/m <sup>2</sup> à 1 000 W/m <sup>2</sup> (spectre correspondant à la lumière solaire)	-9 % à +11 %	11.3
4	Empilement de dose, effacement progressif avec le temps, auto irradiation et réponse au rayonnement naturel (dosimètre)	Temps de mesure maximal possible: $t_{\max} \geq 1$ mois	-9 % à +11 % et $v(H_{\min})$ selon ligne 5 des Tableaux 3 à 5 et $ E_{\text{nat}} - C_{\text{nat}}  \leq H_{\min}$	11.4
5	Étanchéité (dosimètre)	Doit prévenir les entrées	Précautions à définir	11.5
6	Réponse due à la stabilité du lecteur (lecteur)	Stabilité sur une période de $t_{\max}$	-9 % à +11 %	11.6
7	Réponse due à la température ambiante (lecteur)	+10 °C à +40 °C pendant 4 h	-9 % à +11 % et $v(H_{\min})$ selon ligne 5 des Tableaux 3 à 5	11.7
8	Réponse due à l’exposition à la lumière (lecteur)	0 W/m <sup>2</sup> à 1 000 W/m <sup>2</sup> (spectre correspondant à la lumière solaire)	-9 % à +11 % et $v(H_{\min})$ selon ligne 5 des Tableaux 3 à 5	11.8
9	Réponse due à une variation de la tension d’alimentation (lecteur)	Tension d’alimentation: -15 % à +10 % de la valeur nominale (par exemple 110 V ou 230 V)  Fréquence: -2 % à +2 % de la valeur nominale (par exemple 50 Hz ou 60 Hz)	-9 % à +11 % et $v(H_{\min})$ selon ligne 5 des Tableaux 3 à 5	11.9

**Table 6 – Environmental performance requirements for dosimeters and readers**

Line	Characteristic under test	Minimal rated range of influence quantity	Maximum permitted variation of relative response for the whole rated range	Clause/sub-clause
1	Total effect of electrical and environmental influence quantities as given in lines 2 to 9	As in lines 2 to 9	$20\% \geq \sqrt{\sum_{\text{lines 2 to 9}} \left(\frac{1}{r_q} - 1\right)^2}$	11.1.1 and 11.10
2	Relative response due to ambient temperature and relative humidity (dosimeter)	a) Indoor use +5 °C to +40 °C b) Outdoor use (personal dosimeters) –10 °C to +40 °C c) Ambient dosimeters –20 °C to +50 °C and 40 % to 90 % relative humidity, not condensing (maximal 30 g/m <sup>3</sup> water)	–17 % to +25 %	11.2
3	Relative response due to light exposure (dosimeter)	0 W/m <sup>2</sup> to 1 000 W/m <sup>2</sup> (spectrum corresponding to bright sunlight)	–9 % to +11 %	11.3
4	Dose build up, fading, self-irradiation and response to natural radiation (dosimeter)	Maximum rated measurement time: $t_{\max} \geq 1$ month	–9 % to +11 % and $v(H_{\text{low}})$ according to line 5 of Tables 3 to 5 and $ E_{\text{nat}} - C_{\text{nat}}  \leq H_{\text{low}}$	11.4
5	Sealing (dosimeter)	Ingress shall be prevented	Precautions to be stated	11.5
6	Relative response due to reader stability (reader)	Stability over a period of $t_{\max}$	–9 % to +11 %	11.6
7	Relative response due to ambient temperature (reader)	+10 °C to +40 °C for 4 h	–9 % to +11 % and $v(H_{\text{low}})$ according to line 5 of Tables 3 to 5	11.7
8	Relative response due to light exposure (reader)	0 W/m <sup>2</sup> to 1 000 W/m <sup>2</sup> (spectrum corresponding to bright sunlight)	–9 % to +11 % and $v(H_{\text{low}})$ according to line 5 of Tables 3 to 5	11.8
9	Relative response due to a change in the primary power supply (reader)	Power supply voltage: –15 % to +10 % from nominal value (e.g. 110 V or 230 V) Frequency: –2 % to +2 % from nominal value (e.g. 50 Hz or 60 Hz)	–9 % to +11 % and $v(H_{\text{low}})$ according to line 5 of Tables 3 to 5	11.9

**Tableau 7 – Exigences de performances pour les perturbations électromagnétiques pour les lecteurs selon l'Article 12**

Ligne	Grandeur d'influence	Domaine minimal de variation assigné de la grandeur d'influence	Essai selon	Variation maximale autorisée, $D_p$ , pour tout le domaine de variation assigné
1	Effet total de toutes les perturbations électromagnétiques données aux lignes 2 à 8	Comme aux lignes 2 à 8	Comme aux lignes 2 à 9	$1,1 H_{\min} \geq \sqrt{\sum_{\text{lignes 2 à 9}} D_p^2}$
2	Décharge électrostatique	0 kV à ± 8 kV décharge dans l'air 0 kV à ± 4 kV décharge au contact	CEI 61000-4-2	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$
3	Champ électromagnétique de radiofréquence modulé en amplitude	80 MHz à 1 000 MHz 0 V/m à 10 V/m (efficace, non modulé) 80 % AM (1 kHz)	CEI 61000-4-3	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$
4	Champ électromagnétique de radiofréquence modulé en amplitude	800 MHz à 960 MHz et 1 GHz à 2,4 GHz 0 V/m à 20 V/m (efficace, non modulé) 80 % AM (1 kHz)	CEI 61000-4-3	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$
5	Perturbations par conduction: transitoires rapides	0 kV à ± 2 kV (entrées de puissance c.a.) 0 kV à ± 1 kV (sortie de signal) <sup>a</sup> 0 kV à ± 1 kV (mises à la terre) 5/50 ns ( $t_r/t_h$ ) 5 kHz fréquence répétitive	CEI 61000-4-4	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$
6	Perturbations par conduction: surtensions	0 kV à ± 2 kV (entrées de puissance c.a., ligne de terre) 0 kV à ± 1 kV (entrées de puissance c.a., ligne à ligne) 0 kV à ± 1 kV (sortie de signal, ligne de terre) 1,2/50 (8/20) µs ( $t_r/t_h$ )	CEI 61000-4-5	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$
7	Perturbations par conduction: radio-fréquences, mode commun	150 kHz à 80 MHz 0 V à 10 V (efficace, non modulé) 80 % AM (1 kHz) (sortie de signal, entrées de puissance c.a. et mises à la terre)	CEI 61000-4-6	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$
8	Champ magnétique à la fréquence du secteur	50 Hz, 60 Hz 30 A/m	CEI 61000-4-8	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$
9	Perturbations par conduction: chutes de tension	30 % de réduction pour 0,5 périodes 60 % de réduction pour 5 périodes	CEI 61000-4-11	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$

<sup>a</sup> Seulement si des câbles de plus de 3 m sont autorisés par le fabricant.

**Tableau 8 – Performances mécaniques, exigences pour les dosimètres et les lecteurs**

Ligne	Grandeur d'influence	Domaine minimal de variation assigné de la grandeur d'influence	Variation maximale autorisée, $D_p$ , pour tout le domaine de variation assigné	Paragraphe
1	Effet total de toutes les perturbations mécaniques données aux lignes 2 et 3	Comme aux lignes 2 et 3	$0,8 H_{\min} \sqrt{\sum_{\text{lignes 2 à 3}} D_p^2}$	13.1.1 et 13.4
2	Chute sur une surface (dosimètre)	1,0 m sur une surface de ciment (CEI 60068-2-32)	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$	13.2
3	Vibration (dosimètres et lecteurs de moins de 15 kg)	50 m s <sup>-2</sup> à la fréquence de 50 Hz	$\pm 0,7 \cdot H_{\min}$	13.3

**Table 7 – Electromagnetic disturbance performance requirements for readers according to Clause 12**

Line	Influence quantity	Minimal rated range of influence quantity	Test according to	Maximum permitted deviation, $D_p$ , for the whole rated range
1	Total effect of all electromagnetic disturbances as given in lines 2 to 8	As in lines 2 to 8	As in lines 2 to 8	$1,1 H_{low} \geq \sqrt{\sum_{\text{line 2 to 9}} D_p^2}$
2	Electrostatic discharge	0 kV to $\pm 8$ kV air discharge 0 kV to $\pm 4$ kV contact discharge	IEC 61000-4-2	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$
3	Radio-frequency amplitude modulated electromagnetic field	80 MHz to 1 000 MHz 0 V/m to 10 V/m (rms, unmodulated) 80 % AM (1 kHz)	IEC 61000-4-3	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$
4	Radio-frequency amplitude modulated electromagnetic field	800 MHz to 960 MHz and 1,4 GHz to 2,4 GHz 0 V/m to 20 V/m (rms, unmodulated) 80 % AM (1 kHz)	IEC 61000-4-3	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$
5	Conducted disturbances: fast transients	0 kV to $\pm 2$ kV (AC power ports) 0 kV to $\pm 1$ kV (signal ports) <sup>a</sup> 0 kV to $\pm 1$ kV (functional earth ports) 5/50 ns ( $t_r/t_h$ ) 5 kHz repetition frequency	IEC 61000-4-4	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$
6	Conducted disturbances: surges	0 kV to $\pm 2$ kV (AC power ports, line-to-earth) 0 kV to $\pm 1$ kV (AC power ports, line-to-line) 0 kV to $\pm 1$ kV (signal ports, line-to-earth) 1,2/50 (8/20) $\mu$ s ( $t_r/t_h$ )	IEC 61000-4-5	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$
7	Conducted disturbances: radio-frequencies common mode	150 kHz to 80 MHz 0 V to 10 V (rms, unmodulated) 80 % AM (1 kHz) (signal ports, AC power ports and functional earth ports)	IEC 61000-4-6	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$
8	Power-frequency magnetic field	50 Hz, 60 Hz 30 A/m	IEC 61000-4-8	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$
9	Conducted disturbances: voltage dips	30 % reduction for 0,5 periods 60 % reduction for 5 periods	IEC 61000-4-11	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$
<sup>a</sup> Only if cables longer than 3 m are allowed by the manufacturer.				

**Table 8 – Mechanical disturbances performance requirements for dosimeters and readers**

Line	Influence quantity	Minimal rated range of influence quantity	Maximum permitted deviation, $D_p$ , for the whole rated range	Clause/ sub-clause
1	Total effect of all mechanical disturbances as given in lines 2 and 3	As in lines 2 and 3	$0,8 H_{low} \geq \sqrt{\sum_{\text{line 2 to 3}} D_p^2}$	13.1.1 and 13.4
2	Drop on surface (dosimeter)	1,0 m onto a concrete surface (IEC 60068-2-32)	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$	13.2
3	Vibration (dosimeter and readers less than 15 kg)	50 m s <sup>-2</sup> at a frequency of 50 Hz	$\pm 0,7 \cdot H_{low}$	13.3

## 7 Aptitude d'un système dosimétrique

### 7.1 Généralités

Les domaines présentés dans les paragraphes suivants doivent être définis par le fabricant. Les essais du système dosimétrique pour vérifier sa conformité à la présente norme concernent ces domaines.

Ces domaines doivent être indiqués dans la documentation (manuel d'instructions) sur le système dosimétrique pour que son utilisateur soit bien au fait des limites des performances de son instrumentation.

### 7.2 Domaine de mesure et type de rayonnement

Selon la grandeur de dose, les limites du domaine de mesure doivent au moins couvrir les domaines minimaux donnés à la ligne 4 des Tableaux 3 à 5.

Le type de rayonnement pour lequel le dosimètre est conçu doit être précisé.

### 7.3 Domaine de variation assigné des grandeurs d'influence

Le domaine de variation assigné de toute grandeur d'influence doit être précisé par le fabricant dans la documentation. Le domaine minimal de variation de chaque grandeur d'influence est donné dans la troisième colonne des Tableaux 3 à 8. Toutes les exigences de la présente norme doivent être satisfaites sur tous les domaines de variation assignés.

### 7.4 Temps de mesure maximal assigné $t_{\max}$

Le fabricant doit indiquer quelle est la durée maximale assignée d'une mesure de dose  $t_{\max}$  pour laquelle les exigences de la présente norme sont satisfaites. Plus particulièrement, les exigences concernant le coefficient de variation doivent être satisfaites.

Ce temps doit être au minimum d'un mois.

### 7.5 Réutilisation

Un dosimètre est considéré comme réutilisable tant que ses performances satisfont aux exigences de la présente norme. Si les dosimètres ne peuvent être réutilisés indéfiniment, ou si leur utilisation dépend de l'histoire du dosimètre, cela doit être précisé par le fabricant. Le fabricant doit préciser une valeur de dose au-delà de laquelle les dosimètres ne peuvent plus être réutilisés. Le fabricant doit indiquer le nombre d'utilisations et préciser une valeur de dose au-delà de laquelle les dosimètres ne peuvent plus être réutilisés. En particulier, les exigences relatives au coefficient de variation doivent être satisfaites pour tous les dosimètres réutilisés.

NOTE Un exemple de limitation de la réutilisation est l'augmentation significative du zéro d'un détecteur TL après avoir reçu une dose élevée.

### 7.6 Fonction modèle

Le fabricant doit préciser la forme générale de la fonction modèle pour les mesures avec le système de dosimétrie. Le fabricant peut utiliser l'exemple donné dans la note 1 de 3.44 ou d'autres fonctions. Le fabricant doit préciser toute interdépendance entre les variables de la fonction modèle. Les variables sont le coefficient d'étalonnage, les réponses relatives et les variations.

## 7 Capability of a dosimetry system

### 7.1 General

The ranges explained in the following subclauses shall be stated by the manufacturer. The dosimetry system is tested for these ranges to fulfil the requirements given in this standard.

These ranges shall be given in the documentation of the dosimetry system (instruction manual), so the user of the dosimetry system is aware of the capabilities of the instrument.

### 7.2 Measuring range and type of radiation

Depending on the dose quantity, the limits of the measuring range shall at least cover the minimal ranges given in line 4 of Tables 3 to 5.

The type of radiation the dosimeter is designed for shall be stated.

### 7.3 Rated ranges of the influence quantities

The rated range of any influence quantity shall be stated by the manufacturer in the documentation. The minimal range for each influence quantity is given in the third column of Tables 3 to 8. All requirements of this standard shall be fulfilled over all the rated ranges.

### 7.4 Maximum rated measurement time $t_{\max}$

The manufacturer shall state the maximum rated duration of a dose measurement  $t_{\max}$  during which the requirements of this standard are fulfilled. Especially, the requirements on the coefficient of variation shall be fulfilled.

This time shall be at least 1 month.

### 7.5 Reusability

A dosimeter is considered to be reusable as long as its performance meets the requirements of this standard. If the dosimeter cannot be reused indefinitely or if usability depends on the history of the dosimeter, this fact shall be stated by the manufacturer. The manufacturer shall give the total number of uses and a dose value above which dosimeters cannot be reused. In particular, the requirements related to the coefficient of variation shall be fulfilled for all dosimeters that are reused.

NOTE An example of limited reusability is a significant increase of the zero-signal in a TL detector after receiving a high dose.

### 7.6 Model function

The manufacturer shall state the general form of the model function for the measurement with the dosimetry system. The manufacturer can use the example given in note 1 to 3.44 or other functions. The manufacturer shall state any interdependencies between the variables of the model function. The variables are the calibration factor, the relative responses and the deviations.

## 7.7 Exemple de caractérisation d'un système dosimétrique

Les nombres suivants sont choisis arbitrairement, couvrant au moins les domaines assignés minimaux, et ils diffèrent d'un système de dosimétrie à un autre.

Un système dosimétrique peut être utilisé pour la mesure de  $H_p(10)$  dû au rayonnement photonique:

Domaine de mesure:  $0,05 \text{ mSv} \leq H_p(10) \leq 4 \text{ Sv}$ .

Les domaines d'utilisation pour les différentes grandeurs d'influence sont les suivants:

- énergie des photons et angle d'incidence: 50 keV à 1,4 MeV et  $0^\circ$  à  $\pm 60^\circ$ ;
- température ambiante et humidité relative (pour les dosimètres):  $-15^\circ\text{C}$  à  $50^\circ\text{C}$  et 40 % à 90 % HR;
- température ambiante (pour le lecteur):  $+10^\circ\text{C}$  à  $+40^\circ\text{C}$ ;
- exposition à la lumière (dosimètre et lecteur): jusqu'à  $1\,000 \text{ W/m}^2$ ;
- perturbations électromagnétiques (lecteur): domaines minima, voir Tableau 7;
- perturbations mécaniques: domaines minima, voir Tableau 8.

Période de mesure maximale assignée: 6 mois.

Les dosimètres du système dosimétrique sont réutilisables jusqu'à un équivalent de dose unique de 200 mSv.

Fonction modèle:  $M = \frac{N_0}{r_n \cdot r_{E,\alpha} \cdot r_{env}} \cdot [E - D_{CEM} - D_{mec}]$  ; pour les détails, voir 3.44 et l'Annexe B.

où

- $M$  est la valeur du mesurande;
- $N_0$  est le coefficient d'étalonnage de référence;
- $r_n$  est la réponse relative due à la non-linéarité;
- $r_{E,\alpha}$  est la réponse relative due à l'énergie et à l'angle d'incidence;
- $r_{env}$  est la réponse relative due aux influences environnementales;
- $E$  est la valeur indiquée par le système dosimétrique;
- $D_{CEM}$  est la variation due aux perturbations électromagnétiques;
- $D_{mec}$  est la variation due aux perturbations mécaniques.

## 8 Exigences de conception du système dosimétrique

### 8.1 Généralités

Les informations requises dans cet article doivent être présentées par le fabricant sous forme écrite en vue des essais de type (pas nécessairement dans le manuel d'instructions). Les exigences correspondantes peuvent être facilement vérifiées par observation du système dosimétrique en fonctionnement.

## 7.7 Example for the characterization of a dosimetry system

The following numbers are arbitrarily chosen, covering at least the minimal rated ranges, and differ from one to another dosimetry system.

The dosimetry system can be used to measure  $H_p(10)$  due to photon radiation:

Measuring range:  $0,05 \text{ mSv} \leq H_p(10) \leq 4 \text{ Sv}$ .

The following ranges of use for the different influence quantities are covered:

- photon energy and angle of incidence: 50 keV to 1,4 MeV and  $0^\circ$  to  $\pm 60^\circ$ ;
- ambient temperature and relative humidity (dosemeters):  $-15^\circ\text{C}$  to  $50^\circ\text{C}$  and 40 % to 90 % RH;
- ambient temperature (reader):  $+10^\circ\text{C}$  to  $+40^\circ\text{C}$ ;
- light exposure (dosemeters and reader): up to  $1\,000 \text{ W/m}^2$ ;
- electromagnetic disturbances (reader): minimal ranges, see Table 7;
- mechanical disturbances: minimal ranges, see Table 8.

Maximum rated measurement time: 6 months.

The dosemeters of the dosimetry system are reusable unless irradiated up to a single dose equivalent of 200 mSv.

Model function:  $M = \frac{N_0}{r_n \cdot r_{E,\alpha} \cdot r_{\text{env}}} \cdot [E - D_{\text{EMC}} - D_{\text{mech}}]$  ; for details, see 3.44 and Annex B.

where

- $M$  is the value of the measurand;
- $N_0$  is the reference calibration factor;
- $r_n$  is the relative response due to non-linearity;
- $r_{E,\alpha}$  is the relative response due to energy and angle of incidence;
- $r_{\text{env}}$  is the relative response due to environmental influences;
- $E$  is the indicated value of the dosimetry system;
- $D_{\text{EMC}}$  is the deviation due to electromagnetic disturbances;
- $D_{\text{mech}}$  is the deviation due to mechanical disturbances.

## 8 Requirements in respect of the design of the dosimetry system

### 8.1 General

The information required in this clause shall be documented by the manufacturer for the type test in written form (not necessarily in the instruction manual). The requirements given can easily be checked by “looking” at the dosimetry system during use.

## 8.2 Indication de la valeur de la dose (système dosimétrique)

La valeur indiquée doit être donnée en équivalent de dose, par exemple en microsieverts ( $\mu\text{Sv}$ ). L'affichage doit aussi clairement indiquer la grandeur mesurée.

Quand le lecteur permet des changements d'échelle, ce changement doit être automatique.

La valeur indiquée doit être affichée avec une résolution meilleure que 2 %. A la limite basse du domaine de mesure,  $H_{\min}$ , une valeur de 10 % est suffisante.

NOTE Cela signifie qu'au moins deux chiffres doivent s'afficher à la limite inférieure du domaine de mesure  $H_{\min}$ . Par exemple, pour  $H_{\min} = 0,1$  mSv, il faut que l'affichage indique 0,10 mSv. Au-dessus de  $10 \cdot H_{\min}$ , il faut que trois chiffres significatifs s'affichent: 1,00 mSv.

## 8.3 Attribution de la valeur de dose au dosimètre (système dosimétrique)

La valeur indiquée doit être attribuée individuellement au dosimètre selon son origine.

NOTE Pour cela, il faut que le repérage, lors du retrait des détecteurs du dosimètre, soit fait avec de grandes précautions. Après évaluation des données, il faut que le numéro du dosimètre et la valeur indiquée constituent un lot de données qui sera toujours manipulé d'un seul bloc.

## 8.4 Informations données sur l'instrumentation (lecteur et dosimètre)

L'information suivante doit être clairement visible sur le dosimètre et le lecteur (sur le dosimètre seulement s'il y a suffisamment de place):

- a) une identification attribuant le lecteur et le dosimètre au système dosimétrique;
- b) la grandeur mesurée et le domaine de mesure;
- c) le type de rayonnement (par exemple photon et/ou bêta) correspondant au dosimètre;
- d) le domaine de variation en énergie des particules assigné;
- e) dosimètre: le point de référence et l'orientation de référence du dosimètre (ou dans le manuel);
- f) dosimètre: si la conception du dosimètre ne permet pas à l'utilisateur de l'utiliser dans deux orientations, le dosimètre doit satisfaire aux exigences de la présente norme pour les deux orientations ou il doit être clairement précisé sur ce dosimètre que son utilisation dans la mauvaise orientation peut conduire à un résultat erroné;
- g) dosimètre: un numéro d'identification lisible par l'utilisateur doit toujours être apposé sur le dosimètre.

NOTE Par exemple pour les points b) à d):  $0,1 \text{ mSv} \leq H_p(0,07) \leq 3 \text{ Sv}$ ;  $65 \text{ keV} \leq E_{\text{Ph}} \leq 1,4 \text{ MeV}$ ;  $0,24 \text{ MeV} \leq E_{\text{Beta}} \leq 0,8 \text{ MeV}$ .

## 8.5 Contamination radioactive et décontamination (dosimètre)

Le dosimètre doit être conçu pour minimiser la rétention des contaminations et faciliter leur élimination. Un dosimètre peut être fourni avec une couverture protectrice mais, muni de cette couverture, il doit toujours satisfaire aux exigences de la présente norme.

## 8.6 Algorithme pour calculer la valeur indiquée (système dosimétrique)

Pour l'essai de type selon la présente norme, le fabricant doit fournir l'algorithme de calcul de la valeur indiquée à partir du signal du détecteur (ou des signaux des détecteurs).

Si plus d'un signal est utilisé pour calculer la valeur indiquée, pour l'essai de type, le fabricant doit donner la possibilité de lire séparément les signaux des détecteurs.

NOTE 1 Des détails sur le signal, la valeur calculée et l'algorithme de calcul sont donnés à l'Annexe B.

## 8.2 Indication of the dose value (dosimetry system)

The indicated value shall be given in units of dose equivalent, for example microsieverts ( $\mu\text{Sv}$ ). The display shall also clearly indicate the quantity being measured.

If the reader has range-change facilities, the range-change shall be automatic.

The indicated value shall be displayed with a resolution better than 2 %. At the lower limit of the measuring range,  $H_{\text{low}}$ , a value of 10 % is sufficient.

NOTE That means, at the lower limit of the measuring range,  $H_{\text{low}}$ , at least two significant digits must be shown. For example at  $H_{\text{low}} = 0,1 \text{ mSv}$  the display must show 0,10 mSv. Above  $10 \cdot H_{\text{low}}$ , three significant digits must be shown: 1,00 mSv

## 8.3 Assignment of the dose value to the dosimeter (dosimetry system)

The indicated value shall be distinctively assigned to the dosimeter it is originating from.

NOTE To assure this, the assignment during unpacking detectors from their dosimeter must be done very carefully. After data evaluation, the dosimeter number and the indicated value must be combined into one data set that is always handled together.

## 8.4 Information given on the instruments (reader and dosimeter)

The following information shall be clearly visible on the reader and dosimeter (on the dosimeter only if enough room is available):

- an identification to assign the reader and dosimeter to the dosimetry system;
- the quantity and measuring range that is measured;
- the type of radiation (e.g. photon and/or beta) the dosimeter is suitable for;
- the rated range of particle energy;
- only dosimeter: reference point and reference orientation (or in the manual);
- only dosimeter: if the dosimeter design dose not permit the user to use the dosimeter in two orientations, then the dosimeter shall fulfil the requirements of this standard for both orientations or it shall clearly be stated on the dosimeter that using it in the wrong orientation can cause erroneous results;
- only dosimeter: an identification number that can be read by the user shall always be on the dosimeter.

NOTE An example for b) to d) is:  $0,1 \text{ mSv} \leq H_p(0,07) \leq 3 \text{ Sv}$ ;  $65 \text{ keV} \leq E_{\text{Ph}} \leq 1,4 \text{ MeV}$ ;  $0,24 \text{ MeV} \leq E_{\text{Beta}} \leq 0,8 \text{ MeV}$ .

## 8.5 Retention and removal of radioactive contamination (dosimeter)

The dosimeter shall be designed to minimise the retention and facilitate the removal of contamination. A dosimeter may be provided with an additional protective cover, however, the covered dosimeter shall still meet the requirements of this standard.

## 8.6 Algorithm to evaluate the indicated value (dosimetry system)

For the type test according to this standard, the manufacturer shall deliver the evaluation algorithm of the indicated value starting from the signal(s) of the detector(s).

If more than one signal is used to evaluate the indicated value, the manufacturer has to supply the option to read out the separate signals of the detector(s) for the type test.

NOTE 1 Details to signal, evaluated value and evaluation algorithm are given in Annex B.

NOTE 2 Cet algorithme peut être confidentiel et être utilisé uniquement par le laboratoire d'essai pour l'objet des essais de type.

## 8.7 Utilisation des dosimètres en champ mixte de rayonnement (système dosimétrique)

Si un dosimètre est utilisé dans un champ de rayonnement pour lequel il n'est pas conçu, par exemple un dosimètre photon utilisé dans un champ mixte neutron/photon, l'effet du rayonnement qu'il n'est pas destiné à mesurer doit être établi par le fabricant dans le manuel (voir l'Article 15). Dans cet exemple, le rayonnement neutronique est une grandeur d'influence pour le dosimètre qui est conçu pour mesurer uniquement les photons. Le fabricant doit préciser quelle est la réponse au rayonnement neutronique pour les neutrons thermiques, les neutrons d'une source de californium et les neutrons d'une source de californium modéré  $D_2O$ . Dans le cas où des irradiations neutroniques sont nécessaires, celles-ci doivent être conformes à la série ISO 8529.

A partir de cette information, l'utilisateur, avec l'aide d'un second dosimètre conçu pour la mesure du rayonnement neutronique, peut déterminer l'influence sur la dose totale.

## 9 Exigences de performances et essais sous rayonnement (système dosimétrique)

### 9.1 Généralités

Toutes les grandeurs d'influence considérées dans cet article sont de type F.

Pour tout type de rayonnement, un nombre minimal de  $n$  ( $= 4$ ) dosimètres doit être exposé au rayonnement.

Si le système dosimétrique utilise plus d'un signal pour l'évaluation de la valeur indiquée, l'Article 10 doit être considéré. L'information nécessaire pour l'essai selon l'Article 10 doit être obtenue au cours de l'essai selon l'Article 9.

### 9.2 Coefficient de variation

Les fluctuations statistiques de la valeur indiquée doivent satisfaire aux exigences de la ligne 5 des Tableaux 3 à 5.

L'essai doit être réalisé conjointement avec l'essai concernant la non-linéarité de la réponse. La méthode d'essai est décrite dans le paragraphe suivant.

### 9.3 Réponse non linéaire

#### 9.3.1 Exigences

La variation de la réponse due à une variation de l'équivalent de dose ne doit pas être supérieure aux valeurs données à la ligne 4 des Tableaux 3 à 5 sur l'ensemble du domaine de mesure des rayonnements de référence photon ou bêta.

#### 9.3.2 Méthode d'essai

a) Source à utiliser

Pour  $H_p(10)$  et  $H^*(10)$ , les essais doivent être réalisés avec des sources de  $^{137}\text{Cs}$  ou  $^{60}\text{Co}$  pour les photons. Pour  $H_p(0,07)$ , les rayonnements à utiliser sont H-300 pour les photons et  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  pour les bêta. Durant les essais, le dosimètre doit être exposé au rayonnement sur le fantôme adapté (voir 5.1.5) dans la direction de référence.

NOTE 2 This algorithm may be confidential and only be used by the testing laboratory for the purpose of type testing.

## 8.7 Use of dosimeters in mixed radiation fields (dosimetry system)

If a dosimeter is used in radiation fields it is not designed for, for example a photon dosimeter being used in a mixed photon neutron field, the effect of the radiation not intended to be measured shall be stated by the manufacturer in the manual, see Clause 15. In the mentioned example, the neutron radiation is an influence quantity for the dosimeter designed for photon radiation only. The manufacturer shall state the response to neutron radiation for thermal neutrons, neutrons from a californium source and neutrons from a D<sub>2</sub>O moderated californium source. Where neutron irradiations are necessary, they shall be done according to ISO 8529 series.

With this information, the user can determine the influence to the total dose value with the aid of a second dosimeter intended to measure the neutron radiation.

## 9 Radiation performance requirements and tests (dosimetry system)

### 9.1 General

All influence quantities dealt with in this subclause are of type F.

For every radiation quality, at minimum  $n$  ( $= 4$ ) dosimeters shall be irradiated.

If the dosimetry system uses more than one signal for the evaluation of the indicated value, Clause 10 shall be taken into account. The necessary information for the test according to Clause 10 shall be gained during the tests according to this Clause 9.

### 9.2 Coefficient of variation

The statistical fluctuations of the indicated value shall fulfil the requirements given in line 5 of Tables 3 to 5.

The test shall be performed together with the test regarding non-linear response. The method of test is described in the following subclause.

### 9.3 Non-linear response

#### 9.3.1 Requirements

The variation of the response due to a change of the dose equivalent shall not exceed the values given in line 4 of Tables 3 to 5 over the entire measuring range for photon or beta reference radiation.

#### 9.3.2 Method of test

##### a) Source to be used

For  $H_p(10)$  and  $H^*(10)$ , the tests shall be performed with <sup>137</sup>Cs or <sup>60</sup>Co sources for photon radiation. For  $H_p(0,07)$ , appropriate radiation qualities are H-300 for photon radiation and <sup>90</sup>Sr/<sup>90</sup>Y for beta radiation. During the tests, the dosimeter shall be irradiated on the required phantom (see 5.1.5) in the reference direction.

NOTE Si l'essai ne peut être réalisé avec le fantôme requis, par exemple si le débit de dose demandé ne peut être produit, l'essai peut aussi être réalisé dans l'air si l'on applique le facteur de correction pour une irradiation dans l'air et non sur fantôme. Ce facteur de correction est spécifique pour le dosimètre en cours d'essai et le type de rayonnement utilisé; il est donc déterminé spécifiquement.

### b) Essais à réaliser

Les essais doivent être réalisés séparément pour les rayonnements photon et les rayonnements bêta.

Les essais doivent être réalisés pour douze valeurs de dose. Pour chaque dose,  $n_i = 5$  dosimètres doivent être exposés. Les valeurs des doses en essai doivent par exemple être les suivantes si le domaine de mesure est de 0,1 mSv à 1 Sv (aux deux valeurs de dose les plus faibles, deux groupes de  $n_i = 5$  dosimètres doivent être irradiés):

0,1 mSv;	0,1 mSv;	0,3 mSv,	0,3 mSv;	1 mSv;	3 mSv;
10 mSv;	30 mSv;	100 mSv;	300 mSv;	1 000 mSv;	

et une valeur complémentaire, par exemple à proximité d'un changement de domaine (si connu).

Dans le cas de 1 mSv à 10 Sv, les valeurs doivent être multipliées par un facteur 10.

Pour chaque dose  $C_i$ , la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.  $\bar{E}_i$  doit être déterminé à partir de toutes les dosimètres exposés avec le même équivalent de dose; cela ne s'applique pas à l'écart-type  $s_i$ .

### 9.3.3 Interprétation des résultats

Si, pour chaque dose  $C_i$ , l'inégalité  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,11$  est vérifiée et si

$0,95 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,05$  pour les domaines restreints de  $H^*(10)$  (voir ligne 4 du

Tableau 5), alors l'exigence de 9.3.1 peut être considérée comme tenue.

Si, pour chaque dose  $C_i$ , la valeur  $\frac{1}{1,77} \cdot \frac{s_i}{\bar{E}_i}$  n'est pas supérieure aux valeurs données à la

ligne 5 des Tableaux 3 à 5 et la valeur  $\frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{\bar{E}_i}$  pour plus de 2  $C_i$  n'est pas supérieure aux

valeurs données à la ligne 5 des Tableaux 3 à 5, ces deux valeurs  $C_i$  n'étant adjacentes, alors l'exigence de 9.2 peut être considérée comme tenue.

NOTE 1 Cette méthode d'essai prend en compte le fait qu'il n'est pas réaliste de vouloir mesurer avec précision le coefficient de variation. Par conséquent, l'essai incorpore la méthode statistique d'un test Khi-deux unilatéral. Un système dosimétrique ayant un coefficient de variation équivalent à 0,9 fois celui requis passe avec succès l'essai avec une probabilité d'environ 80 %. Un système dosimétrique ayant un coefficient de variation équivalent à 1,1 fois celui requis échoue à l'essai avec une probabilité de 80 %.

NOTE 2 Si l'interprétation des résultats était faite pour chaque dose  $C_i$ , la valeur  $\frac{s_i}{\bar{E}_i}$  ne devrait pas être plus

élevée que les valeurs exigées (méthode conventionnelle d'essai), ainsi un système dosimétrique ayant un coefficient de variation équivalent à 0,9 fois celui requis échouerait à l'essai avec une probabilité d'environ 98 %.

Le sens inverse: Si la méthode d'essai «  $\frac{s_i}{\bar{E}_i}$  n'est pas plus élevée que celui requis » est tenue avec une probabilité

d'environ 85 %, alors le vrai coefficient de variation ne doit pas être plus élevé que 0,63 fois celui requis.

NOTE If this test cannot be performed on the required phantom, for example because the required dose rate cannot be produced, then the test can also be performed free in air if the correction factor for irradiating free in air instead of on the phantom is applied. This correction factor is specific for the dosimeter under test and the radiation quality used and is therefore determined specifically.

#### b) Tests to be performed

The tests shall be performed separately with photon radiation and beta radiation.

The test shall be performed for twelve dose values. At every dose,  $n_i = 5$  dosimeters shall be irradiated. The dose values under test shall for example be the following in case the measuring range is 0,1 mSv up to 1 Sv (at the two lower dose values, two groups of  $n_i = 5$  dosimeters shall be irradiated):

0,1 mSv;	0,1 mSv;	0,3 mSv;	0,3 mSv;	1 mSv;	3 mSv;
10 mSv;	30 mSv;	100 mSv;	300 mSv;	1 000 mSv;	

and an additional one for example in the vicinity of a range change (if known).

Where the range is from 1 mSv up to 10 Sv, the values shall be multiplied with a factor of 10.

For each dose  $C_i$ , the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.  $\bar{E}_i$  shall be determined from all the dosimeters irradiated with the same dose equivalent; this does not apply to the standard deviation  $s_i$ .

#### 9.3.3 Interpretation of results

If for each dose  $C_i$  the inequality  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,11$  is valid and  $0,95 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,05$  for the restricted range of  $H^*(10)$  (see line 4 of Table 5) then the requirement of 9.3.1 can be considered to be met.

If for every dose  $C_i$  the value  $\frac{1}{1,77} \cdot \frac{s_i}{E_i}$  is not larger than the figures given in line 5 of Tables 3 to 5, and the value  $\frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{E_i}$  is not larger than the figures given in line 5 of Tables 3 to 5 for more than two  $C_i$  and these two values  $C_i$  are not adjacent, then the requirement of 9.2 can be considered to be met.

NOTE 1 This method of test takes into account, that it is not possible to measure the coefficient of variation precisely with a reasonable amount of effort. Therefore, the test incorporates the statistical method of a one sided chi-square-test. A dosimetry system with a coefficient of variation being equivalent to 0,9 times the required one passes the test with a probability of about 80 %. A dosimetry system with a coefficient of variation being equivalent to 1,1 times the required one fails the test with a probability of about 80 %.

NOTE 2 If the interpretation of the results was that for every dose  $C_i$  the value  $\frac{s_i}{E_i}$  should not be larger than the required values (conventional method of test), then a dosimetry system with a coefficient of variation being equivalent to 0,9 times the required one would fail the test with a probability of about 98 %. The other way round: if the method of test " $\frac{s_i}{E_i}$  should not be larger than the required value" should be fulfilled with a probability of about 85 %, then the true coefficient of variation must not be larger than 0,63 times the required one.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5). L'incertitude relative élargie de  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$  est considérée comme négligeable (inférieure à 2 %).

## 9.4 Caractéristiques de surexposition, rémanence et réutilisation

### 9.4.1 Exigences

Les exigences se subdivisent en trois parties:

a) reconnaissance d'une surexposition:

quand le dosimètre est irradié avec une dose de 10 fois la limite supérieure du domaine de mesure,  $10 \cdot H_{\text{up}}$  (mais pour un maximum de 10 Sv), la valeur indiquée ne doit pas être inférieure à  $H_{\text{up}}$  et le système doit afficher un message de surexposition;

b) rémanence:

si un dosimètre irradié à des doses élevées présente des effets de rémanence sur les mesures suivantes, des mesures appropriées doivent être prises pour assurer que les exigences de la présente norme sont satisfaites pour les mesures suivantes;

c) réutilisation:

si les dosimètres ne peuvent être réutilisés indéfiniment ou si leur utilisabilité dépend de leur histoire, le fabricant le précise, voir 7.5. Souvent, une dose élevée au cours de l'exposition précédente affecte négativement les mesures suivantes. Un dosimètre considéré comme réutilisable doit satisfaire aux exigences de la présente norme.

### 9.4.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, quatre groupes de dosimètres doivent être exposés à une source de référence.

Groupe 1: groupe de référence:  $n$  ( $\geq 5$ ) dosimètres doivent être exposés à  $C_{r,0}$ .

Groupe 2: un dosimètre doit être exposé à un équivalent de dose de 10 fois la limite supérieure du domaine de mesure,  $10 \cdot H_{\text{up}}$ , ou 10 Sv, selon celui qui est le plus petit.

Groupe 3:  $n$  ( $\geq 10$ ) dosimètres doivent être exposés à un équivalent de dose égal à la limite inférieure du domaine de mesure,  $H_{\text{min}}$ .

Groupe 4:  $n$  ( $\geq 10$ ) dosimètres doivent être exposés à la dose à partir de laquelle ils ne sont pas réutilisables. Cette dose est donnée par le fabricant, voir 7.5. Puis, la méthode habituelle de préparation des dosimètres pour une nouvelle utilisation doit être appliquée. Les dosimètres doivent finalement être exposés à un équivalent de dose égal à la limite inférieure du domaine de mesure,  $H_{\text{min}}$ .

Les dosimètres doivent être lus dans cet ordre.

Pour chaque valeur de dose, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

$U_{\text{com}}$  is calculated according to equation (A.5). The relative expanded uncertainty of  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$  is considered to be negligible (below 2 %).

## 9.4 Overload characteristics, after-effects, and reusability

### 9.4.1 Requirements

The requirements are subdivided into three parts:

a) recognition of overload:

when the dosimeter is irradiated with a dose 10 times the upper limit of the measuring range,  $10 \cdot H_{\text{up}}$  (however, a maximum dose of 10 Sv), the indicated value shall be not less than  $H_{\text{up}}$  and the system shall display an overload message;

b) after-effects:

if a dosimeter irradiated to high dose values produces after-effects on any subsequent measurement, suitable measures shall be taken to ensure that the requirements of this standard are met in the subsequent measurements;

c) reusability:

if the dosimeters cannot be reused indefinitely or if usability depends on the history of the dosimeter, this fact is stated by the manufacturer, see 7.5. Often, a high dose during the last irradiation negatively affects the reusability. A dosimeter still regarded as usable shall fulfil all the requirements of this standard.

### 9.4.2 Method of test

For this test, four groups of dosimeters shall be exposed to a reference source.

Group 1: reference group:  $n$  ( $\geq 5$ ) dosimeters shall be irradiated with  $C_{r,0}$ .

Group 2: one dosimeter shall be irradiated with a dose equivalent of 10 times the value of the upper limit of the measuring range,  $10 \cdot H_{\text{up}}$ , or 10 Sv whichever is lesser.

Group 3:  $n$  ( $\geq 10$ ) dosimeters shall be irradiated with a dose equivalent equal to the lower limit of the measuring range,  $H_{\text{low}}$ .

Group 4:  $n$  ( $\geq 10$ ) dosimeters shall be irradiated with the dose up to which they are reusable. This dose is given by the manufacturer, see 7.5. Then, the usual method to prepare the dosimeters for a new irradiation shall be applied. Finally, the dosimeters shall be irradiated with a dose equivalent equal to the lower limit of the measuring range,  $H_{\text{low}}$ .

The dosimeters shall be read out in that order.

For every dose value, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

### 9.4.3 Interprétation des résultats

La valeur indiquée du second groupe (un seul dosimètre) doit être au moins la limite supérieure du domaine de mesure, ou un message de surexposition doit être affiché par le système.

Pour les trois autres groupes de dosimètres, l'inégalité  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,11$  doit

être vérifiée et  $\frac{S_i}{\bar{E}_i}$  doit être inférieur aux valeurs données à la ligne 5 des Tableaux 3 à 5, alors dans ce cas, les exigences de 9.4.1 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5). L'incertitude relative élargie de  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$  est considérée comme négligeable (inférieure à 2 %).

## 9.5 Energie du rayonnement et angle d'incidence pour les dosimètres mesurant $H_p(10)$ ou $H^*(10)$

### 9.5.1 Rayonnement photon

#### 9.5.1.1 Exigences

La variation de la réponse relative due à une variation de l'énergie du rayonnement ou de l'angle d'incidence dans leur domaine assigné ne doit pas dépasser les valeurs données à la ligne 7 des Tableaux 3 et 5 pour respectivement  $H_p(10)$  et  $H^*(10)$ .

#### 9.5.1.2 Méthode d'essai

Les qualités de rayonnement suivantes spécifiées dans l'ISO 4037 doivent être utilisées:

- N-15, N-20, N-30, N-40, N-60, N-80, N-100, N-150, N-200, N-300,
- S-Cs ( $^{137}\text{Cs}$ ), S-Co ( $^{60}\text{Co}$ ), R-C (4,4 MeV), R-F (6,7 MeV).

Les irradiations doivent être réalisées pour les énergies et angles d'incidence  $\alpha$  suivants:

$\alpha$	Dosimètres $H_p(10)$ (exposition sur un fantôme, 5.1.5)	Dosimètres $H^*(10)$ (exposition en air libre)
0°	Pour toutes les qualités de rayonnement dont l'énergie moyenne est située dans le domaine d'énergie assigné	Pour tous les types de rayonnement dont l'énergie moyenne est située dans le domaine d'énergie assigné
±60°	Les trois énergies les plus basses dans le domaine d'énergie assigné	Les trois énergies les plus basses dans le domaine d'énergie assigné
± $\alpha_{\text{max}}$	Les trois énergies les plus basses dans le domaine d'énergie assigné	Les trois énergies les plus basses dans le domaine d'énergie assigné
90°	Exigence donnée en 9.7	Les trois énergies les plus basses dans le domaine d'énergie assigné
±(180°- $\alpha_{\text{max}}$ )	Comme pour $\alpha_{\text{max}}$ , non nécessaire si le badge est symétrique ou si l'utilisation par l'arrière est empêchée (voir 8.4.f))	Comme pour $\alpha_{\text{max}}$ , non nécessaire si le badge est symétrique
±120°	Comme pour 60°, non nécessaire si le badge est symétrique ou si l'utilisation par l'arrière est empêchée (voir 8.4.f))	Comme pour 60°, non nécessaire si le badge est symétrique
180°	Comme pour l'angle d'incidence 0°, non nécessaire si le badge est symétrique ou si l'utilisation par l'arrière est empêchée (voir 8.4.f))	Comme pour l'angle d'incidence 0°, non nécessaire si le badge est symétrique

### 9.4.3 Interpretation of the results

The indicated value of the second group (only one dosimeter) shall be at least the upper limit of the measuring range or an overload message shall be displayed on the system.

For the three other groups of dosimeters, the inequality  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,11$  shall be valid and  $\frac{S_i}{E_i}$  shall be smaller than the figures given in line 5 of Tables 3 to 5, then the requirements of 9.4.1 may be considered to be met.

$U_{\text{com}}$  is calculated according to equation (A.5). The relative expanded uncertainty of  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$  is considered to be negligible (below 2 %).

## 9.5 Radiation energy and angle of incidence for $H_p(10)$ or $H^*(10)$ dosimeters

### 9.5.1 Photon radiation

#### 9.5.1.1 Requirements

The variation of the relative response due to a change of the radiation energy and angle of incidence within the rated ranges shall not exceed the values given in line 7 of Tables 3 and 5 for  $H_p(10)$  or  $H^*(10)$ , respectively.

#### 9.5.1.2 Method of test

The following radiation qualities specified in ISO 4037 shall be used:

- N-15, N-20, N-30, N-40, N-60, N-80, N-100, N-150, N-200, N-300,
- S-Cs ( $^{137}\text{Cs}$ ), S-Co ( $^{60}\text{Co}$ ), R-C (4,4 MeV), R-F (6,7 MeV).

Irradiations shall be performed for the following energies and angles of incidence  $\alpha$ :

$\alpha$	$H_p(10)$ dosimeters (irradiations on phantom, 5.1.5)	$H^*(10)$ dosimeters (irradiations free in air)
0°	For all radiation qualities whose mean energy fall within the rated range of energy	For all radiation qualities whose mean energy fall within the rated range of energy
±60°	Three lowest energies in rated range of energy	Three lowest energies in rated range of energy
± $\alpha_{\text{max}}$	Three lowest energies in rated range of energy	Three lowest energies in rated range of energy
90°	Requirement in 9.7	Three lowest energies in rated range of energy
±(180° – $\alpha_{\text{max}}$ )	As for $\alpha_{\text{max}}$ , not necessary if badge is symmetrical or backwards usage is prevented (see 8.4 f))	As for $\alpha_{\text{max}}$ , not necessary if badge is symmetrical
±120°	As for 60°, not necessary if badge is symmetrical or backwards usage is prevented (see 8.4 f))	As for 60°, not necessary if badge is symmetrical
180°	As for 0° angle of incidence, not necessary if badge is symmetrical or backwards usage is prevented (8.4 f))	As for 0° angle of incidence, not necessary if badge is symmetrical

Pour  $\alpha \neq 0^\circ$ ,  $\alpha \neq 90^\circ$  et  $\alpha \neq 180^\circ$ , les essais doivent être réalisés dans deux plans perpendiculaires contenant la direction de référence et passant par le point de référence du dosimètre. Si la réalisation du dosimètre n'est pas symétrique, différentes directions pour un même angle d'incidence doivent être irradiées.

Pour les dosimètres  $H^*(10)$  et  $\alpha = 90^\circ$ , le dosimètre doit être en rotation sur son axe de référence pendant l'exposition. Si la rotation n'est pas possible, huit expositions consécutives avec différents angles polaires par pas de  $45^\circ$  peuvent être faites en exposant le même badge. Lorsque  $\alpha = 90^\circ$ , la direction de référence est orientée perpendiculairement au faisceau du rayonnement.

Pour les dosimètres  $H_p(0,07)$  et  $\alpha \geq 90^\circ$ , le dosimètre doit être placé sur un fantôme avec sa face arrière vers la source d'exposition (en contrôlant si le port dans la mauvaise direction donne de mauvais résultats).

Pour chaque qualité du rayonnement, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

NOTE 1  $i$  fait référence à un groupe de dosimètres exposés dans les mêmes conditions, par exemple N-30,  $60^\circ$  (du haut). Cela signifie que différentes directions (horizontales de la droite et de la gauche; verticales du haut et du bas) pour un angle d'incidence ne sont pas moyennées.

NOTE 2 Pour un dosimètre  $H_p(10)$ , pour chacune des trois énergies de rayonnement les plus basses, au moins cinq groupes de dosimètres sont exposés: un à  $0^\circ$  et quatre à  $60^\circ$ .

NOTE 3 Pour un dosimètre  $H^*(10)$ , pour chacune des trois énergies de rayonnement les plus basses, au moins dix groupes de dosimètres sont exposés: un à  $0^\circ$ , quatre à  $60^\circ$ , quatre à  $75^\circ$  et un à  $90^\circ$ .

### 9.5.1.3 Interprétation des résultats

Pour les dosimètres  $H_p(10)$ , les valeurs vraies conventionnelles  $C$  pour les angles d'incidence  $\alpha > 90^\circ$  sont données comme  $C(\alpha) = C(\alpha - 180^\circ)$ , par exemple  $C(105^\circ) = C(75^\circ)$ , en ayant à l'esprit le fait si le badge est porté dans la mauvaise direction.

Si pour les dosimètres  $H^*(10)$  et  $H_p(10)$  pour chaque qualité du rayonnement avec  $\alpha \leq \alpha_{\max}$  et  $\alpha \geq 180^\circ - \alpha_{\max}$ , l'inégalité  $0,71 - U_{C,\text{com}} \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,67 + U_{C,\text{com}}$  est vérifiée et pour les dosimètres  $H^*(10)$  pour chaque qualité de rayonnement avec  $\alpha = 90^\circ$ , l'inégalité  $0,67 - U_{C,\text{com}} \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 2,00 + U_{C,\text{com}}$  est vérifiée, alors les exigences de 9.5.1.1 peuvent être considérées comme satisfaites.

Exception: Dans le cas où l'expression  $\left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i}$  pour l'angle d'incidence de  $0^\circ$  ne s'écarte que de 0,05 par rapport à la limite autorisée et qu'aucune exposition angulaire n'a été réalisée à cette énergie, les expositions angulaires correspondantes doivent être réalisées à ces énergies particulières.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).  $U_{C,\text{com}}$  est l'incertitude relative combinée de  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$ :

$U_{C,\text{com}} = \sqrt{U_{C,\text{rel};r,0}^2 + U_{C,\text{rel};i}^2}$  avec les incertitudes relatives élargies  $U_{C,\text{rel};r,0}$  et  $U_{C,\text{rel};i}$  des valeurs conventionnellement vraies de  $C_{r,0}$  et  $C_i$  pour les différentes qualités de rayonnement, respectivement. Pour  $U_{C,\text{rel}}$ , voir 5.2.2.

For  $\alpha \neq 0^\circ$ ,  $\alpha \neq 90^\circ$  and  $\alpha \neq 180^\circ$  the tests shall be performed in two perpendicular planes containing the reference direction through the reference point of the dosimeter. Different directions for one angle of incidence shall only be irradiated if the construction of the dosimeter is not symmetrical.

For  $H^*(10)$  dosimeters and  $\alpha = 90^\circ$ , the dosimeter shall be rotated about its reference direction during the irradiation. If no rotation is possible, eight subsequent irradiations with different polar angles in steps of  $45^\circ$  can be done irradiating the same badge. As  $\alpha$  is  $90^\circ$ , the reference direction is orientated perpendicular to the radiation beam.

For  $H_p(10)$  dosimeters and  $\alpha \geq 90^\circ$ , the dosimeter shall be placed on the phantom with its back to the radiation source (checking whether wearing in the wrong direction gives bad results).

For every radiation quality, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

NOTE 1  $i$  refers to a group of dosimeters irradiated equally, for example N-30,  $60^\circ$  (from above). That means, the different directions (horizontal from the right and left; vertical from above and the bottom) for one angle of incidence are not averaged.

NOTE 2 For an  $H_p(10)$  dosimeter, for each of the three lowest radiation energies, at least five groups dosimeters are irradiated: One at  $0^\circ$  and four at  $60^\circ$ .

NOTE 3 For an  $H^*(10)$  dosimeter, for each of the three lowest radiation energies, at least ten groups dosimeters are irradiated: One at  $0^\circ$ , four at  $60^\circ$ , four at  $75^\circ$  and one at  $90^\circ$ .

### 9.5.1.3 Interpretation of the results

For  $H_p(10)$  dosimeters the conventional true values  $C$  for angles of incidence of  $\alpha > 90^\circ$  are given as  $C(\alpha) = C(\alpha - 180^\circ)$ , for example  $C(105^\circ) = C(75^\circ)$ , as wearing the badge in the wrong direction is of concern.

If for  $H^*(10)$  and  $H_p(10)$  dosimeters for every radiation quality with  $\alpha \leq \alpha_{\max}$  and  $\alpha \geq 180^\circ - \alpha_{\max}$  the inequality  $0,71 - U_{C,\text{com}} \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,67 + U_{C,\text{com}}$  is valid and if for  $H^*(10)$  dosimeters for every radiation quality with  $\alpha = 90^\circ$  the inequality  $0,67 - U_{C,\text{com}} \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 2,00 + U_{C,\text{com}}$  is valid, then the requirement of 9.5.1.1 can be considered to be met.

Exception: In case the expression  $\left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i}$  for  $0^\circ$  angle of incidence differs only by

0,05 from the allowed limit and no angle dependence irradiations have been performed at this energy, the corresponding angle dependence irradiations have to be performed for those specific energies.

$U_{\text{com}}$  is calculated according to equation (A.5).  $U_{C,\text{com}}$  is the combined relative uncertainty of  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$ :  $U_{C,\text{com}} = \sqrt{U_{C,\text{rel};r,0}^2 + U_{C,\text{rel};i}^2}$  with the relative expanded uncertainties  $U_{C,\text{rel};r,0}$  and  $U_{C,\text{rel};i}$  of the conventional true values  $C_{r,0}$  and  $C_i$  for the different radiation qualities, respectively. For  $U_{C,\text{rel}}$ , see 5.2.2.

## 9.5.2 Rayonnement bêta

### 9.5.2.1 Exigences

Comme le dosimètre est destiné à la mesure de  $H_p(10)$  ou  $H^*(10)$ , la valeur indiquée due au rayonnement bêta d'énergies supérieures à l'énergie équivalente au  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  doit être inférieure à  $0,1 \cdot H_p(0,07)$  (voir Tableaux 3 et 5).

NOTE Pour le rayonnement bêta  $H_p(10)$  et  $H^*(10)$  ne sont pas les grandeurs convenables pour estimer l'équivalent de dose efficace.

### 9.5.2.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, le dosimètre doit être placé sur le fantôme requis (voir 5.1.5). Exposer  $n$  ( $\geq 4$ ) dosimètres à un rayonnement de référence bêta, spécifié dans l'ISO 6980, sous un angle d'incidence de  $0^\circ$ .

$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  (énergie moyenne  $\approx 0,8$  MeV)

L'équivalent de dose doit être au moins  $H_p(0,07) = 100$  mSv =  $C$ .

NOTE Des détails sur les rayonnements de référence et les procédures d'étalonnage sont donnés dans l'ISO 6980.

Pour chaque qualité de rayonnement, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}$  et l'écart type  $s$  doivent être déterminés.

### 9.5.2.3 Interprétation des résultats

$\bar{E} + U_m \leq 0,1 \cdot C$  doit être vérifié, les exigences de 9.5.2.1 peuvent alors être considérées comme satisfaites.

$U_m$  est calculé selon l'équation (A.3).

## 9.6 Energie du rayonnement et angle d'incidence pour les dosimètres mesurant $H_p(0,07)$

### 9.6.1 Rayonnement photonique

#### 9.6.1.1 Exigences

La variation de la réponse relative due à la variation de l'énergie et de l'angle d'incidence du rayonnement dans le domaine de variation assigné ne doit pas dépasser les valeurs données à la ligne 7 du Tableau 4.

#### 9.6.1.2 Méthode d'essai

Les qualités de rayonnement suivantes spécifiées dans l'ISO 4037 doivent être utilisées:

N-10, N-15, N-20, N-30, N-40, N-60, N-80, N-120, N-150, N-200, N-300.

## 9.5.2 Beta radiation

### 9.5.2.1 Requirements

As the dosimeter is intended to measure  $H_p(10)$  or  $H^*(10)$ , the indicated value due to beta radiation with energies up to the energy equivalent of  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  shall be less than  $0,1 \cdot H_p(0,07)$  (see Tables 3 and 5).

NOTE For beta radiation,  $H_p(10)$  and  $H^*(10)$  are not suitable quantities to estimate the effective dose equivalent.

### 9.5.2.2 Method of test

For this test the dosimeter shall be placed on a required phantom (see 5.1.5). Expose  $n$  ( $\geq 4$ ) dosimeters at  $0^\circ$  angle of incidence to beta reference radiation specified in ISO 6980:

$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  (mean energy  $\approx 0,8$  MeV)

The dose equivalent shall be at least  $H_p(0,07) = 100$  mSv =  $C$ .

NOTE Details of the reference radiation and the calibration procedure are given in ISO 6980.

For this radiation quality, the mean indicated value  $\bar{E}$  and the standard deviation  $s$  shall be determined.

### 9.5.2.3 Interpretation of the results

$\bar{E} + U_m \leq 0,1 \cdot C$  shall be valid, then requirement of 9.5.2.1 may be considered to be met.

$U_m$  is calculated according to equation (A.3).

## 9.6 Radiation energy and angle of incidence for $H_p(0,07)$ dosimeters

### 9.6.1 Photon radiation

#### 9.6.1.1 Requirements

The variation of the relative response due to a change of the radiation energy and angle of incidence within the rated ranges shall not exceed the values given in line 7 of Table 4.

#### 9.6.1.2 Method of test

The following radiation qualities specified in ISO 4037 shall be used:

N-10, N-15, N-20, N-30, N-40, N-60, N-80, N-120, N-150, N-200, N-300.

Les irradiations doivent être réalisées pour les énergies et angles d'incidence  $\alpha$  suivants:

$\alpha$	<b>Dosimètres <math>H_p(0,07)</math> (exposition du fantôme, 5.1.5)</b>
0°	Pour toutes les qualités de rayonnement dont l'énergie moyenne est située dans le domaine d'énergie assigné
±60°	Les trois énergies les plus basses dans le domaine d'énergie assigné
± $\alpha_{\max}$	Les trois énergies les plus basses dans le domaine d'énergie assigné
90°	Exigence donnée en 9.7
±(180°- $\alpha_{\max}$ )	Comme pour $\alpha_{\max}$ , non nécessaire si le badge est symétrique ou si l'utilisation par l'arrière est empêchée (voir 8.4.f))
±120°	Comme pour 60°, non nécessaire si le badge est symétrique ou si l'utilisation par l'arrière est empêchée (voir 8.4.f))
180°	Comme pour l'angle d'incidence 0°, non nécessaire si le badge est symétrique ou si l'utilisation par l'arrière est empêchée (voir 8.4.f))

Pour  $\alpha \neq 0^\circ$ ,  $\alpha \neq 90^\circ$  et  $\alpha \neq 180^\circ$ , les essais doivent être réalisés dans deux plans perpendiculaires contenant la direction de référence et passant par le point de référence du dosimètre. Si la réalisation du dosimètre n'est pas symétrique, différentes directions pour un même angle d'incidence doivent être irradiées.

Pour les dosimètres  $H_p(0,07)$  et  $\alpha \geq 90^\circ$ , le dosimètre doit être placé sur un fantôme avec sa face arrière vers la source d'exposition (en contrôlant si le port dans la mauvaise direction donne de mauvais résultats).

Pour chaque qualité du rayonnement, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

NOTE 1  $i$  fait référence à un groupe de dosimètres exposés dans les mêmes conditions, par exemple N-30, 60° (du haut). Cela signifie que différentes directions (horizontales de la droite et de la gauche; verticales du haut et du bas) pour un angle d'incidence ne sont pas moyennées.

NOTE 2 Pour un dosimètre  $H_p(0,07)$ , pour chacune des trois énergies de rayonnement les plus basses, au moins cinq groupes de dosimètres sont exposés: un à 0° et quatre à 60°.

### 9.6.1.3 Interprétation des résultats

Pour les dosimètres  $H_p(0,07)$ , les valeurs vraies conventionnelles  $C$  pour les angles d'incidence  $\alpha > 90^\circ$  sont données comme  $C(\alpha) = C(\alpha - 180^\circ)$ , par exemple  $C(105^\circ) = C(75^\circ)$ , en ayant à l'esprit le fait si le badge est porté dans la mauvaise direction.

Si pour toutes les qualités de rayonnement,

$$\text{l'inégalité } 0,71 - U_{C,\text{com}} \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,67 + U_{C,\text{com}} \text{ est vérifiée,}$$

alors les exigences de 9.6.1.1 peuvent être considérées comme satisfaites.

Exception: Dans le cas où l'expression  $\left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i}$  pour l'angle d'incidence de 0° ne

s'écarte que de 0,05 par rapport à la limite autorisée et qu'aucune exposition angulaire n'a été réalisée à cette énergie, les expositions angulaires correspondantes doivent être réalisées à ces énergies particulières.

Irradiations shall be performed for the following energies and angles of incidence  $\alpha$ :

$\alpha$	<b><math>H_p(0,07)</math> dosimeters (irradiations on phantom, 5.1.5)</b>
0°	For all radiation qualities whose mean energy falls within the rated range of energy
±60°	Three lowest energies in rated range of energy
± $\alpha_{max}$	Three lowest energies in the rated range of energy
90°	Requirement in 9.7
±(180° - $\alpha_{max}$ )	As for $\alpha_{max}$ , not necessary if the badge is symmetrical or backwards usage is prevented (see 8.4 f))
±120°	As for 60°, not necessary if the badge is symmetrical or backwards usage is prevented (see 8.4 f))
180°	As for 0° angle of incidence, not necessary if the badge is symmetrical or backwards usage is prevented (see 8.4 f))

For  $\alpha \neq 0^\circ$ ,  $\alpha \neq 90^\circ$  and  $\alpha \neq 180^\circ$  the tests shall be performed in two perpendicular planes containing the reference direction through the reference point of the dosimeter. Different directions for one angle of incidence shall only be irradiated if the construction of the dosimeter is not symmetrical.

For  $H_p(0,07)$  dosimeters and  $\alpha \geq 90^\circ$ , the dosimeter shall be placed on the phantom with its back to the radiation source (checking whether wearing in the wrong direction gives bad results).

For every radiation quality, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

NOTE 1  $i$  refers to a group of dosimeters irradiated equally, for example N-30, 60° (from above). That means, the different directions (horizontal from the right and left; vertical from above and the bottom) for one angle of incidence are not averaged.

NOTE 2 For an  $H_p(0,07)$ -dosimeter, for each of the three lowest radiation energies, at least five groups dosimeters are irradiated: one at 0° and four at 60°.

### 9.6.1.3 Interpretation of the results

For  $H_p(0,07)$  dosimeters the conventional true values  $C$  for angles of incidence of  $\alpha > 90^\circ$  are given as  $C(\alpha) = C(\alpha - 180^\circ)$ , for example  $C(105^\circ) = C(75^\circ)$ , as wearing the badge in the wrong direction is of concern.

If for every radiation quality,

the inequality  $0,71 - U_{C,com} \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{com} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,67 + U_{C,com}$  is valid,

then the requirements of 9.6.1.1 can be considered to be met.

Exception: In case the expression  $\left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{com} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i}$  for 0° angle of incidence differs only

by 0,05 from the allowed limit and no angle dependence irradiations have been performed at this energy, the corresponding angle dependence irradiations have to be performed for those specific energies.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).  $U_{\text{C,com}}$  est l'incertitude relative combinée de  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$  :

$U_{\text{C,com}} = \sqrt{U_{\text{C,rel};r,0}^2 + U_{\text{C,rel};i}^2}$  avec les incertitudes relatives élargies  $U_{\text{C,rel};r,0}$  et  $U_{\text{C,rel};i}$  des valeurs conventionnellement vraies de  $C_{r,0}$  et  $C_i$  pour les différentes qualités de rayonnement, respectivement. Pour  $U_{\text{C,rel}}$ , voir 5.2.2.

## 9.6.2 Rayonnement bêta

### 9.6.2.1 Exigences

La variation de la réponse relative due à la variation de l'énergie et de l'angle d'incidence du rayonnement dans le domaine de variation assigné ne doit pas dépasser les valeurs données à la ligne 8 du Tableau 4.

### 9.6.2.2 Méthode d'essai

Les qualités de rayonnement suivantes spécifiées dans l'ISO 6980 doivent être utilisées:

- $^{147}\text{Pm}$  (énergie moyenne  $\approx 0,06$  MeV);
- $^{204}\text{Tl}$  ou  $^{85}\text{Kr}$  (énergie moyenne  $\approx 0,24$  MeV);
- $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  (énergie moyenne  $\approx 0,8$  MeV);
- $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$  (énergie moyenne  $\approx 1,2$  MeV).

Les essais doivent être réalisés pour les qualités de rayonnement dont l'énergie moyenne est dans le domaine de variation d'énergie assigné.

NOTE Des détails sur les rayonnements de référence et les procédures d'étalonnage sont donnés dans l'ISO 6980.

Les irradiations sont réalisées pour les qualités de rayonnement dont l'énergie moyenne est dans le domaine d'énergie assigné. Angles d'incidence:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $\alpha = \pm 60^\circ$  et  $\alpha = \pm 75^\circ$  si inclus dans le domaine de variation de l'angle d'incidence, dans deux plans perpendiculaires contenant la direction de référence et passant par le point de référence du dosimètre.

Pour chaque qualité de rayonnement, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

NOTE 1  $i$  fait référence à un groupe de dosimètres exposés dans les mêmes conditions, par exemple N-30,  $60^\circ$  (voir ci-dessus). Cela signifie que différentes directions (horizontales de la droite et de la gauche; verticales du haut et du bas) pour un angle d'incidence, ne sont pas moyennées.

NOTE 2 Pour un dosimètre  $H_p(0,07)$ , pour chacune des trois énergies de rayonnement les plus basses, au moins cinq groupes de dosimètres sont exposés: un à  $0^\circ$  et quatre à  $60^\circ$ .

### 9.6.2.3 Interprétation des résultats

Si pour toutes les qualités de rayonnement,

$$\text{l'inégalité } 0,71 - U_{\text{C,com}} \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,67 + U_{\text{C,com}} \text{ est vérifiée,}$$

alors les exigences de 9.6.2.1 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).  $U_{\text{C,com}}$  est l'incertitude relative combinée de  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$  :

$U_{\text{C,com}} = \sqrt{U_{\text{C,rel};r,0}^2 + U_{\text{C,rel};i}^2}$  avec les incertitudes relatives élargies  $U_{\text{C,rel};r,0}$  et  $U_{\text{C,rel};i}$  des valeurs conventionnellement vraies de  $C_{r,0}$  et  $C_i$  pour les différentes qualités de rayonnement, respectivement. Pour  $U_{\text{C,rel}}$ , voir 5.2.2.

$U_{\text{C,com}}$  is calculated according to equation (A.5).  $U_{\text{C,com}}$  is the combined relative uncertainty of  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$ :  $U_{\text{C,com}} = \sqrt{U_{\text{C,rel};r,0}^2 + U_{\text{C,rel};i}^2}$  with the relative expanded uncertainties  $U_{\text{C,rel};r,0}$  and  $U_{\text{C,rel};i}$  of the conventional true values  $C_{r,0}$  and  $C_i$  for the different radiation qualities, respectively. For  $U_{\text{C,rel}}$ , see 5.2.2.

## 9.6.2 Beta radiation

### 9.6.2.1 Requirements

The variation of the relative response due to a change of the radiation energy and angle of incidence within the rated ranges shall not exceed the values given in line 8 of Table 4.

### 9.6.2.2 Method of test

The following reference radiation qualities specified in ISO 6980, shall be used:

$^{147}\text{Pm}$	(mean energy $\approx 0,06$ MeV);
$^{204}\text{Tl}$ or $^{85}\text{Kr}$	(mean energy $\approx 0,24$ MeV);
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	(mean energy $\approx 0,8$ MeV);
$^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$	(mean energy $\approx 1,2$ MeV).

The tests shall be performed for those radiation qualities whose mean energy falls within the rated range of energy.

NOTE Details of the reference radiation and the calibration procedure are given in ISO 6980.

Irradiations are performed for those radiation qualities whose mean energy falls in the rated range of energy. Angles of incidence:  $\alpha = 0^\circ$ ,  $\alpha = \pm 60^\circ$  and  $\alpha = \pm 75^\circ$  if included in the rated range of angle of incidence in two perpendicular planes containing the reference direction through the reference point of the dosimeter.

For every radiation quality, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

NOTE 1  $i$  refers to a group of dosimeters irradiated equally, for example N-30,  $60^\circ$  (from above). That means, the different directions (horizontal from the right and left; vertical from above and the bottom) for one angle of incidence are not averaged.

NOTE 2 For an  $H_p(0,07)$ -dosimeter, for each of the three lowest radiation energies, at least five groups dosimeters are irradiated: one at  $0^\circ$  and four at  $60^\circ$ .

### 9.6.2.3 Interpretation of the results

If for every radiation quality,

the inequality  $0,71 - U_{\text{C,com}} \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_{r,0}} \pm U_{\text{C,com}} \right) \cdot \frac{C_{r,0}}{C_i} \leq 1,67 + U_{\text{C,com}}$  is valid,

then the requirement of 9.6.2.1 can be considered to be met.

$U_{\text{C,com}}$  is calculated according to equation (A.5).  $U_{\text{C,com}}$  is the combined relative uncertainty of  $\frac{C_{r,0}}{C_i}$ :  $U_{\text{C,com}} = \sqrt{U_{\text{C,rel};r,0}^2 + U_{\text{C,rel};i}^2}$  with the relative expanded uncertainties  $U_{\text{C,rel};r,0}$  and  $U_{\text{C,rel};i}$  of the conventional true values  $C_{r,0}$  and  $C_i$  for the different radiation qualities, respectively. For  $U_{\text{C,rel}}$ , see 5.2.2.

## 9.7 Rayonnement incident sur le coté du dosimètre $H_p(10)$ ou $H_p(0,07)$

### 9.7.1 Exigences

Si le dosimètre est irradié par le coté ( $\alpha_{\max}$  à  $180^\circ - \alpha_{\max}$ ), la valeur indiquée ne doit pas être supérieure à 1,2 fois la valeur indiquée qui résulterait d'une irradiation avec la même qualité de rayonnement par la face ( $0^\circ$ ). Cela doit être vérifié pour toutes les énergies du domaine d'énergie assigné.

NOTE Cette exigence empêche que les matériaux du détecteur ayant un poids atomique  $z$  donnent une réponse excessive si l'exposition de coté est réalisée sans un blindage suffisant.

### 9.7.2 Méthode d'essai

Cet essai doit être réalisé pour toutes les énergies du rayonnement dans le domaine de variation assigné. Pour plusieurs énergies du rayonnement, l'essai peut être réalisé par examen des matériaux sur la face et autour de l'élément sensible. Si l'on peut considérer que du fait du coefficient d'absorption physique des matériaux situés sur le coté, ceux-ci sont plus absorbants que de face, l'essai pour cette énergie du rayonnement peut ne pas être effectué.

Deux groupes de dosimètres doivent être exposés à l'air libre à un équivalent de dose ambient  $H^*(10) \approx 3$  mSv:

Groupe 1: les dosimètres doivent être irradiés pour un angle d'incidence de  $0^\circ$ .

Groupe 2: au cours de l'exposition, l'angle d'incidence doit varier de  $\alpha_{\max}$  à  $180^\circ - \alpha_{\max}$ . De plus, le dosimètre doit tourner autour de sa direction de référence. Si ces rotations ne sont pas possibles, des irradiations successives du même dosimètre doivent être effectuées pour différents angles d'incidence.

NOTE Dans le cas de  $\alpha_{\max} = 60^\circ$ , l'exposition est réalisée de  $60^\circ$  à  $120^\circ$ .

Pour chaque groupe, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

### 9.7.3 Interprétation des résultats

Si l'inégalité  $\frac{\bar{E}_{\alpha_{\max} \text{ à } 180^\circ - \alpha_{\max}}}{\bar{E}_{0^\circ}} + U_{\text{com}} \leq 1,2$  est vérifiée, alors l'exigence de 9.7.1 peut être considérée comme satisfaite.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).

## 10 Additivité de la valeur indiquée (système dosimétrique)

### 10.1 Exigences

L'exigence suivante est satisfaite pour les systèmes dosimétriques n'utilisant qu'un signal et par conséquent un seul détecteur pour évaluer la valeur indiquée.

Pour les autres systèmes dosimétriques, la valeur indiquée doit être additive en cas d'irradiation mixte. Irradiation mixte signifie que le dosimètre est exposé à deux (ou plusieurs) équivalents de dose produits par des qualités de rayonnement différentes. La différence de qualité des rayonnements peut être:

- a) une différence des valeurs de dose, et/ou

## 9.7 Radiation incidence from the side of an $H_p(10)$ or $H_p(0,07)$ dosimeter

### 9.7.1 Requirements

If the dosimeter is irradiated from the side ( $\alpha_{\max}$  to  $180^\circ - \alpha_{\max}$ ), the indicated value shall not exceed 1,2 times the indicated value resulting from irradiation with the same radiation quality from the front ( $0^\circ$ ). This shall apply to all radiation energies within the rated range of energy.

NOTE This requirement prevents that detector material with high atomic charge  $z$  gives a large over response if irradiated from the side without having enough shielding.

### 9.7.2 Method of test

This test shall be performed for every radiation energy within the rated range. For several radiation energies, the test can be performed by examining the materials in front of the sensitive material and the surrounding area. If it can be anticipated due to physical absorption coefficients that the material at the side results in more absorption than in the front, the tests can be omitted for that radiation energy.

Two groups of dosimeters shall be irradiated free in air to an ambient dose equivalent of  $H^*(10) \approx 3$  mSv:

Group 1: the dosimeters shall be irradiated at an angle of incidence of  $0^\circ$ .

Group 2: during the irradiation the angle of incidence shall be varied between  $\alpha_{\max}$  and  $180^\circ - \alpha_{\max}$ . In addition, the dosimeter shall be rotated about its reference direction. If these rotations are not possible, subsequent irradiations of the same dosimeter with different angles of incidence shall be performed.

NOTE In case of  $\alpha_{\max} = 60^\circ$ , the irradiation is performed from  $60^\circ$  to  $120^\circ$ .

For every group, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

### 9.7.3 Interpretation of the results

If the inequality  $\frac{\bar{E}_{\alpha_{\max} \text{ to } 180^\circ - \alpha_{\max}}}{\bar{E}_{0^\circ}} + U_{\text{com}} \leq 1,2$  is valid, then the requirement of 9.7.1 can be considered to be met.

$U_{\text{com}}$  is calculated according to equation (A.5).

## 10 Additivity of the indicated value (dosimetry system)

### 10.1 Requirements

The following requirement is fulfilled for dosimetry systems using only one signal and thus only one detector to evaluate the indicated value.

For other dosimetry systems, it shall be assured that the indicated value is additive for mixed irradiations. Mixed irradiation means that a dosimeter is irradiated with two (or more) portions of dose equivalent with different radiation qualities. The difference in the radiation qualities can be:

a) a difference in the dose values, and/or

- b) une différences sur la valeur d'une grandeur d'influence spécifique (par exemple énergie et angle d'incidence des rayonnements différents), ou
- c) un type de rayonnement différent si les essais du système dosimétrique concernent plus d'un type de rayonnement (par exemple essais de type pour les rayonnements photoniques et bêta).

Exigence pour a): la réponse relative à l'irradiation mixte doit être dans le domaine exigé pour la réponse non linéaire.

Exigence pour b): la réponse relative à l'irradiation mixte doit être dans le domaine exigé pour la grandeur d'influence spécifique.

Exigence pour c): la variation relative de la valeur indiquée,  $\Delta E/E$ , due au mélange de différents types de rayonnement ne doit pas dépasser  $-9\%$  à  $+11\%$ .

NOTE 1 Cette exigence assure que les résultats de l'essai selon la présente norme sont aussi valables si le dosimètre est exposé à des rayonnements à spectre large et/ou un mélange de plusieurs qualités de rayonnement.

NOTE 2 Dans ce contexte, la qualité du rayonnement est donnée selon l'ISO 4037 ou l'ISO 6980 et l'angle d'incidence, par exemple N-30 et  $45^\circ$  d'angle d'incidence.

NOTE 3 Si l'algorithme utilisé pour évaluer la valeur indiquée est soit une combinaison linéaire des signaux soit une optimisation linéaire de ces derniers, cette exigence est satisfaite et aucun essai n'est exigé (l'algorithme est additif).

NOTE 4 Bien qu'il satisfasse à la présente norme, un système dosimétrique avec un algorithme d'évaluation non additif peut avoir les caractéristiques suivantes: deux dosimètres (A et B) sont exposés au même équivalent de dose (par exemple 20 mSv) d'une qualité de rayonnement (par exemple  $^{137}\text{Cs}$ ,  $0^\circ$ ). Par la suite, le dosimètre A subit une exposition supplémentaire avec une autre qualité de rayonnement (par exemple 2 mSv, N-40,  $0^\circ$ ). La valeur indiquée du dosimètre A (par exemple 21 mSv) peut être inférieure à celle du dosimètre B (par exemple 22 mSv). Pour les deux dosimètres, la réponse relative entre dans le domaine de variation exigé, 0,71 à 1,67 (c'est-à-dire que l'exigence de 9.5.1 est satisfaite), mais la valeur indiquée n'est pas additive.

## 10.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, on doit utiliser les informations obtenues au cours des essais de l'Article 9.

Pour les exigences a) et b):

Au cours de l'essai de type, on doit décider quelle grandeur d'influence relève de cet essai en fonction du type de signal et de l'algorithme utilisé pour évaluer la valeur indiquée.

Deux irradiations dans les conditions K et L (valeurs de dose différentes et/ou différentes valeurs de la grandeur d'influence en cours d'essai) doivent être réalisées pour des valeurs conventionnellement vraies de la dose  $C_K$  et  $C_L$ . Les valeurs indiquées  $E_K$  et  $E_L$  doivent être lues par le système dosimétrique. Les valeurs indiquées correspondantes  $f(S_{i,K})$  et  $f(S_{i,L})$  doivent être calculées en utilisant les signaux  $S_{i,K}$  et  $S_{i,L}$  et l'algorithme d'évaluation (voir Annexe B).  $E_K$  et  $E_L$  doivent être comparés à  $f(S_{i,K})$  et  $f(S_{i,L})$ , respectivement. Les valeurs devraient être égales, sinon le fabricant aura à délivrer la fonction correcte  $f(S_i)$  pour l'évaluation de la valeur indiquée.

Puis, des irradiations mixtes peuvent être simulées par calcul de la somme des signaux  $S_{i,K} + S_{i,L}$ . De cette somme, la valeur indiquée  $E_{K+L} = f(S_{i,K} + S_{i,L})$  pour les conditions d'irradiation mixte K+L pour la valeur conventionnellement vraie de la dose  $C_{K+L} = C_K + C_L$  doit être calculée. La valeur indiquée  $E_{K+L} = f(S_{i,K} + S_{i,L})$  doit être déterminée pour toute valeur de  $C_K$  et  $C_L$  et pour toute condition d'irradiation K et L. Ce calcul doit être vérifié expérimentalement pour une combinaison de différentes qualités de rayonnement.

La réponse relative est donnée par  $r = \frac{E_{K+L}}{C_{K+L}} \cdot \frac{C_{\text{ref}}}{E_{\text{ref}}}$ .  $r$  doit être déterminé pour toute valeur de  $C_K$  et  $C_L$  et toutes les conditions d'irradiation K et L.

- b) a difference in the value of one specific influence quantity (e.g. different energy and angle of radiation incidence), or
- c) a different type of radiation if the dosimetry is tested with respect to more than one type of radiation (e.g. type test for photon and beta radiation).

Requirement for a): the relative response of the mixed irradiation has to be within the range required for the non-linear response.

Requirement for b): the relative response of the mixed irradiation has to be within the range required for the specific influence quantity.

Requirement for c): the relative change of the indicated value,  $\Delta E/E$ , caused by the mix of different types of radiation shall not exceed  $-9\%$  to  $+11\%$ .

NOTE 1 This requirement ensures that the results of the test according to this standard are also valid if the dosimeter is irradiated with broad spectra and/or mixtures of several radiation qualities.

NOTE 2 A radiation quality in this context is given by the notation according to ISO 4037 or ISO 6980 and the angle of incidence, for example N-30 and  $45^\circ$  angle of incidence.

NOTE 3 If the algorithm used to evaluate the indicated value is either a linear combination of the signals or a linear optimization of them, this requirement is fulfilled and no tests are required (the algorithm is an additive one).

NOTE 4 A dosimetry system with a non-additive evaluation algorithm may have, although it is in line with this standard, the following characteristic: two dosimeters (A and B) are irradiated with the same dose equivalent (e.g. 20 mSv) of one radiation quality (e.g.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $0^\circ$ ). Afterwards, dosimeter A is irradiated additionally with another radiation quality (e.g. 2 mSv, N-40,  $0^\circ$ ). The indicated value of dosimeter A (e.g. 21 mSv) may be smaller than the one of dosimeter B (e.g. 22 mSv). For both dosimeters, the relative response is within the required range from 0,71 up to 1,67 (i.e. the requirement of 9.5.1 is fulfilled), but the indicated value is not additive.

## 10.2 Method of test

For this test the information gained during the tests according to Clause 9 shall be used.

For requirements a) and b):

It has to be decided during the type test which influence quantity can be relevant for this test depending on the type of signal and on the algorithm used to evaluate the indicated value.

Two irradiations under the conditions K and L (different dose values and/or different values of the influence quantity under test) shall be performed with the conventional true dose values  $C_K$  and  $C_L$ . The indicated values  $E_K$  and  $E_L$  shall be read from the dosimetry system. The corresponding indicated values  $f(S_{i,K})$  and  $f(S_{i,L})$  shall be calculated using the signals  $S_{i,K}$  and  $S_{i,L}$  and the evaluation algorithm (see Annex B).  $E_K$  and  $E_L$  shall be compared to  $f(S_{i,K})$  and  $f(S_{i,L})$ , respectively. The values have to be equal, otherwise the manufacturer has to supply the correct function  $f(S_i)$  for the evaluation of the indicated value.

Then, mixed irradiations can be simulated by calculating the sum of the signals  $S_{i,K} + S_{i,L}$ . From this sum, the indicated value  $E_{K+L} = f(S_{i,K} + S_{i,L})$  for the mixed irradiation condition K+L with the conventional true dose value  $C_{K+L} = C_K + C_L$  shall be calculated. The indicated value  $E_{K+L} = f(S_{i,K} + S_{i,L})$  shall be determined for any value of  $C_K$  and  $C_L$  and any irradiation conditions K and L. This calculation shall be verified experimentally at one combination of different radiation qualities.

The relative response is given by  $r = \frac{E_{K+L}}{C_{K+L}} \cdot \frac{C_{\text{ref}}}{E_{\text{ref}}}$ .  $r$  shall be determined for any value of  $C_K$  and  $C_L$  and any irradiation conditions K and L.

NOTE 1 Il faut que toute non-linéarité soit corrigée. Quand différents dosimètres sont utilisés pour déterminer  $E_K$  et  $E_L$ , il faut que toute différence du coefficient d'étalonnage soit aussi prise en considération.

NOTE 2 L'utilisation d'un programme de simulation sur ordinateur peut être utile pour cet essai.

Pour l'exigence c):

Les mêmes conditions que pour les exigences a) et b) s'appliquent, sauf que «différentes conditions d'irradiation» signifie «différentes valeurs de dose et/ou différents types de rayonnement».

La variation relative de la valeur indiquée est donnée par  $\frac{\Delta E}{E} = \frac{E_K + E_L - E_{K+L}}{E_{K+L}}$ .  $\Delta E/E$  doit être déterminé pour toute valeur de  $C_K$  et  $C_L$  et toute condition d'irradiation K et L.

### 10.3 Interprétation des résultats

Pour les exigences a) et b):

Toutes les réponses relatives calculées doivent être dans le domaine de variation autorisé de la réponse.

Pour l'exigence c):

La variation relative de la valeur indiquée,  $\Delta E/E$ , ne doit pas dépasser -9 % à +11 %.

Dans ce cas, l'exigence de 10.1 peut être considérée comme satisfaite.

## 11 Exigences de performances et essais d'environnement

### 11.1 Généralités

#### 11.1.1 Exigences générales

Les grandeurs d'influence traitées dans ce paragraphe sont de type F et de type S. Dans un esprit de simplification, le traitement mathématique est fait comme si toutes les grandeurs d'influence étaient de type F.

La somme géométrique des variations de la réponse dues à toutes les perturbations environnementales ne doit pas être supérieure à 20 % (voir Tableau 6). De plus, le coefficient de variation doit tenir les exigences spécifiées en 9.2.

Seules des exigences concernant une utilisation habituelle en intérieur sont nécessaires (variation de température et exposition à la lumière, par exemple chauffage par le soleil derrière une baie vitrée).

#### 11.1.2 Méthode générale d'essai

Sauf précision contraire, la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose doit être  $7 \cdot H_{\min}$ . Pour chaque groupe  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être irradiés.

NOTE Comme précisé ci-dessus, les grandeurs d'influence qui peuvent être de type S sont aussi limitées par une valeur maximale autorisée de variation de la réponse. Comme la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose est  $7 \cdot H_{\min}$ , une variation de la réponse de 10 % est égale à une variation de  $0,7 \cdot H_{\min}$ . En conséquence, on assure simultanément, par cette méthode d'essai, que la variation et l'écart de la réponse à l'unité ne sont pas supérieurs aux valeurs données ci-dessus:  $0,7 \cdot H_{\min}$  et 10 %, respectivement.

NOTE 1 Any non-linearity must be corrected. When different dosimeters are used to determine  $E_K$  and  $E_L$ , any difference in the calibration factor must also be taken into consideration.

NOTE 2 The use of computer simulation programs may be helpful for this test.

For requirement c):

The same as for requirements a) and b) applies except that different irradiation conditions mean “different dose values and/or different types of radiation”.

The relative change of the indicated value is given by  $\frac{\Delta E}{E} = \frac{E_K + E_L - E_{K+L}}{E_{K+L}}$ .  $\Delta E/E$  shall be determined for any value of  $C_K$  and  $C_L$  and any irradiation conditions K and L.

### 10.3 Interpretation of the results

For requirements a) and b):

All the calculated relative responses shall be within the permitted variation of the response.

For requirement c):

The relative change of the indicated value,  $\Delta E/E$ , shall not exceed –9 % to +11 %.

In that case, the requirement of 10.1 can be considered to be met.

## 11 Environmental performance requirements and tests

### 11.1 General

#### 11.1.1 General requirements

The influence quantities dealt with in this subclause are of type F and type S. For the sake of simplification, the mathematical treatment is performed as if all influence quantities were of type F.

The geometrical sum of the variation of the response due to all environmental disturbances shall not exceed 20 % (see Table 6). In addition, the coefficient of variation shall fulfil the requirements specified in 9.2.

For the reader, only requirements according to a usual indoor use are given (varying temperature and light exposure, for example heating behind a large window due to sunlight).

#### 11.1.2 General method of test

If not stated otherwise, the conventional true value of the dose equivalent shall be  $7 \cdot H_{low}$ . For every group  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be irradiated.

NOTE As stated above, also the influence quantities that may be of type S are limited by a maximum permitted value for the variation of the response. As the conventional true value of the dose equivalent is  $7 \cdot H_{low}$ , a change of the response by 10 % is equivalent to a deviation of  $0,7 \cdot H_{low}$ . Therefore, by this method of test, it is simultaneously assured, that the deviation and the variation of the response from unity are not larger than the figures given above:  $0,7 \cdot H_{low}$  and 10 %, respectively.

## 11.2 Température ambiante et humidité relative (dosimètre)

### 11.2.1 Généralités

La grandeur d'influence considérée dans ce paragraphe est de type F.

### 11.2.2 Exigences

La réponse relative due à une variation de la température ambiante et de l'humidité relative dans leurs domaines de variation assignés doit être dans l'intervalle 0,83 à 1,25 (voir Tableau 6).

### 11.2.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, cinq groupes de  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être exposés à une source de référence.

Traitement des cinq groupes après irradiation:

Groupe 1: les dosimètres doivent être exposés à une température de  $-10$  °C.

Groupe 2: les dosimètres doivent être exposés à une température de  $+40$  °C et à 60 % d'humidité relative (sans condensation).

Groupe 3: les dosimètres doivent être exposés à la valeur limite la plus basse en température de leurs domaines de variation assignés.

Groupe 4: les dosimètres doivent être exposés à la valeur limite la plus élevée en température et à la valeur limite la plus élevée en humidité relative (sans condensation) de leurs domaines de variation assignés.

La durée d'exposition doit être de 48 h. Si le temps de mesure maximal assigné  $t_{\max}$  est supérieur à un mois, les dosimètres doivent être exposés à la grandeur d'influence pendant un temps  $t = 48 \text{ h} \cdot \left[ 1 + \frac{t_{\max} - 1 \text{ mois}}{3 \text{ mois}} \right]$ .

Groupe 5: la température et l'humidité relative doivent être dans les conditions normales d'essai, voir Tableau 2.

Pour chaque groupe, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

### 11.2.4 Interprétation des résultats

Si pour chaque groupe, l'inégalité  $0,83 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_{\text{groupe 5}}} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,25$  est vérifiée, les exigences de 11.2.2 peuvent alors être considérées comme satisfaites.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).

## 11.3 Exposition à la lumière (dosimètre)

### 11.3.1 Généralités

La grandeur d'influence considérée dans ce paragraphe est de type F.

## 11.2 Ambient temperature and relative humidity (dosemeter)

### 11.2.1 General

The influence quantity dealt with in this subclause is of type F.

### 11.2.2 Requirements

The relative response due to a change of the ambient temperature and relative humidity within their rated ranges shall be within the interval from 0,83 to 1,25 (see Table 6).

### 11.2.3 Method of test

For this test, five groups of  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be exposed to a reference source:

Treatment of the five groups after the irradiation:

Group 1: the dosimeters shall be exposed to  $-10$  °C temperature.

Group 2: the dosimeters shall be exposed to  $+40$  °C temperature and 60 % relative humidity (not condensing).

Group 3: the dosimeters shall be exposed to the lower extreme value of the temperature of the rated range.

Group 4: the dosimeters shall be exposed to the upper extreme value of the temperature and the upper extreme value of the relative humidity (not condensing) of the rated ranges.

The duration of exposure shall be 48 h. If the maximum rated measurement time  $t_{\max}$  is longer than 1 month, the dosimeters shall be exposed to the influence quantity for the time

$$t = 48 \text{ h} \cdot \left[ 1 + \frac{t_{\max} - 1 \text{ month}}{3 \text{ month}} \right].$$

Group 5, reference group: the temperature and the relative humidity shall be at standard test conditions, see Table 2.

For each group, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

### 11.2.4 Interpretation of the results

If for each group the inequality  $0,83 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_{\text{group 5}}} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,25$  is valid, then the requirements of 11.2.2 can be considered to be met.

$U_{\text{com}}$  is calculated according to equation (A.5).

## 11.3 Light exposure (dosemeter)

### 11.3.1 General

The influence quantity dealt with in this subclause is of type F.

### 11.3.2 Exigences

La variation de la réponse due à une exposition à la lumière dans son domaine de variation ne doit pas dépasser –9 % à +11 % (voir Tableau 6).

### 11.3.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, deux groupes de  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être exposés à une source de référence.

Traitement des deux groupes après irradiation:

Groupe 1: les dosimètres doivent être exposés à la valeur extrême de l'exposition à la lumière dans le domaine de variation assigné pendant 48 h. Si le temps de mesure maximal assigné  $t_{\max}$  est supérieur à un mois, les dosimètres doivent être exposés à la grandeur d'influence pendant un temps  $t = 48 \text{ h} \cdot \left[ 1 + \frac{t_{\max} - 1 \text{ mois}}{3 \text{ mois}} \right]$ .

Pour produire par exemple une illumination de  $1\,000 \text{ W/m}^2$ , utiliser un appareillage produisant une lumière dont le spectre correspond au spectre solaire (295 nm à 769 nm), par exemple avec une lampe xénon équipée si nécessaire des filtres appropriés ou une lampe fluorescente lumière du jour.

NOTE 1 La distribution lumineuse d'un spectre solaire de référence est donnée dans la CEI 60904-3.

NOTE 2  $1\,000 \text{ W/m}^2$  de lumière solaire comportent environ  $60 \text{ W/m}^2$  de lumière UV.

Groupe 2: groupe de référence: les dosimètres doivent être maintenus à la lumière du jour normale mais à l'ombre.

Pour chaque groupe, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

### 11.3.4 Interprétation des résultats

Si l'inégalité  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_1}{E_{\text{groupe 2}}} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  est vérifiée, les exigences de 11.3.2 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).

## 11.4 Acquisition de la dose, effacement progressif avec le temps, auto-irradiation et réponse au rayonnement naturel (dosimètre)

### 11.4.1 Généralités

La grandeur d'influence considérée dans ce paragraphe (le temps) est de type F et de type S.

### 11.4.2 Exigences

La variation de la réponse due à l'acquisition et à l'effacement progressif avec le temps ne doit pas excéder –9 % à +11 % (voir Tableau 6).

Le coefficient de variation à la limite inférieure du domaine de mesure doit satisfaire aux exigences spécifiées en 9.2.

La valeur indiquée due à l'auto irradiation et au rayonnement naturel ne doit pas s'écarter de la limite inférieure du domaine de mesure au cours du temps de mesure maximal assigné.

### 11.3.2 Requirements

The variation of the response due to a change of the light exposure within its rated range shall not exceed –9 % to +11 % (see Table 6).

### 11.3.3 Method of test

For this test two groups of  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be exposed to a reference source.

Treatment of the two groups after the irradiation:

Group 1: the dosimeters shall be exposed to the extreme value of the light exposure within the rated range for 48 h. If the maximum rated measurement time  $t_{\max}$  is longer than 1 month, the dosimeters shall be exposed to the influence quantity for the time

$$t = 48 \text{ h} \cdot \left[ 1 + \frac{t_{\max} - 1 \text{ month}}{3 \text{ month}} \right].$$

To produce for example 1 000 W/m<sup>2</sup> of light, use an apparatus which produces light whose spectrum corresponds to that of bright sunlight (295 nm to 769 nm), for example with a xenon lamp equipped if necessary with appropriate filters, or use a daylight fluorescent lamp.

NOTE 1 A reference solar spectral irradiance distribution is given in IEC 60904-3.

NOTE 2 1 000 W/m<sup>2</sup> bright sunlight includes approximately 60 W/m<sup>2</sup> of UV light.

Group 2, reference group: the dosimeters shall be maintained at normal daylight in the shadow.

For every group, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

### 11.3.4 Interpretation of the results

If the inequality  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_1}{\bar{E}_{\text{group 2}}} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  is valid, then the requirements of 11.3.2 can be considered to be met.

$U_{\text{com}}$  is calculated according to equation (A.5).

## 11.4 Dose build up, fading, self-irradiation and response to natural radiation (dosimeter)

### 11.4.1 General

The influence quantity dealt with in this subclause (time) is of type F and type S.

### 11.4.2 Requirements

The variation of the response due to dose build up and fading shall not exceed –9 % to +11 % (see Table 6).

The coefficient of variation at the lower limit of the measuring range shall fulfil the requirements specified in 9.2.

The indicated value due to self-irradiation and natural radiation shall not differ by more than the lower limit of the measuring range during the maximal rated measuring time.

### 11.4.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, cinq groupes de dosimètres doivent être utilisés:

Des groupes 1 à 3 consistant en  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être exposés à une source de référence.

Un groupe 4 consistant en  $n$  ( $\geq 25$ ) dosimètres doit être exposé à la limite inférieure du domaine de mesure,  $H_{\min}$ .

Un groupe 5 consistant en  $n$  ( $\geq 25$ ) dosimètres ne doit pas être exposé.

Traitement de cinq groupes après irradiation:

Les groupes 4 et 5 doivent être spécialement stockés ensemble à un débit de dose connu du bruit de fond dû au rayonnement naturel.

Le groupe 1 doit être lu 1 h après irradiation, si ce n'est pas en contradiction avec le manuel d'instructions. Si c'est le cas, on doit prendre le temps minimal entre l'irradiation et la lecture permis par le manuel d'instructions.

Le groupe 2, groupe de référence, doit être lu une semaine après irradiation.

Les groupes 3 à 5 doivent être lus après le temps de mesure maximal assigné  $t_{\max}$  après irradiation.

Pour chaque groupe, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

Pour toute valeur indiquée du groupe quatre  $E_{j,4}$ , la valeur moyenne indiquée du groupe cinq  $\bar{E}_5$  doit être soustraite:  $\{E_{j,4} - \bar{E}_5\}$ ,  $j = 1..n_4$ . Pour ce nouveau groupe quatre prime, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}'_4$  et l'écart type  $s'_4$  doivent être déterminés.

NOTE Cette soustraction est la simulation de la mesure d'une dose nette sur la période correspondant au temps maximal assigné de la mesure.

### 11.4.4 Interprétation des résultats

Si pour les groupes 1 à 3, l'inégalité  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_2} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  est vérifiée et la valeur

$\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{\bar{E}_i} \right)$  est inférieure aux valeurs données à la ligne 5 des Tableaux 3 à 5, et si pour le groupe 4', la valeur  $\frac{1}{1,24} \cdot \frac{s'_4}{\bar{E}'_4}$  est inférieure aux valeurs données aux lignes 5 des

Tableaux 3 à 5, et si pour le groupe 5  $-H_{\min} \leq \bar{E}_5 \pm U_m - C_{\text{nat}} \leq +H_{\min}$  est vérifié, alors les exigences de 11.4.2 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_{\text{com}}$  et  $U_m$  sont calculées selon les équations (A.5) et (A.3), respectivement.

$C_{\text{nat}}$  est l'équivalent de dose conventionnellement vrai du rayonnement naturel pendant le stockage des groupes 4 et 5.

### 11.4.3 Method of test

For this test, five groups of dosimeters shall be used:

Groups 1 to 3 consisting of  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be exposed to a reference source.

Group 4 consisting of  $n$  ( $\geq 25$ ) dosimeters shall be exposed to the lower limit of the measuring range,  $H_{\text{low}}$ .

Group 5 consisting of  $n$  ( $\geq 25$ ) dosimeters shall not be exposed.

Treatment of the five groups after the irradiation:

Especially groups 4 and 5 shall be stored together at a known level of natural background dose rate.

Group 1 shall be read out 1 h after the irradiation, if this is not in contradiction with the instruction manual. If so, the minimal time that is allowed by the instruction manual to be between irradiation and read out shall be taken.

Group 2, reference group, shall be read out one week after the irradiation.

Groups 3 to 5 shall be read out after the maximum rated measurement time  $t_{\text{max}}$  after the irradiation.

For every group, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

From every indicated value of group four  $E_{j,4}$ , the mean indicated value of group five  $\bar{E}_5$  shall be subtracted:  $\{E_{j,4} - \bar{E}_5\}$ ,  $j = 1..n_4$ . From this new group four prime, the mean indicated value  $\bar{E}'_4$  and the standard deviation  $s'_4$  shall be determined.

NOTE This subtraction is the simulation of the measurement of a net-dose over the period of the maximum rated measurement time.

### 11.4.4 Interpretation of the results

If for groups 1 to 3 the inequality  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_2} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  is valid and the value  $\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{E_i} \right)$  is smaller than the figures given in line 5 of Tables 3 to 5, and

if for group 4' the value  $\frac{1}{1,24} \cdot \frac{s'_4}{\bar{E}'_4}$  is smaller than the figures given in line 5 of Table 3 to 5,

and if for group 5 the inequation  $-H_{\text{low}} \leq \bar{E}_5 \pm U_m - C_{\text{nat}} \leq +H_{\text{low}}$  is valid, then the requirements of 11.4.2 can be considered to be met.

$U_{\text{com}}$  and  $U_m$  are calculated according to equations (A.5) and (A.3), respectively.

$C_{\text{nat}}$  is the conventional true dose equivalent of the natural radiation during the storage of groups 4 and 5.

## 11.5 Étanchéité (du dosimètre)

Le fabricant doit indiquer les précautions à prendre pour prévenir l'entrée d'humidité, et décrire les essais à effectuer et les résultats attendus pour démontrer l'efficacité de l'étanchéité. C'est un élément très important pour un dosimètre qui peut être utilisé à l'extérieur.

## 11.6 Stabilité du lecteur (lecteur)

### 11.6.1 Généralités

La grandeur d'influence considérée dans ce paragraphe (le temps) est de type F.

### 11.6.2 Exigences

La variation de la réponse due à la stabilité du lecteur ne doit pas être supérieure à  $-9\%$  à  $+11\%$  (voir Tableau 6) sur le temps de mesure maximal assigné  $t_{\max}$ .

### 11.6.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, trois groupes de  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être utilisés:

Le groupe 1 doit être irradié au début de l'essai de type et sa lecture doit être faite une semaine après son irradiation.

Le groupe 2 doit être irradié après un délai égal à  $t_{\max}/2$  égal à la moitié du temps maximal de mesure assigné, et sa lecture doit être faite une semaine après l'irradiation.

Le groupe 3 doit être irradié après un délai égal à  $t_{\max}$ , temps de mesure maximal assigné, et sa lecture doit être faite une semaine après l'irradiation.

Pour chaque groupe, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

### 11.6.4 Interprétation des résultats

Si pour chaque groupe, l'inégalité  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_2} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  est vérifiée et si  $\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{E_i} \right)$  est inférieur aux valeurs données aux lignes 5 des Tableaux 3 à 5, alors les exigences de 11.6.2 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).

## 11.7 Température ambiante (lecteur)

### 11.7.1 Généralités

La grandeur d'influence considérée dans ce paragraphe est généralement de type S, elle peut être de type F.

### 11.7.2 Exigences

La variation de la réponse due à un écart de température dans son domaine de variation assigné ne doit pas excéder  $-9\%$  à  $+11\%$  (voir Tableau 6).

De plus, le coefficient de variation à la limite inférieure du domaine de mesure doit satisfaire aux exigences spécifiées en 9.2.

## 11.5 Sealing (dosemeter)

The manufacturer shall state the precautions to be taken to prevent the ingress of moisture, and describe the tests and results used to demonstrate the effectiveness of the sealing. This is a very important factor for a dosimeter that may be used outdoor.

## 11.6 Reader stability (reader)

### 11.6.1 General

The influence quantity dealt with in this subclause (time) is of type F.

### 11.6.2 Requirements

The variation of the response due to reader stability shall not exceed –9 % to +11 % (see Table 6) over the maximum rated measurement time  $t_{\max}$ .

### 11.6.3 Method of test

For this test, three groups of  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be used:

Group 1 shall be irradiated at the beginning of the type test and read out one week later.

Group 2 shall be irradiated after half of the maximum rated measurement time:  $t_{\max}/2$  and read out one week later.

Group 3 shall be irradiated after the maximum rated measurement time:  $t_{\max}$  and read out one week later.

For every group, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

### 11.6.4 Interpretation of the results

If for every group the inequality  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_2} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  is valid and  $\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{E_i} \right)$  is smaller than the figures given in line 5 of Tables 3 to 5, then the requirements of 11.6.2 can be considered to be met.

$U_{\text{com}}$  is calculated according to equation (A.5).

## 11.7 Ambient temperature (reader)

### 11.7.1 General

The influence quantity dealt with in this subclause is usually of type S, it may be of type F.

### 11.7.2 Requirements

The variation of the response due to a change of the temperature within its rated range shall not exceed –9 % to +11 % (see Table 6).

In addition, the coefficient of variation at the lower limit of the measuring range shall fulfil the requirements specified in 9.2.

### 11.7.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, trois groupes de  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être exposés à une source de référence:

Le groupe 1 doit être exposé à la limite inférieure du domaine de mesure  $H_{\min}$ .

Les groupes 2 et 3 doivent être exposés à  $7 \cdot H_{\min}$ .

Traitement des trois groupes après irradiation:

Groupe 2, groupe de référence: la température du lecteur doit être dans les conditions normales d'essai (voir Tableau 2) et la lecture des dosimètres doit être effectuée.

Groupes 1 et 3: la température du lecteur doit être maintenue au moins 4 h à la valeur la plus élevée du domaine de variation en température assigné. La lecture doit être effectuée à la fin des 4 h tout en conservant la température donnée.

Pour chaque groupe, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

### 11.7.4 Interprétation des résultats

Si pour chaque groupe,

l'inégalité  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_2} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  est vérifiée et si  $\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{E_i} \right)$  est inférieur aux valeurs

données aux lignes 5 des Tableaux 3 à 5, alors les exigences de 11.7.2 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).

## 11.8 Exposition à la lumière (lecteur)

### 11.8.1 Généralités

La grandeur d'influence considérée dans ce paragraphe est généralement de type S, elle peut être de type F.

### 11.8.2 Exigences

La variation de la réponse due à un écart de l'exposition à la lumière dans son domaine de variation assigné ne doit pas excéder  $-9\%$  à  $+11\%$  (voir Tableau 6).

De plus, le coefficient de variation à la limite inférieure du domaine de mesure doit satisfaire aux exigences spécifiées en 9.2.

### 11.8.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, trois groupes de  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être exposés à une source de référence:

Le groupe 1 doit être exposé à la limite inférieure du domaine de mesure  $H_{\min}$ .

Les groupes 2 et 3 doivent être exposés à  $7 \cdot H_{\min}$ .

### 11.7.3 Method of test

For this test, three groups of  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be exposed to a reference source:

Group 1 shall be exposed to the lower limit of the measuring range,  $H_{low}$ .

Groups 2 and 3 shall be exposed to  $7 \cdot H_{low}$ .

Treatment of the three groups after the irradiation:

Group 2, reference group: The temperature of the reader shall be at standard test conditions (see Table 2) and the dosimeters shall be read out.

Groups 1 and 3: The temperature of the reader shall be at least 4 h at the highest temperature within the rated range. At the end of 4 h, the read out of the dosimeters shall be performed holding the given temperature.

For every group, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

### 11.7.4 Interpretation of the results

If for every group, the inequality  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_2} \pm U_{com} \right) \leq 1,11$  is valid and  $\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{\bar{E}_i} \right)$  is smaller than the figures given in line 5 of Tables 3 to 5, then the requirements of 11.7.2 can be considered to be met.

$U_{com}$  is calculated according to equation (A.5).

## 11.8 Light exposure (reader)

### 11.8.1 General

The influence quantity dealt with in this subclause is usually of type S, it may be of type F.

### 11.8.2 Requirements

The variation of the response due to a change of the light exposure within its rated range shall not exceed  $-9\%$  to  $+11\%$  (see Table 6).

In addition, the coefficient of variation at the lower limit of the measuring range shall fulfil the requirements specified in 9.2.

### 11.8.3 Method of test

For this test, three groups of  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be exposed to a reference source.

Group 1 shall be exposed to the lower limit of the measuring range,  $H_{low}$ .

Groups 2 and 3 shall be exposed to  $7 \cdot H_{low}$ .

Traitement des trois groupes après irradiation:

Les dosimètres ne doivent pas (ou aussi peu que possible) être exposés à une source de lumière supplémentaire.

Groupe 2, groupe de référence: le lecteur ne doit pas être exposé à un éclairage additionnel à la lumière du jour à l'ombre et la lecture des dosimètres doit être effectuée.

Groupes 1 et 3: les parties du lecteur assurant l'étanchéité à la lumière pour le photomultiplicateur ou autre dispositif de lecture sensible à la lumière doivent être exposées à une valeur extrême de l'éclairement dans son domaine de variation assigné, et la lecture des dosimètres doit être effectuée.

Pour produire par exemple une illumination de 1 000 W/m<sup>2</sup>, utiliser un appareillage produisant une lumière dont le spectre correspond au spectre solaire (295 nm à 769 nm), par exemple avec une lampe xénon équipée si nécessaire des filtres appropriés ou une lampe fluorescente lumière du jour.

NOTE 1 La distribution lumineuse d'un spectre solaire de référence est donnée dans la CEI 60904-3.

NOTE 2 1 000 W/m<sup>2</sup> de lumière solaire comportent environ 60 W/m<sup>2</sup> de lumière UV.

Pour chaque groupe, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

#### 11.8.4 Interprétation des résultats

Si pour chaque groupe, l'inégalité  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_2} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  est vérifiée et si  $\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{E_i} \right)$  est inférieur aux valeurs données à la ligne 5 des Tableaux 3 à 5, alors les exigences de 11.8.2 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).

### 11.9 Alimentation primaire (lecteur)

#### 11.9.1 Généralités

La grandeur d'influence considérée dans ce paragraphe est généralement de type F, elle peut être de type S.

#### 11.9.2 Exigences

La variation de la réponse due à une variation de la tension d'alimentation et de la fréquence dans leurs domaines de variation assignés respectifs ne doit pas excéder -9 % à +11 % (voir Tableau 6).

De plus, le coefficient de variation à la limite inférieure du domaine de mesure doit satisfaire aux exigences spécifiées en 9.2.

#### 11.9.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, cinq groupes de  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être exposés à une source de référence:

Traitement des cinq groupes après irradiation:

Treatment of the three groups after the irradiation:

The dosimeters shall not (or as little as possible) be exposed to any additional light source.

Group 2, reference group: the reader shall not be exposed to any light additional to usual sunlight in shadow and the dosimeters shall be read out.

Groups 1 and 3: the parts of the reader near the seal of the photomultiplier or other light sensitive devices of the reader shall be exposed to the extreme value of light exposure within the rated range and the dosimeters shall be read out.

To produce for example 1 000 W/m<sup>2</sup> of light, use apparatus which produces light whose spectrum corresponds to that of bright sunlight (295 nm to 769 nm), for example with a xenon lamp equipped if necessary with appropriate filters, or use a daylight fluorescent lamp.

NOTE 1 A reference solar spectral irradiance distribution is given in IEC 60904-3.

NOTE 2 1 000 W/m<sup>2</sup> bright sunlight includes approximately 60 W/m<sup>2</sup> of UV light.

For every group, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

#### 11.8.4 Interpretation of the results

If for every group the inequality  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_2} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  is valid and  $\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{E_i} \right)$  is smaller than the figures given in line 5 of Tables 3 to 5, then the requirements of 11.8.2 can be considered to be met.

$U_{\text{com}}$  is calculated according to equation (A.5).

### 11.9 Primary power supply (reader)

#### 11.9.1 General

The influence quantity dealt with in this subclause is usually of type F, it may be of type S.

#### 11.9.2 Requirements

The variation of the response due to a change of the power supply voltage and frequency within its rated range shall not exceed –9 % to +11 % (see Table 6).

In addition, the coefficient of variation at the lower limit of the measuring range shall fulfil the requirements specified in 9.2.

#### 11.9.3 Method of test

For this test five groups of  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be exposed to a reference source:

Treatment of the five groups after the irradiation:

Les dosimètres doivent être lus dans les conditions suivantes:

Groupe 1: groupe de référence: tension et fréquences nominales de l'alimentation

Groupe 2: tension –15 % et fréquence –2 %

Groupe 3: tension +10 % et fréquence –2 %

Groupe 4: tension –15 % et fréquence +2 %

Groupe 5: tension +10 % et fréquence +2 %

Pour chaque groupe, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

#### 11.9.4 Interprétation des résultats

Si pour chaque groupe, l'inégalité  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{E_2} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  est vérifiée et si  $\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{E_i} \right)$  est inférieur aux valeurs données à la ligne 5 des Tableaux 3 à 5, les exigences de 11.9.2 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_{\text{com}}$  est calculé selon l'équation (A.5).

#### 11.10 Interprétation générale des résultats

Si pour toute réponse relative  $r_q$  dans les Paragraphes 11.2 à 11.9,

l'inégalité  $\sqrt{\sum_{\text{paragraphes 11.2 à 11.9}} \left( \frac{1}{r_q} - 1 \right)^2} \leq 20 \%$  est vérifiée,

les exigences de 11.1.1 peuvent être considérées comme satisfaites.

## 12 Performances électromagnétiques, exigences et essais (système dosimétrique)

### 12.1 Généralités

Au cours de la conception d'un système dosimétrique, des précautions particulières doivent être prises pour assurer un fonctionnement correct en présence de perturbations électromagnétiques. Les perturbations électromagnétiques sont essentiellement des grandeurs d'influence de type S.

### 12.2 Exigences

Pour chaque grandeur d'influence, la valeur absolue de la variation due à des perturbations électromagnétiques doit être inférieure à  $0,7 \cdot H_{\text{min}}$ . Dans le cas où le système dosimétrique délivre un message d'erreur indiquant qu'une valeur indiquée donnée est fautive, la variation peut être supérieure à  $0,7 \cdot H_{\text{min}}$  pour la valeur indiquée. Quand ce message d'erreur apparaît, le système dosimétrique doit automatiquement arrêter la lecture. De plus, du fait du fonctionnement anormal, il n'est pas permis au système dosimétrique de perdre plus d'une valeur indiquée, voir 14.2.3.3.

La somme géométrique des variations dues à toutes les perturbations électromagnétiques doit être inférieure à  $1,1 H_{\text{min}}$  (voir Tableau 7).

Pour toutes les grandeurs d'influence, les domaines minimaux de variation assignés sont issus de la CEI 61000-6-2.

The dosimeters shall be read out under the following conditions:

Group 1, reference group: nominal power supply voltage and frequency

Group 2: voltage –15 % and frequency –2 %

Group 3: voltage +10 % and frequency –2 %

Group 4: voltage –15 % and frequency +2 %

Group 5: voltage +10 % and frequency +2 %

For every group, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

#### 11.9.4 Interpretation of the results

If for each group the inequality  $0,91 \leq \left( \frac{\bar{E}_i}{\bar{E}_1} \pm U_{\text{com}} \right) \leq 1,11$  is valid and  $\left( \frac{1}{1,24} \cdot \frac{s_i}{\bar{E}_i} \right)$  is smaller than the figures given in line 5 of Tables 3 to 5, then the requirements of 11.9.2 may be considered to be met.

$U_{\text{com}}$  is calculated according to equation (A.5).

#### 11.10 General interpretation of the results

If for all relative responses  $r_q$  in Subclauses 11.2 to 11.9,

the inequality  $\sqrt{\sum_{\text{subclause 11.2 to 11.9}} \left( \frac{1}{r_q} - 1 \right)^2} \leq 20 \%$  is valid,

then the requirements of 11.1.1 can be considered to be met.

## 12 Electromagnetic performance requirements and tests (dosimetry system)

### 12.1 General

Special precautions shall be taken in the design of a dosimetry system to ensure proper operation in the presence of electromagnetic disturbances. Electromagnetic disturbance are mainly influence quantities of type S.

### 12.2 Requirements

The absolute value of the deviation due to electromagnetic disturbances shall not exceed  $0,7 \cdot H_{\text{low}}$  for every single influence quantity. In the case where the dosimetry system delivers an error message assigning that a specific indicated value is faulty, the deviation may be larger than  $0,7 \cdot H_{\text{low}}$  for one indicated value. After such an error message has appeared, the dosimetry system shall stop reading automatically. In addition, due to abnormal operation, it is not allowed to have more than one indicated value lost by the dosimetry system, see 14.2.3.3.

The geometrical sum of the deviations due to all electromagnetic disturbances shall not exceed  $1,1 \cdot H_{\text{low}}$  (see Table 7).

For all influence quantities the minimal rated ranges are taken from IEC 61000-6-2.

Les essais utilisant un «champ électromagnétique de radiofréquence modulé en amplitude» (ligne 3 du Tableau 7) et un «champ magnétique à la fréquence du secteur» (ligne 8 du Tableau 7) sont très longs et utilisent un grand nombre de dosimètres. Ces essais ne doivent pas être faits si le fabricant déclare que les champs électromagnétiques n'affectent pas la lecture des dosimètres. Cette déclaration doit inclure l'explication physique.

### 12.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, huit groupes  $n$  ( $\geq 10$ ) de dosimètres doivent être exposés à une source de référence à un équivalent de dose de  $7 \cdot H_{\min}$ .

Le groupe 1 doit être lu sans aucune influence électromagnétique, c'est le groupe de référence.

Les autres groupes doivent être lus pendant que différentes influences électromagnétiques sont appliquées au lecteur selon les normes de la série CEI 61000-4 comme indiqué dans le Tableau 7. Les influences électromagnétiques doivent être appliquées durant la lecture des détecteurs. Si possible, la sortie du lecteur (par exemple la courbe de luminescence) doit être observée. Aucune caractéristique anormale (par exemple des pics d'intensité dans la courbe de luminescence induisant des doses non négligeables) ne doit apparaître.

Pour chaque groupe, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

### 12.4 Interprétation des résultats

Si pour chaque groupe, l'inégalité  $\bar{E}_i - \bar{E}_1 \pm U_m \leq \pm 0,7 \cdot H_{\min}$  est vérifiée et si

$$\text{l'inégalité } \sqrt{\sum_{i=2}^8 \left\{ \left( \max \left| \bar{E}_i - \bar{E}_1 \pm U_m \right| \right)^2 \right\}} \leq 1,1 \cdot H_{\min} \text{ est vérifiée,}$$

alors les exigences de 12. 2 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_m$  est calculé selon l'équation (A.3).

NOTE 1 Le maximum est réalisé selon l'une des deux possibilités  $\left| \bar{E}_i - \bar{E}_1 + U_m \right|$  et  $\left| \bar{E}_i - \bar{E}_1 - U_m \right|$ .

NOTE 2 L'expression  $\sqrt{\dots}$  représente la racine carrée des sommes quadratiques des variations.

## 13 Exigences de performances mécaniques et essais

### 13.1 Généralités

#### 13.1.1 Exigences générales

Les perturbations mécaniques sont principalement des grandeurs d'influence de type S, elles peuvent être de type F. Dans un but de simplification, le traitement mathématique est fait comme si toutes les grandeurs d'influence étaient de type S.

Pour chaque grandeur d'influence, la valeur absolue de la variation due à des perturbations mécaniques doit être inférieure à  $0,7 \cdot H_{\min}$ . Dans le cas où le système dosimétrique délivre un message d'erreur indiquant qu'une valeur indiquée donnée est fautive, la variation peut être supérieure à  $0,7 \cdot H_{\min}$  pour la valeur indiquée. Quand ce message d'erreur apparaît, le système dosimétrique doit automatiquement arrêter la lecture.

The tests using “radio-frequency amplitude modulated electromagnetic field” (line 3 in Table 7) and “power-frequency magnetic field” (line 8 in Table 7) are very time consuming and need a large amount of dosimeters. These tests shall not be done if the manufacturer declares that the electro-magnetic fields do not affect the read out of dosimeters. This declaration has to contain a scientific explanation.

### 12.3 Method of test

For this test, eight groups of  $n$  ( $\geq 10$ ) dosimeters shall be exposed to a reference source with a dose equivalent of  $7 \cdot H_{\text{low}}$ .

Group 1 shall be read out without any electromagnetic influences, this is the reference group.

The other groups shall be read out while the different electromagnetic influences are applied to the reader in accordance with the standards of the IEC 61000-4 series as given in Table 7. The electromagnetic influences shall be applied during the read out of the detectors. If possible, the output of the reader (e.g. glow curve) shall be observed. No abnormal characteristics (e.g. spikes in a glow curve that cause non-negligible doses) shall occur.

For each group, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

### 12.4 Interpretation of the results

If for each group the inequality  $\bar{E}_i - \bar{E}_1 \pm U_m \leq \pm 0,7 \cdot H_{\text{low}}$  is valid and the inequality

$$\sqrt{\sum_{i=2}^8 \left\{ \left( \max \left| \bar{E}_i - \bar{E}_1 \pm U_m \right|^2 \right) \right\}} \leq 1,1 \cdot H_{\text{low}}$$
 is valid,

then the requirements of 12.2 can be considered to be met.

$U_m$  is calculated according to equation (A.3).

NOTE 1 The maximum is built over the two possibilities  $\left| \bar{E}_i - \bar{E}_1 + U_m \right|$  and  $\left| \bar{E}_i - \bar{E}_1 - U_m \right|$ .

NOTE 2 The expression  $\sqrt{\dots}$  represents the square root of the sum of the squares of the deviations.

## 13 Mechanical performance requirements and tests

### 13.1 General

#### 13.1.1 General requirements

Mechanical disturbances are mainly influence quantities of type S, they may be of type F. For the sake of simplification, the mathematical treatment is done as all influence quantities were of type S.

The absolute value of the deviation due to mechanical disturbances shall not exceed  $0,7 \cdot H_{\text{low}}$  for every single influence quantity. In the case where the dosimetry systems delivers an error message assigning that a specific indicated value is faulty, the deviation may be larger than  $0,7 \cdot H_{\text{low}}$  for one indicated value. After such an error message appears, the dosimetry system shall stop reading automatically.

Après influence d'une perturbation mécanique sur le dosimètre, il ne doit pas être détérioré ni à l'intérieur (par exemple perte d'un matériau d'écrantage) ni à l'extérieur.

La somme géométrique des variations dues à l'ensemble des perturbations mécaniques doit être inférieure à  $0,8 \cdot H_{\min}$  (voir Tableau 8).

Il n'est pas permis que le système dosimétrique perde plus d'une valeur indiquée du fait d'une utilisation anormale, voir 14.2.3.3.

### 13.1.2 Méthode générale d'essai

Pour ces essais, huit groupes de  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être exposés à une source de référence à un équivalent de dose de  $7 \cdot H_{\min}$ :

Groupe 1: essai de chute du dosimètre, voir 13.2	Groupe 2: groupe de référence
Groupe 3: vibration du dosimètre, voir 13.3	Groupe 4: vibration du lecteur, voir 13.3

NOTE Comme indiqué ci-dessus, les grandeurs d'influence de type F sont aussi limitées par la valeur maximale autorisée de la variation:  $\pm 0,7 \cdot H_{\min}$ . Comme la valeur conventionnellement vraie de l'équivalent de dose est  $7 \cdot H_{\min}$ , une variation de  $\pm 0,7 \cdot H_{\min}$  est équivalente à une variation de la réponse de  $\pm 10$  %. En conséquence, on assure simultanément, par cette méthode d'essai, que la variation et l'écart de la réponse par rapport à l'unité ne sont pas supérieurs aux valeurs indiquées ci-dessus ( $\pm 0,7 \cdot H_{\min}$  et  $\pm 10$  %, respectivement).

## 13.2 Chute (dosimètre)

### 13.2.1 Exigences

Un dosimètre doit pouvoir supporter une chute d'une hauteur de 1,0 m sur une surface dure et plane de ciment ou d'acier (CEI 60068-2-32) sans que la variation soit supérieure à  $\pm 0,7 \cdot H_{\min}$  du fait de la chute. Cet essai doit porter sur chaque face du dosimètre.

Le dosimètre ne doit pas être détérioré, ni à l'intérieur (par exemple perte d'un matériau d'écrantage), ni à l'extérieur.

### 13.2.2 Méthode d'essai

Pour ces essais, deux groupes de  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimètres doivent être exposés à une source de référence avec un équivalent de dose de  $7 \cdot H_{\min}$ :

Groupe 1: chacun des dosimètres doit être soumis à un essai comportant des chutes sur chacune de ses 6 faces.

Le dosimètre doit être inspecté et ses conditions physiques enregistrées, par exemple si les matériaux écran sont restés fixés et en position.

Groupe 2: groupe de référence

Après tous les essais, les dosimètres doivent être lus et les valeurs indiquées déterminées.

Pour les groupes 1 et 2, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

### 13.2.3 Interprétation des résultats

Si pour les deux groupes, l'inégalité  $|\bar{E}_1 - \bar{E}_2 \pm U_m| \leq \pm 0,7 \cdot H_{\min}$  est vérifiée, alors les exigences de 13.2.1 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_m$  est calculé selon l'équation (A.3).

After the influence of mechanical disturbances on the dosimeter, it shall not be damaged, neither on the inside (e.g. loosening of filter material) nor on the outside.

The geometrical sum of the deviations due to all mechanical disturbances shall not exceed  $0,8 \cdot H_{low}$  (see Table 8).

Due to abnormal operation, it is not allowed to have more than one indicated value lost by the dosimetry system, see 14.2.3.3.

### 13.1.2 General method of test

For these tests four groups of  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be exposed to a reference source with a dose equivalent of  $7 \cdot H_{low}$ :

Group 1: drop test of dosimeter, see 13.2

Group 2: reference group

Group 3: vibration of dosimeter, see 13.3

Group 4: vibration of reader, see 13.3

NOTE As stated above, also the influence quantities that may be of type F are limited by a maximum permitted value for the deviation:  $\pm 0,7 \cdot H_{low}$ . As the conventional true value of the dose equivalent is  $7 \cdot H_{low}$ , a deviation of  $\pm 0,7 \cdot H_{low}$  is equivalent to a change of the response of  $\pm 10$  %. Therefore, by this method of test, it is simultaneously assured, that the deviation and the variation of the response from unity are not larger than the figures given above ( $\pm 0,7 \cdot H_{low}$  and  $\pm 10$  %, respectively).

## 13.2 Drop (dosimeter)

### 13.2.1 Requirements

A dosimeter shall be able to withstand drops from a height of 1,0 m onto a flat and hard surface made of concrete or steel (IEC 60068-2-32) without the deviation exceeding  $\pm 0,7 \cdot H_{low}$  after the drop. These tests shall be on each face of the dosimeter.

The dosimeter shall not be damaged, neither on the inside (e.g. loosening of filter material) nor on the outside.

### 13.2.2 Method of test

For these tests, two groups of  $n$  ( $\geq 6$ ) dosimeters shall be exposed to a reference source with a dose equivalent of  $7 \cdot H_{low}$ :

Group 1: each of the dosimeters shall be subjected to a test consisting of drops on each of the 6 faces of the dosimeter.

The dosimeters shall be inspected and the physical condition documented, for example whether the filter materials are fixed and in position.

Group 2: reference group

After all the tests, the dosimeters shall be read out and the indicated values be determined.

For groups 1 and 2, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

### 13.2.3 Interpretation of the results

If for the two groups the inequality  $|\bar{E}_1 - \bar{E}_2 \pm U_m| \leq 0,7 \cdot H_{low}$  is valid, then the requirements of 13.2.1 can be considered to be met.

$U_m$  is calculated according to equation (A.3).

### 13.3 Vibration (dosimètre et lecteur de poids inférieur à 15 kg)

#### 13.3.1 Exigences

La valeur absolue de la variation due aux vibrations du dosimètre ou du lecteur au cours de la lecture ne doit pas excéder  $\pm 0,7 \cdot H_{\min}$  pour une charge harmonique d'environ  $50 \text{ m s}^{-2}$  à une fréquence de 50 Hz. Les conditions physiques des dosimètres et des lecteurs ne doivent pas être affectées par ces vibrations (par exemple les joints de soudure doivent tenir, les écrous et boulons ne doivent pas se desserrer).

#### 13.3.2 Méthode d'essai

Groupe 3: les dosimètres doivent être montés dans chacune des trois directions orthogonales (un tiers du groupe 3 dans chaque direction) sur une platine. Ils doivent être soumis à une vibration sinusoïdale dans la direction verticale pendant 15 min à une fréquence de 50 Hz et une amplitude crête à crête de 1 mm.

Les dosimètres doivent être inspectés et leur comportement physique enregistré, par exemple si les matériaux d'écrantage sont toujours fixés et en position.

Les dosimètres doivent être alors lus et la valeur indiquée déterminée.

Groupe 4: pendant la lecture des dosimètres, le lecteur doit être soumis aux accélérations définies ci-dessus. Le lecteur doit être inspecté et son comportement physique enregistré.

Pour les groupes 3 et 4, la valeur moyenne indiquée  $\bar{E}_i$  et l'écart type  $s_i$  doivent être déterminés.

#### 13.3.3 Interprétation des résultats

Si pour les groupes 2 à 4, l'inégalité  $|\bar{E}_1 - \bar{E}_2 \pm U_m| \leq \pm 0,7 \cdot H_{\min}$  est vérifiée, alors les exigences de 13.3.1 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_m$  est calculé selon l'équation (A.3).

#### 13.4 Interprétation générale des résultats

Si pour tous les groupes, l'inégalité  $\sqrt{\sum_{i=1}^4 \left\{ \left( \max |\bar{E}_i - \bar{E}_2 \pm U_m| \right)^2 \right\}} \leq 0,8 H_{\min}$  (voir notes) est vérifiée, alors les exigences de 13.1.1 peuvent être considérées comme satisfaites.

$U_m$  est calculé selon l'équation (A.3).

NOTE 1 Le maximum est réalisé selon l'une des deux possibilités  $|\bar{E}_i - \bar{E}_1 + U_m|$  et  $|\bar{E}_i - \bar{E}_1 - U_m|$ .

NOTE 2 L'expression  $\sqrt{\dots}$  représente la racine carrée des sommes quadratiques des variations.

## 14 Logiciels, données et interfaces du système dosimétrique

### 14.1 Généralités

La version finale des logiciels doit être disponible dès le début des essais de type, cela dans la mesure où une grande partie des essais concernant les logiciels est indirectement couverte par les essais métrologiques.

### 13.3 Vibration (dosemeter and reader with weight less than 15 kg)

#### 13.3.1 Requirements

The absolute value of the deviation due to vibration of either the dosimeter or the reader during read out shall not exceed  $0,7 \cdot H_{\text{low}}$  for harmonic loading of about  $50 \text{ m s}^{-2}$  with a frequency of 50 Hz. The physical condition of dosimeters and reader shall not be affected by this vibration (e.g. solder joints shall hold, nuts and bolts shall not be loosened).

#### 13.3.2 Method of test

Group 3: the dosimeters shall be mounted in each of three orthogonal directions (for each direction about one third of group 3) on a plate. They shall be vibrated with sinusoidal displacement in the vertical direction for 15 min at a frequency of 50 Hz and a peak-to-peak amplitude of 1 mm.

The dosimeters shall be inspected and the physical condition documented, for example whether the filter materials are fixed and in position.

Then, the dosimeters shall be read out and the indicated values be determined.

Group 4: the dosimeters shall be read out while the reader is subjected to the above mentioned accelerations. The reader shall be inspected and the physical condition documented.

For groups 3 and 4, the mean indicated value  $\bar{E}_i$  and the standard deviation  $s_i$  shall be determined.

#### 13.3.3 Interpretation of the results

If for groups 2 to 4 the inequality  $|\bar{E}_i - \bar{E}_2 \pm U_m| \leq 0,7 \cdot H_{\text{low}}$  is valid, then the requirements of 13.3.1 can be considered to be met.

$U_m$  is calculated according to equation (A.3).

#### 13.4 General interpretation of the results

If for all four groups, the inequality  $\sqrt{\sum_{i=1}^4 \left\{ \left( \max |\bar{E}_i - \bar{E}_2 \pm U_m| \right)^2 \right\}} \leq 0,8 H_{\text{low}}$  (see notes) is valid, then the requirements of 13.1.1 can be considered to be met.

$U_m$  is calculated according to equation (A.3).

NOTE 1 The maximum is built over the two possibilities  $|\bar{E}_i - \bar{E}_1 + U_m|$  and  $|\bar{E}_i - \bar{E}_1 - U_m|$ .

NOTE 2 The expression  $\sqrt{\dots}$  represents the square root of the sum of the squares of the deviations.

## 14 Software, data and interfaces of the dosimetry system

### 14.1 General

The final version of the software shall be available at the beginning of the type test, as a great part of the software test is indirectly covered by the metrological test.

## 14.2 Exigences

### 14.2.1 Exigences générales

Les exigences doivent garantir contre toute modification involontaire des logiciels ou des données. De plus, toute modification volontaire des logiciels ou des données à l'aide d'un éditeur doit être impossible.

### 14.2.2 Exigences pour la conception et la structure des logiciels

Les logiciels doivent être conçus de telle sorte qu'ils ne puissent être influencés de manière non acceptable par un autre logiciel.

NOTE Une solution consiste à séparer le logiciel en deux parties. Une partie contient toutes les fonctions nécessaires au contrôle du lecteur et pour évaluer, stocker et afficher les valeurs indiquées. Cette partie est la «partie dépendant des données». L'autre partie du logiciel, la «partie ne dépendant pas des données», contient, par exemple, des statistiques sur la fréquence de certaines valeurs de la dose. La partie dépendant des données comporte des fonctions bien définies (interface logiciel) qui sont utilisées pour communiquer avec les parties ne dépendant pas des données. Ce concept technique de logiciel séparé présente l'avantage de permettre des modifications de la «partie ne dépendant pas des données» sans influencer la «partie dépendant des données». Le concept de séparation du logiciel est connu par l'état de l'art de conception des logiciels; il est aussi connu comme programmation modulaire ou structurée ou programmation orientée objet.

### 14.2.3 Exigences pour la protection des logiciels et des données

#### 14.2.3.1 Numéro d'identification

La «partie dépendant des données» du logiciel (voir note en 14.2.2) doit être identifiée par un numéro. Il doit être possible d'afficher le numéro d'identification au cours du fonctionnement du logiciel. Ce numéro peut être comparé à celui donné au cours des essais ou dans la notice d'utilisation. Le numéro d'identification doit changer automatiquement en cas de modification du logiciel (un simple numéro de version ne suffit pas).

NOTE Une solution technique consiste en une signature électronique incluse au logiciel, voir note au paragraphe suivant.

#### 14.2.3.2 Authenticité du logiciel

Il doit être impossible pour l'utilisateur de modifier le logiciel sous toute forme, quelle qu'elle soit, à l'aide d'un éditeur. La protection doit couvrir aussi bien les actions involontaires (erreur d'utilisation) que les actions intentionnelles (manipulation) au moyen d'un éditeur. Au cas où le logiciel serait modifié, le programme doit s'arrêter au démarrage avec un message du style «violation de l'authenticité du logiciel, modification non autorisée».

NOTE Une solution possible est la suivante: Au démarrage du logiciel, une signature électronique est créée dans le logiciel (somme de contrôle, au moins CRC-16 avec une valeur secrète au démarrage). Cette somme de contrôle est comparée à une valeur de sommation (pas dans le format série) contenue dans le code exécutable. En cas de désaccord, le logiciel ne fonctionne pas.

#### 14.2.3.3 Alarme et arrêt du système en cas de conditions anormales de fonctionnement

Dans le cas où des conditions de fonctionnement anormales apparaissent dans l'un des composants du système, le système dosimétrique doit s'arrêter de fonctionner automatiquement et une alarme (audible ou visible) doit avertir l'opérateur. Ces conditions anormales de fonctionnement comprennent celles qui induisent de fausses lectures ou la perte de l'information de dose, par exemple la chute de tension d'un photomultiplicateur, l'absence de papier de l'imprimante, la température de chauffage du lecteur sortant du domaine de fonctionnement normal, etc.

Il ne doit pas être permis de perdre plus d'une valeur indiquée du fait de conditions de fonctionnement anormales, le système doit alors arrêter la lecture.

## **14.2 Requirements**

### **14.2.1 General requirements**

The requirements set shall prevent any unintended modification of the software or of the data. In addition, any intended modification of the software or of the data with the aid of an editor shall be prevented.

### **14.2.2 Requirements for the design and structure of the software**

The software shall be designed in such a way that it is not inadmissibly influenced by other software.

NOTE A technical solution is to separate the software into two parts. One part contains all the functions necessary to control the reader and to evaluate, store and display the indicated values. This part is the "data relevant part". The other parts of the software, the "non-data relevant part", contain for example statistics about the frequency certain dose value occur. The data relevant part has well-defined functions (software interface) that are used to communicate with the non-data relevant software parts. This technical concept of software separation has the advantage, that the "non-data relevant part" may be modified without influencing the "data relevant part". The concept of software separation is state of the art in software engineering, also known as structured or modular programming or object oriented programming.

### **14.2.3 Requirements for the protection of the software and data**

#### **14.2.3.1 Identification number**

The "data relevant part" of the software (see note to 14.2.2) shall have an identification number. It shall be possible to display this identification number while the software is running. This number can be compared with the number given in the test record or in the user instructions. The identification number shall automatically change in case the software is changed (a simple version number is not sufficient).

NOTE A technical solution is an electronic signature built over the software, see note to the following subclause.

#### **14.2.3.2 Authenticity of the software**

It shall not be possible for the user to modify the software in any form whatsoever with the aid of an editor. Protection shall cover both, unintentional actions (inadvertent wrong operation) and intended actions (manipulation) by means of an editor. In the case where the software is modified, the program shall abort during start up with a message such as "Software authenticity violated; unauthorized modification of program!"

NOTE One possible technical solution is: During start-up of the software, an electronic signature is formed over the software (check sum, at least CRC-16 with a secret start value). This check sum is compared with a summation value (not in the string format) contained in the executable code. In case of non-compliance, the software does not run.

#### **14.2.3.3 Alarm and stop of system operation under abnormal operating conditions**

When abnormal operating conditions start to develop in system components, the operation of the dosimetry system shall be stopped automatically, in addition an alarm alerting the operator shall be present (audible or visible). These abnormal operating conditions include those that lead to a faulty reading or loss of dose information, for example high voltage failure in a photomultiplier tube, a printer running out of paper, heating temperature in a reader falling below or above the normal range of operating temperature, etc.

Not more than one indicated value shall be lost due to abnormal operating conditions, then the dosimetry system shall stop reading.

#### 14.2.3.4 Contrôle des données d'entrée par le système dosimétrique

Toutes les valeurs utilisées pour la détermination de la valeur indiquée, par exemple coefficient d'étalonnage, courant d'obscurité d'un photomultiplicateur ou haute tension d'un photomultiplicateur, doivent être contrôlées par le système dosimétrique.

NOTE Cela peut être obtenu en assurant que ces valeurs se maintiennent dans une fourchette fixe donnée.

#### 14.2.3.5 Intégrité des données stockées

- a) Paramètres instrumentaux: l'utilisateur ne doit pas pouvoir modifier à volonté les paramètres instrumentaux (par exemple coefficient d'étalonnage, fourchette de haute tension du tube photomultiplicateur). Il doit n'être possible de modifier les paramètres instrumentaux que par l'intermédiaire d'accès spécifiques autorisés par le logiciel (par exemple mesure d'étalonnage ou entrée de données par un utilisateur autorisé par un mot de passe dont la valeur par défaut est définie dans le manuel d'instructions et qui peut être changé par l'utilisateur).

NOTE Une solution technique possible est la suivante: Toutes les données appartiennent à un jeu de données bien défini. L'ensemble du jeu de données est protégé par une signature électronique (CRC, au moins CRC 16 avec une valeur secrète à l'origine).

- b) Résultats de mesure: tous les résultats de mesure, y compris la date et l'instant de la lecture, l'identification du dosimètre (par exemple son numéro), la valeur indiquée et le coefficient d'étalonnage utilisé, doivent être enregistrés ou stockés sans aucune modification. Ces données peuvent être produites sur des documents imprimés ou stockées sous forme électronique sur disque dur en liaison avec un logiciel pour l'affichage des données (programme de visualisation qui est un «programme dépendant des données», voir note en 14.2.2). Les données doivent être protégées contre les risques de perte.

NOTE Une solution technique possible est la suivante: Toutes les données appartiennent à un jeu de données bien défini. L'ensemble du jeu de données est protégé par une signature électronique (CRC, 2 bytes de long au moins). Les données sont stockées sur deux disques supervisés par un contrôleur de protection.

#### 14.2.3.6 Intégrité des données transmises

Dans le cas où les données ne sont pas transmises d'un élément à un autre par une simple connexion électronique, par exemple transmission par le réseau, il doit être impossible de modifier, supprimer, ou ajouter quelque chose. De plus, la partie réceptrice du système dosimétrique, par exemple l'ordinateur, doit s'assurer que les données reçues sont authentiques. C'est-à-dire que l'on doit reconnaître si les données proviennent d'un autre appareil que le lecteur attribué au système dosimétrique.

NOTE Une solution technique possible est la suivante: Toutes les données appartiennent à un jeu de données bien défini incluant la date et l'heure de création du jeu de données, un numéro d'exploitation, une identification de la partie transmise, par exemple numéro de série du lecteur et, bien sûr, la donnée correspondante. L'ensemble du jeu de données est protégé par une signature électronique (CRC, au moins CRC 16 avec une valeur secrète à l'origine). La partie réceptrice, par exemple l'ordinateur, vérifie les données contenues en s'assurant qu'aucun numéro d'exploitation ne manque (ou est en double) et que l'identification de la partie transmise est correcte.

#### 14.2.3.7 Interfaces entre le matériel et le logiciel

L'influence des commandes entrées et des valeurs reçues via les interfaces sur les données et fonction de l'instrument doit se limiter aux seules influences admissibles. Toutes les commandes ou valeurs sont à définir, c'est-à-dire, soit elles ont un sens et leur traitement par l'instrument doit être possible, soit l'instrument doit les identifier comme non valides. Les commandes invalides ne doivent avoir aucun effet, quel qu'il soit, sur les données et fonctions de l'instrument.

NOTE En principe, il est possible de contourner une interface de logiciel. Cela peut habituellement être exclu par séparation du logiciel, voir note 14.2.2, quand la partie dépendant des données du logiciel est réalisée séparément, voir 14.3.2.

#### 14.2.3.4 Control of input data by the dosimetry system

All values used for the determination of the indicated value, for example calibration factors, dark-current of a photomultiplier or high voltage of a photomultiplier shall be controlled by the dosimetry system.

NOTE This can be achieved by ensuring that these values fall within a fixed range of values.

#### 14.2.3.5 Integrity of stored data

- a) Instrument parameters: It shall not be possible for the user to modify the instrument parameters (e.g. calibration factors, range for the high voltage of a photomultiplier tube) at will. Modification of instrument parameters shall be possible only via the paths provided for this by the software (e.g. calibration measurement or input by authorized user via a password whose default value is defined in the instruction manual and can be changed by the user).

NOTE One possible technical solution is: All data are combined in well-defined data sets. The whole data set is protected by an electronic signature (CRC, at least CRC-16 with a secret start value).

- b) Measurement results: All measurement results, including date and time of the read out, the identification of the dosimeter (e.g. number), the indicated value and the calibration factors used, shall be recorded or stored without any change. Such documentation may be made either by hardcopy printout or in electronic form on hard disks in connection with a software for data display (viewing program which is a “data relevant program”, see note to 14.2.2). The data shall be protected against loss.

NOTE One possible technical solution is: All data are combined in well-defined data sets. The whole data set is protected by an electronic signature (CRC, at least 2 bytes in length). The data are stored on two hard drives supervised by a raid-controller.

#### 14.2.3.6 Integrity of transmitted data

In the case where data are not transmitted via a simple electrical data connection from one device to another, for example transmission via a network, it shall not be possible to modify, delete or add something to these data. In addition, the receiving part of the dosimetry system, for example the computer, shall make sure that the received data are authentic. That means it shall be recognised if the data come from another device than the reader assigned to the dosimetry system.

NOTE One possible technical solution is: All transmitted data are combined in well-defined data sets including date and time of the generation of the data set, a running number, an identification of the transmitting part, for example serial number of the reader, and the relevant data. The whole data set is protected by an electronic signature (CRC, at least CRC-16 with a secret start value). The receiving part, for example computer, checks the contained data by making sure that no running number is missing (or double) and that the identification of the transmitting part is the correct one.

#### 14.2.3.7 Hardware and software interfaces

All entered commands or values received via interfaces shall influence the instrument's data and functions in an admissible way only. All commands or values have to be defined, i.e. they shall either have a meaning and processing by the instrument shall be possible, or the instrument shall identify them as being invalid. Invalid commands shall not have any effect whatsoever on the data and functions of the instrument.

NOTE In principle, it is possible to circumvent a software interface. This can usually be excluded by software separation, see note to 14.2.2, when the data relevant part of the software is realised in a separate file, see 14.3.2.

## **14.2.4 Documentation**

### **14.2.4.1 Documentation dans le manuel d'instructions**

L'ensemble des fonctionnalités et tous les menus et sous-menus du logiciel doivent être décrits dans le manuel d'instructions, voir l'Article 15.

### **14.2.4.2 Documentation pour les essais de type**

En dehors de la documentation listée en 14.2.4.1, les informations suivantes doivent être données par le fabricant:

- description de la structure du logiciel selon 14.2.2;
- méthode pour reconnaître le numéro d'identification, voir 14.2.3.1;
- mesures pour prévenir toute modification du logiciel, voir 14.2.3.2;
- mesures pour reconnaître un fonctionnement erroné, voir 14.2.3.3;
- méthode pour s'assurer que les paramètres de l'instrument sont dans les fourchettes autorisées, voir 14.2.3.4;
- méthode de stockage des données et des mesures pour empêcher toute modification ou perte des données enregistrées, voir 14.2.3.5;
- méthode de transmission des données et des mesures pour empêcher toute modification, perte ou addition aux données transmises, voir 14.2.3.6;
- description complète des commandes et paramètres acceptés par les interfaces du logiciel, comportant une déclaration comme quoi cette description est complète, voir 14.2.3.7;
- caractéristiques nécessaires du système en fonctionnement et du matériel de l'ordinateur.

## **14.3 Méthode d'essai**

### **14.3.1 Généralités**

Les essais sur le logiciel peuvent être très complexes; cependant, ils ne doivent pas prendre une partie dominante du temps d'essai. Par conséquent, une grande part de responsabilité est laissée au fabricant, par l'intermédiaire de sa documentation, voir 14.2.4, pour la réalisation des essais. Cependant, quelques essais pratiques simples sont réalisés pour s'assurer que les fonctionnalités correspondent à celles décrites dans la documentation.

### **14.3.2 Essais sur la conception et la structure du logiciel**

Documentation: les mesures décrites doivent être plausibles compte tenu du type de système de fonctionnement de l'ordinateur.

Réalisation de l'essai: s'assurer que le logiciel est un fichier exécutable. En cas de séparation du logiciel, voir note en 14.2.2, les différentes parties du logiciel doivent être des fichiers séparés (par exemple DLLs ou librairies).

### **14.3.3 Essai des protections du logiciel et des données**

#### **14.3.3.1 Essai du numéro d'identification**

Documentation: la méthode pour générer le numéro d'identification doit logiquement entraîner une modification du numéro en cas de modification du logiciel.

Réalisation de l'essai: voir le paragraphe suivant.

## **14.2.4 Documentation**

### **14.2.4.1 Documentation in the instruction manual**

The whole functionality and all menus and submenus of the software shall be described in the instruction manual, see Clause 15.

### **14.2.4.2 Documentation for the type test**

Beside the documentation listed in 14.2.4.1, the following information shall be given by the manufacturer:

- description of the structure of the software according to 14.2.2;
- method to evaluate the identification number, see 14.2.3.1;
- measures to prevent any change of the software, see 14.2.3.2;
- measures to recognise faulty operation, see 14.2.3.3;
- method to make sure that the instrument parameters are in allowed ranges, see 14.2.3.4;
- the way of storing the data and the measures to prevent any change or loss of the stored data, see 14.2.3.5;
- the way of transmitting the data and the measures to prevent any change, loss or addition of or to transmitted data, see 14.2.3.6;
- complete description of commands and parameters that are accepted by the hardware interfaces and software interfaces, including a declaration of completeness of this description, see 14.2.3.7;
- necessary characteristics of the operating system and of the hardware of the computer.

## **14.3 Method of test**

### **14.3.1 General**

Testing of software can be a very complex item, however, it shall not dominate the testing-time. Therefore, a large amount of responsibility is handed over to the manufacturer by using his documentation, see 14.2.4, to perform the tests. Nevertheless, a few simple practical tests are made to make sure that the functionality is as documented.

### **14.3.2 Testing the design and structure of the software**

Documentation: the measures described shall be plausible taking into account the type of operating system on the computer.

Practical test: make sure that the software is an executable file. In case of software separation, see note to 14.2.2, the different software parts shall be separate files (e.g. DLLs or libraries).

### **14.3.3 Testing the protection of the software and data**

#### **14.3.3.1 Testing the identification number**

Documentation: the method to generate the identification number shall apparently cause a change of the number in case the software is changed.

Practical test: see the next subclause.

#### **14.3.3.2 Vérification de l'authenticité du logiciel**

Documentation: les mesures pour empêcher toute modification du logiciel doivent être plausibles (par exemple évaluation d'une somme de contrôle).

Réalisation de l'essai: modifier la suite des valeurs (par exemple, si disponible, affichage des «mSv» au lieu des «µSv») dans le code exécutable à l'aide d'un éditeur et le faire fonctionner. Si le système fonctionne, l'exigence n'est pas satisfaite.

#### **14.3.3.3 Essai du système dans des conditions de fonctionnement anormales**

Documentation: les mesures pour reconnaître un fonctionnement défectueux doivent être plausibles.

Réalisation de l'essai: simuler un dysfonctionnement quelconque du matériel au cours de la lecture, par exemple déconnecter l'alimentation du système de chauffage ou le câble de transmission des données entre le lecteur et l'ordinateur. Si plus d'une valeur indiquée est perdue par dysfonctionnement du matériel du fait des conditions anormales de fonctionnement, l'exigence n'est pas satisfaite.

#### **14.3.3.4 Essai du contrôle des données d'entrée**

Documentation: la méthode pour s'assurer que les paramètres de l'instrument sont dans leur fourchette autorisée doit être plausible.

Réalisation de l'essai: modifier certains paramètres de l'instrument pour qu'ils sortent de leur domaine, par exemple la haute tension du tube photomultiplicateur ou la pression d'azote. Si plus d'un détecteur est lu lors d'une telle erreur, l'exigence n'est pas satisfaite.

#### **14.3.3.5 Essai concernant l'intégrité des données enregistrées**

Documentation: le mode d'enregistrement des données et des mesures pour prévenir toute modification ou perte de ces données, par exemple la procédure d'évaluation de la somme de contrôle, doit être apparemment efficace.

Réalisation des essais:

- a) essayer de modifier les paramètres de l'instrument ou les valeurs indiquées par l'intermédiaire du logiciel lui-même. Si c'est possible sans connaissances particulières, par exemple un mot de passe ou des détails sur la structure du logiciel, l'exigence n'est pas satisfaite;
- b) ouvrir un fichier de données à l'aide d'un éditeur de texte et modifier quelques valeurs, puis fermer le fichier. Si le logiciel du système dosimétrique continue à lire le fichier de données et fournit les valeurs modifiées, l'exigence n'est pas satisfaite;
- c) essayer de supprimer un fichier du disque dur. Si cela est possible sans connaissances particulières, par exemple un mot de passe ou des détails sur la structure du logiciel, l'exigence n'est pas satisfaite.

#### **14.3.3.6 Essai sur l'intégrité des données transmises**

La méthode d'essai décrite pour les données enregistrées doit être appliquée.

#### **14.3.3.7 Essai concernant l'intégrité des interfaces du matériel et du logiciel**

Documentation: la liste des commandes et paramètres acceptés par les interfaces du matériel et du logiciel doit être apparemment complète. Par exemple, si sur la base de cette liste et des informations concernant la structure du logiciel, il n'est pas possible de réaliser un étalonnage, la liste ne peut être complète.

#### 14.3.3.2 Testing the authenticity of the software

Documentation: the measures to prevent any change of the software (e.g. the evaluation of a checksum) shall be plausible.

Practical test: modify a string value (e.g. if available the display of “ $\mu\text{Sv}$ ” into “ $\text{mSv}$ ”) in the executable code with the aid of an editor and run it. If it runs, the requirement is not met.

#### 14.3.3.3 Testing the system under abnormal operating conditions

Documentation: the measures to recognise faulty operation shall be plausible.

Practical test: simulate some hardware failures during the readout, for example disconnect the power supply for the heating device or disconnect the data line between the reader and the computer. If more than one indicated value per simulated hardware failure is lost due to the abnormal operating conditions, the requirement is not met.

#### 14.3.3.4 Testing the control of input data

Documentation: the method to make sure that the instrument parameters are in their allowed ranges shall be plausible.

Practical test: change some instrument parameters so that they are out of their range, for example the high voltage of the photomultiplier tube or the pressure of the gaseous nitrogen. If more than one detector is read out per simulated range error, the requirement is not met.

#### 14.3.3.5 Testing the integrity of stored data

Documentation: the way of storing the data and the measures to prevent any change or loss of these data, for example the procedure to evaluate a checksum, shall apparently be effective.

Practical tests:

- a) try to modify instrument parameters or indicated values via the software itself. If this is possible without specific knowledge, for example a password or details of the software structure, the requirement is not met;
- b) open a data file with the aid of an editor and modify single values, then close the file. If the software of the dosimetry system still reads the data file and delivers the modified value, then the requirement is not met;
- c) try to delete a data file from the hard disc. If this is possible without specific knowledge, for example a password or details of the software structure, the requirement is not met.

#### 14.3.3.6 Testing the integrity of transmitted data

The method of test described for stored data shall be applied.

#### 14.3.3.7 Testing the integrity of the hardware and software interfaces

Documentation: the list of commands and parameters that are accepted by the hardware interfaces and software interfaces shall apparently be complete. For example if on the basis of this list and the information concerning the structure of the software it is not possible to perform a calibration, the list cannot be complete.

Réalisation de l'essai: si un logiciel accessoire accompagne le système dosimétrique pour utiliser l'interface via un ordinateur supplémentaire, pour certaines des commandes disponibles, on doit vérifier que le système dosimétrique fonctionne comme indiqué dans la documentation. De plus, certaines autres commandes doivent être transmises via l'interface. Au cas où cela affecterait le système dosimétrique, l'exigence ne serait pas satisfaite.

#### 14.3.4 Vérification de la documentation

Au cours des essais de type, on utilise le logiciel et de nombreux menus sont utilisés. Tous doivent être documentés dans le manuel d'instructions. Le reste des menus doit être vérifié en «jouant» sur le logiciel en fonctionnement et en vérifiant les parties correspondantes du manuel d'instructions. Si tous les menus trouvés dans le logiciel et dans le manuel d'instructions ne se correspondent pas, l'exigence n'est pas satisfaite.

## 15 Manuel d'instructions

### 15.1 Généralités

Un manuel d'instructions doit être fourni. Il doit être repéré de telle sorte qu'il se rapporte sans ambiguïté au système dosimétrique décrit. De telles instructions d'utilisation doivent être fournies pour chaque système dosimétrique. Les instructions d'utilisation doivent contenir la description de la réalisation, la fonction, le fonctionnement et la manipulation du système dosimétrique et de ses composants y compris l'usage du logiciel utilisé pour le contrôle du système dosimétrique et des données enregistrées.

### 15.2 Spécification des données techniques

Système dosimétrique en général:

- nom du fabricant ou marque commerciale enregistrée (si le système est fabriqué dans son ensemble);
- type de système dosimétrique et principe de fonctionnement;
- bloc diagramme du système dosimétrique comportant le matériel, le logiciel et les données;
- nom du logiciel du système dosimétrique et numéro d'identification (voir 14.2.3.1);
- description des fonctionnalités et de tous les menus et sous-menus du logiciel;
- détails du fonctionnement, maintenance et procédure d'étalonnage;
- un commentaire selon la Note 4 de 10.1, si l'algorithme d'évaluation n'est pas additif;
- fonction modèle de mesure, voir 7.6.

Lecteur:

- nom du fabricant et marque commerciale enregistrée;
- type de lecteur;
- caractéristiques d'alimentation électrique;
- temps de stabilisation du lecteur;
- référence à la nécessité d'un balayage de gaz sur le dosimètre ou une partie du dosimètre au cours de sa lecture;
- mise en garde si un stockage prolongé dans de l'air très humide peut être source de détérioration.

Practical test: if there is any accessory software accompanying the dosimetry system for operating the interface via an additional computer, for some of the commands that are available it shall be checked that the dosimetry systems works as documented. In addition, some other commands shall be transmitted via the interface. In the case where the dosimetry system is affected by this, the requirement is not met.

#### **14.3.4 Testing the documentation**

By using the software during the type test a lot of menus will be used. All of them shall be documented in the instruction manual. The rest of the menus shall be checked by “playing” with the running software and comparing the corresponding parts of the instruction manual. If not all of the menus found in the software and in the instruction manual fit together, the requirement is not met.

### **15 Instruction manual**

#### **15.1 General**

An instruction manual shall be supplied. It shall be marked in such a way that it is unambiguously related to the dosimetry system described. Such instructions for use are to be furnished for each dosimetry system. The instructions for use shall contain the description of the construction, function, operation and manipulation of the dosimetry system and its component parts including the usage of the software used to control the dosimetry system and the stored data.

#### **15.2 Specification of the technical data**

Dosimetry system in general:

- manufacturer's name or registered trade mark (if the system is manufactured as a whole);
- type of dosimetry system and principle of operation;
- bloc diagram of the dosimetry system including hardware, software and data;
- name of the software of the dosimetry system and identification number (see 14.2.3.1);
- description of the functionality and all menus and submenus of the software;
- operational details, maintenance and calibration procedures;
- comment according to Note 4 of 10.1, in case the evaluation algorithm is not additive;
- model function for the measurement, see 7.6.

Reader:

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type of the reader;
- power supply requirements;
- stabilisation time of the reader;
- reference to the necessity of flushing the dosimeter or parts of it with gas during read out;
- warning if prolonged storage at high humidity of the air can be detrimental.

**Dosimètre:**

- nom du fabricant et marque commerciale enregistrée;
- type de dosimètre;
- type de détecteur(s);
- type de rayonnement que le dosimètre est destiné à mesurer;
- point de référence du dosimètre et direction de référence pour les besoins de l'étalonnage;
- orientation de référence relativement aux sources de rayonnement et orientation de référence par rapport au porteur;
- dessin du dosimètre incluant les détecteurs;
- épaisseur physique des parois autour des volumes sensibles ( $\text{mg cm}^{-2}$ );
- masse et dimensions du dosimètre;
- méthode de nettoyage et de séchage du dosimètre.

**Caractéristiques dosimétriques:**

- grandeur mesurée;
- domaine de mesure et variation de la réponse du fait de la non-linéarité de la réponse;
- coefficient de variation fonction de l'équivalent de dose;
- temps de mesure maximal assigné;
- réponse au rayonnement naturel, voir 11.4;
- réponse relative en fonction de l'énergie du rayonnement et de l'angle d'incidence (pour les rayonnements bêta et photon);
- étendue spécifiée de toutes les autres grandeurs d'influence et variations correspondantes de la réponse ou des déviations;
- réponse due au rayonnement non destiné à être mesuré (par exemple rayonnement neutronique), voir 8.7.

## 16 Documentation

### 16.1 Rapport d'essai de type

A la demande du client, le fabricant doit produire le rapport d'essai de type réalisé selon les exigences de la présente norme.

### 16.2 Certificat publié par le laboratoire réalisant les essais de type

Un certificat doit être attribué à chaque système dosimétrique, fournissant au moins les informations suivantes:

**Système dosimétrique en général:**

- nom du fabricant ou marque commerciale enregistrée (si le système est fabriqué dans son ensemble);
- type de système dosimétrique et principe de fonctionnement;
- déclaration que l'équipement a été essayé selon la présente norme et que les exigences de celle-ci sont satisfaites;
- nom du logiciel du système dosimétrique et numéro d'identification (voir 14.2.3.1);
- commentaire selon la note 4 de 10.1, si l'algorithme d'évaluation n'est pas additif.

**Dosemeter:**

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type of dosimeter;
- type of detector or detectors;
- types of radiation the dosimeter is intended to measure;
- reference point of the dosimeter and the reference direction for calibration purposes;
- reference orientation relative to radiation sources and reference orientation with respect to the wearer;
- drawing of the dosimeters including the detectors;
- density thickness of walls surrounding the sensitive volumes ( $\text{mg cm}^{-2}$ );
- mass and dimensions of dosimeter;
- method of cleaning and drying the dosimeter.

**Dosimetric characteristics:**

- measuring quantity;
- measuring range and variation of the response due to non-linear response;
- coefficient of variation depending on the dose equivalent;
- maximum rated measurement time;
- response to natural environmental radiation, see 11.4;
- relative response as a function of radiation energy and angle of incidence (for both beta and photon radiation);
- rated ranges of all other influence quantities and the corresponding variations of the response or deviations;
- response due to radiation not intended to be measured (for example neutron radiation), see 8.7.

## **16 Documentation**

### **16.1 Type test report**

At the request of the customer, the manufacturer shall make available the report on the type tests performed according to the requirements of this standard.

### **16.2 Certificate issued by the laboratory performing the type test**

A certificate shall be issued to each dosimetry system, providing at least the following information:

**Dosimetry system in general:**

- manufacturer's name or registered trade mark (if the system is manufactured as a whole);
- type of dosimetry system and principle of operation;
- statement that the equipment is tested according to this standard and that the requirements are fulfilled;
- name of the software of the dosimetry system and identification number (see 14.2.3.1);
- a comment according to note 4 of 10.1, in case the evaluation algorithm is not additive.

Lecteur:

- nom du fabricant ou marque commerciale enregistrée;
- type de lecteur et numéro de série du lecteur essayé.

Dosimètre:

- nom du fabricant ou marque commerciale enregistrée;
- type de dosimètre et numéros de série des dosimètres essayés;
- type de détecteur(s);
- types de rayonnements que le dosimètre est destiné à mesurer.

Caractéristiques dosimétriques:

- grandeur mesurée;
- domaine de mesure et variation de la réponse due à la non-linéarité de la réponse;
- coefficient de variation fonction de l'équivalent de dose;
- temps de mesure maximal assigné;
- réponse relative fonction de l'énergie du rayonnement et de l'angle d'incidence (pour les rayonnements bêta et photon);
- étendue spécifiée de toutes les autres grandeurs d'influence et variations correspondantes de la réponse ou des déviations.

**Reader:**

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type of the reader and serial number of the reader under test.

**Dosemeter:**

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type of dosimeter and serial numbers of the dosimeters under test;
- type of detector or detectors;
- types of radiation the dosimeter is intended to measure.

**Dosimetric characteristics:**

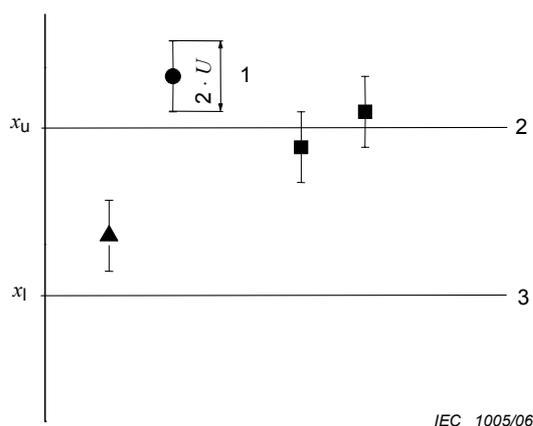
- measuring quantity;
- measuring range and variation of the response due to non-linear response;
- coefficient of variation depending on the dose equivalent;
- maximum rated measurement time;
- relative response as a function of radiation energy and angle of incidence (for both beta and photon radiation);
- rated ranges of all other influence quantities and the corresponding variations of the response or deviations.

## Annexe A (normative)

### Limites de confiance

#### A.1 Généralités

Si l'amplitude de l'incertitude aléatoire d'une valeur indiquée est une fraction significative des tolérances admises pour cette valeur indiquée, l'incertitude aléatoire est à prendre en considération en effectuant plus d'une mesure. Le nombre mesure ou la taille de l'échantillonnage est à choisir de manière que l'intervalle de confiance obtenu pour chaque moyenne,  $\bar{x}$ , pour un niveau de confiance de 95 % (c'est-à-dire l'incertitude élargie de la valeur indiquée,  $U$ ) se trouve soit dans les limites de variation autorisées de la valeur indiquée pour cet essai (essai accepté, triangle de la Figure A.1) soit hors de ces limites (essai refusé, point «disque», dans la Figure A.1). Si une des limites de variation autorisées,  $x_u$  ou  $x_l$ , se trouve dans l'intervalle de confiance (carré de la Figure A.1) le nombre de mesures ou la taille de l'échantillonnage peuvent être augmentés pour réduire la largeur de  $2 \cdot U$  de l'intervalle de confiance, pour atteindre un des deux cas présentés ci-dessus, qui sont nécessaires pour une décision non équivoque d'acceptation ou non de l'essai.



#### Légende

- 1 Intervalle de confiance de la moyenne, largeur  $2 U$
- 2 Limite supérieure de variation autorisée,  $x_u$
- 3 Limite inférieure de variation autorisée,  $x_l$

**Figure A.1 – Essai pour les intervalles de confiance**

L'essai est considéré comme satisfaisant si l'intervalle de confiance de largeur  $2 \cdot U$  autour de  $\bar{x}$  se trouve entre les limites de variation supérieure et inférieure autorisées de  $x_u$  et  $x_l$ :

$$x_l + U < \bar{x} < x_u - U \tag{A.1}$$

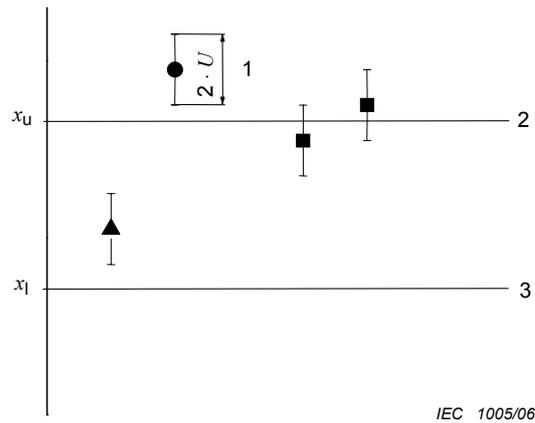
S'il s'avère nécessaire de réduire la largeur  $2 \cdot U$  de l'intervalle de confiance, il convient d'augmenter le nombre de mesures (voir Article A.2).

## Annex A (normative)

### Confidence limits

#### A.1 General

If the magnitude of the random uncertainty of an indicated value is a significant fraction of the permitted tolerances of this indicated value, the random uncertainty has to be considered by taking more than one measurement. The number of measurements or the sample size has to be chosen in such a way that the confidence interval obtained for each mean,  $\bar{x}$ , for a confidence level of 95 % (that is the expanded uncertainty of the indicated value,  $U$ ) lies either within the limits of variation of the indicated value permitted in the test (test passed, triangle in Figure A.1) or outside of these limits (test failed, circle in Figure A.1). If one of the permitted limits of variation,  $x_u$  or  $x_l$ , lies within the confidence interval (square in Figure A.1) the number of measurements or the sample size can be increased to reduce the width  $2 \cdot U$  of the confidence interval, in order to reach one of the two cases mentioned above, which are necessary for an unequivocal decision of passing the test or not.



#### Key

- 1 Confidence interval of the mean, width  $2 U$
- 2 Permitted upper limit of variation,  $x_u$
- 3 Permitted lower limit of variation,  $x_l$

**Figure A.1 – Test for confidence intervals**

The test is passed if the confidence interval of width  $2 \cdot U$  around  $\bar{x}$  lies between the permitted upper and lower limit of variation,  $x_u$  and  $x_l$ :

$$x_l + U < \bar{x} < x_u - U \quad (\text{A.1})$$

If it turns out to be necessary to reduce the width  $2 \cdot U$  of the confidence interval, the number of measurements should be increased (see Clause A.2).

### A.2 Intervalle de confiance pour la moyenne, $\bar{x}$

L'intervalle de confiance pour la moyenne  $\bar{x}$ , est:

$$(\bar{x} - U_m, \bar{x} + U_m) \tag{A.2}$$

où  $U_m$  est la demi largeur de l'intervalle de confiance de  $\bar{x}$ . Si  $\bar{x}$  est calculé à partir de  $n$  mesures, la demi largeur de l'intervalle de confiance à un niveau de confiance de 95 % est donné par (voir GUM et Annexe G.3, équation G.1d):

$$U_m = \frac{t_{n-1}}{\sqrt{n}} \cdot s \tag{A.3}$$

où  $s$  est l'écart type pour le groupe spécifique de mesures, et  $t_{n-1}$  (facteur d'élargissement pour un niveau de confiance de 95 %) est pris dans le Tableau A.1 pour  $n$  mesures. Par exemple, pour  $n = 10$ ,  $U_m = \frac{t_{n-1}}{\sqrt{n}} \cdot s = 0,72 \cdot s$ .

**Tableau A.1 – Coefficient de Student pour un intervalle de confiance de 95 %**

$n$	$t_{n-1}$	$\frac{t_{n-1}}{\sqrt{n}}$		$n$	$t_{n-1}$	$\frac{t_{n-1}}{\sqrt{n}}$
2	12,71	9,0		15	2,15	0,55
3	4,30	2,5		20	2,09	0,47
4	3,18	1,59		25	2,06	0,41
5	2,78	1,24		30	2,05	0,37
6	2,57	1,05		40	2,02	0,32
7	2,45	0,92		60	2,00	0,26
8	2,37	0,84		120	1,98	0,18
9	2,31	0,77		$\infty$	1,96	$1,96/\sqrt{n}$
10	2,26	0,72				

### A.3 Intervalle de confiance pour une grandeur combinée

Supposons les valeurs moyennes de  $k$  grandeurs  $\bar{x}_i$  ( $i = 1..k$ ) et les demi largeurs des intervalles de confiance correspondants  $U_i$  ( $i = 1..k$ ) à donner. Soit  $\bar{x}$  une grandeur combinée de ces  $k$  valeurs moyennes:

$$\bar{x} = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k) \tag{A.4}$$

La demi largeur de l'intervalle de confiance  $U_{com}$  pour la grandeur combinée  $\bar{x}$  est donné approximativement par:

$$U_{com} \approx \sqrt{\sum_{i=1}^k \left( \frac{\partial \bar{x}}{\partial x_i} \cdot U_i \right)^2} \tag{A.5}$$

## A.2 Confidence interval for the mean, $\bar{x}$

The confidence interval for the mean  $\bar{x}$  is:

$$(\bar{x} - U_m, \bar{x} + U_m) \quad (\text{A.2})$$

where  $U_m$  is the half-width of the confidence interval of  $\bar{x}$ . When calculating  $\bar{x}$  from  $n$  measurements, the half-width of the confidence interval at a confidence level of 95 % is given by (see GUM and Annex G.3, equation G.1d):

$$U_m = \frac{t_{n-1}}{\sqrt{n}} \cdot s \quad (\text{A.3})$$

where  $s$  is the standard deviation for the specific group of measurements, and  $t_{n-1}$  (coverage factor for the confidence level of 95 %) is taken from Table A.1 for  $n$  measurements. For example, for  $n = 10$ ,  $U_m = \frac{t_{n-1}}{\sqrt{n}} \cdot s = 0,72 \cdot s$ .

**Table A.1 – Student's  $t$ -value for a double sided 95 % confidence interval**

$n$	$t_{n-1}$	$\frac{t_{n-1}}{\sqrt{n}}$		$n$	$t_{n-1}$	$\frac{t_{n-1}}{\sqrt{n}}$
2	12,71	9,0		15	2,15	0,55
3	4,30	2,5		20	2,09	0,47
4	3,18	1,59		25	2,06	0,41
5	2,78	1,24		30	2,05	0,37
6	2,57	1,05		40	2,02	0,32
7	2,45	0,92		60	2,00	0,26
8	2,37	0,84		120	1,98	0,18
9	2,31	0,77		$\infty$	1,96	$1,96/\sqrt{n}$
10	2,26	0,72				

## A.3 Confidence interval for a combined quantity

Suppose the mean values of  $k$  quantities  $\bar{x}_i$  ( $i = 1..k$ ) and the half-widths of the corresponding confidence intervals  $U_i$  ( $i = 1..k$ ) to be given. Let  $\bar{x}$  be a combined quantity from these  $k$  mean values:

$$\bar{x} = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k) \quad (\text{A.4})$$

Then the half-width of the confidence interval  $U_{\text{com}}$  for the combined quantity  $\bar{x}$  is approximately given by:

$$U_{\text{com}} \approx \sqrt{\sum_{i=1}^k \left( \frac{\partial \bar{x}}{\partial x_i} \cdot U_i \right)^2} \quad (\text{A.5})$$

Cela est seulement valable si les  $k$  grandeurs sont distribuées normalement (voir GUM, E.3.3) et non corrélées. Le moyen correct pour déterminer l'intervalle de confiance de la grandeur combinée  $\bar{x}$  est décrit dans le GUM, Annexe G.4.1. Cependant, pour les besoins de la présente norme, l'équation (A.5) peut être utilisée comme une bonne approximation.

Les exemples suivants utilisent l'équation (A.5).

EXEMPLE 1  $\bar{x} = \bar{x}_1 \pm \bar{x}_2$  d'où  $U_{\text{com}} \approx \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$

en général  $\bar{x} = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i$  d'où  $U_{\text{com}} \approx \sqrt{\sum_{i=1}^n U_i^2}$

EXEMPLE 2  $\bar{x} = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2}$  d'où  $U_{\text{com}} \approx \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2} \cdot \sqrt{\left(\frac{U_1}{\bar{x}_1}\right)^2 + \left(\frac{U_2}{\bar{x}_2}\right)^2}$

This is only valid, if the  $k$  quantities are normally distributed (see GUM, Annex E.3.3) and not correlated. The correct way to determine the confidence interval for the combined quantity  $\bar{x}$  is described in the GUM, Annex G.4.1. Nevertheless, for the purpose of this standard, equation (A.5) can be used as a good approximation.

The following examples use equation (A.5):

EXAMPLE 1  $\bar{x} = \bar{x}_1 \pm \bar{x}_2$  hence  $U_{\text{com}} \approx \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$

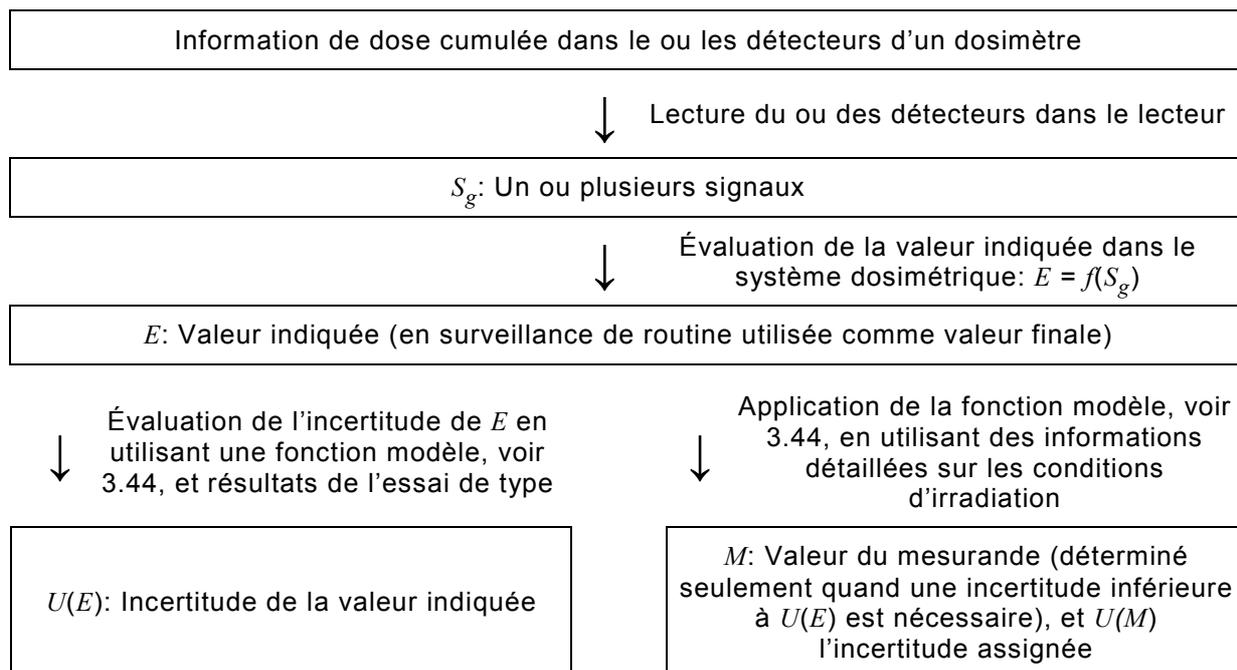
in general  $\bar{x} = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i$  hence  $U_{\text{com}} \approx \sqrt{\sum_{i=1}^n U_i^2}$

EXAMPLE 2  $\bar{x} = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2}$  hence  $U_{\text{com}} \approx \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2} \cdot \sqrt{\left(\frac{U_1}{\bar{x}_1}\right)^2 + \left(\frac{U_2}{\bar{x}_2}\right)^2}$

## Annexe B (informative)

### Relation causale entre les signaux lus, la valeur indiquée et la valeur du mesurande

La relation causale entre le ou les signaux (de lecture) (voir 3.32), la valeur indiquée (voir 3.10) et la valeur du mesurande (voir 3.44) est présentée dans le diagramme de la Figure B.1.



**Figure B.1 – Evaluation des données dans un système dosimétrique** IEC 1006/06

L'information de dose cumulée dans le ou les détecteurs est la première information permettant l'évaluation des données.

À partir de la lecture de l'information, le lecteur génère un ou plusieurs signaux, par exemple la charge mesurée par un tube photomultiplicateur due à la lumière de TL, appelé  $S_g$ :  $g = 1..b$  indique que plus d'un signal peut être obtenu à partir d'un seul dosimètre.

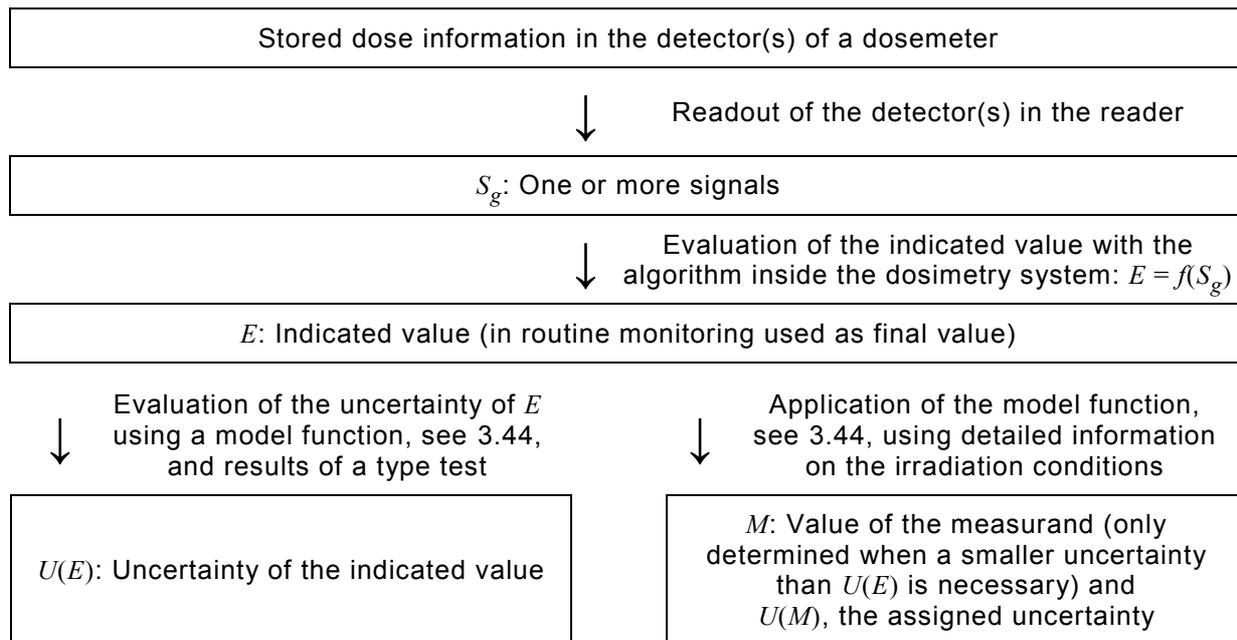
En utilisant ce signal comme base, le système dosimétrique (ordinateur ou autre) évalue la valeur qui sera indiquée. Pour déterminer cette valeur indiquée  $E$  à partir du ou des signaux, un certain nombre d'étapes sont réalisées automatiquement à l'intérieur du système dosimétrique. Des exemples d'étapes sont l'application du coefficient d'étalonnage, un coefficient de sensibilité du détecteur et un algorithme de l'ordinateur pour la combinaison de plus d'un signal. Ces étapes sont résumées par la fonction  $f(S_g)$  (voir 8.6). En surveillance de routine, la valeur indiquée  $E$  est considérée comme résultat final. Cependant, l'incertitude de  $E$  n'est pas connue en ce point.

L'incertitude  $U(E)$  de la valeur indiquée peut être déterminée en utilisant une fonction modèle (voir 3.44) et d'autres informations, par exemple les résultats des essais de type selon la présente norme.

## Annex B (informative)

### Causal connection between readout signals, indicated value and value of the measurand

The causal connection between (readout) signal(s) (see 3.32), indicated value (see 3.10) and value of the measurand (see 3.44) is shown in Figure B.1.



**Figure B.1 – Data evaluation in dosimetry systems**

IEC 1006/06

The starting point of data evaluation is the stored dose information in the detector(s).

This information is readout and the reader generates one or more *signals*, for example the charge measured in a photomultiplier tube due to TL-light, called  $S_g$ :  $g = 1..b$  is indicating that more than one signal can be present from one dosimeter.

Using this signal as a basis, the dosimetry system (computer or whatever) evaluates the value that will be indicated. To determine this indicated value  $E$  from the signal(s), a number of steps are automatically done inside the dosimetry system. Examples for these steps are the application of a calibration factor, a detector sensitivity factor and the application of a computer algorithm for combining more than one signal. These steps are summarized in the function  $f(S_g)$  (see 8.6). In routine monitoring, the indicated value  $E$  is used as the final result. However, the uncertainty of  $E$  is not known up to this point.

The uncertainty  $U(E)$  of the indicated value can be determined using a model function (see 3.44) and further information, for example results of a type test according to this standard.

Si l'on doit déterminer une valeur très précise de la dose, par exemple en situation accidentelle, des informations détaillées sur les conditions d'irradiation peuvent être utilisées pour corriger la valeur indiquée. Cela peut être fait en utilisant une fonction modèle (voir 3.44). Le résultat est appelé valeur du mesurande  $M$  car il est très proche de la valeur traditionnellement appelée valeur vraie de la dose avec une faible incertitude.

Les deux étapes suivantes seront expliquées en détail dans un rapport technique concernant les incertitudes  $U(M)$ .

In case a very precise dose value shall be determined, for example in an accidental situation, detailed information on the irradiation conditions can be used to correct the indicated value. This can be done using a model function (see 3.44). The result is called value of the measurand  $M$  because it is quite close to the traditionally called true dose value with a small uncertainty.

The two latter steps will be explained in detail in a technical report dealing with uncertainties  $U(M)$ .

## Annexe C (informative)

### Vue d'ensemble des actions nécessaires pour réaliser un essai de type selon la présente norme

Le Tableau C.1 donne un programme pour les essais de type d'un dosimètre satisfaisant aux exigences de la présente norme dans les domaines minimaux de variation assignés. Si les domaines de variation assignés sont étendus, des irradiations supplémentaires sont à réaliser.

**Tableau C.1 – Programme d'essai de type d'un dosimètre pour la mesure de  $H_p(10)$   
répondant aux exigences dans le domaine minimal de variation assigné**

Ligne	Caractéristique en essai	Actions à entreprendre pour l'essai de type	Nombre de groupes/dosimètres à irradier	Article/Paragraphe
1	Caractérisation du système dosimétrique	Documentation du fabricant: vérifier si les domaines minimaux sont couverts	0/0	7
2	Exigences de conception du système dosimétrique	Documentation du fabricant: vérifier si les exigences sont satisfaites et si l'évaluation de l'algorithme est donnée	0/0	8
3	Effets des rayonnements qui ne sont pas à mesurer	Documentation du fabricant: vérifier si la réponse au rayonnement neutronique est donnée	0/0	8.7
4	Réponse due à la non-linéarité	Réaliser les irradiations	12/75	9.3
5	Coefficient de variation, $\nu$			9.2
6	Surexposition, rémanence et réutilisation	Réaliser les irradiations	4/26	9.4
7	Réponse due à l'énergie moyenne du rayonnement photon et à l'angle d'incidence	Vérifier si le dosimètre est symétrique par construction puis réaliser les irradiations	Symétrique: 18/72 Non-sym: 36/144	9.5.1
8	Réponse due à l'énergie moyenne du rayonnement bêta	Réaliser les irradiations	1/5	9.5.2
9	Dosimètres individuels seulement: comme aux lignes 7 et 8 mais pour une direction de référence opposée à la précédente	Vérifier si l'information concernant le dosimètre est donnée ou s'il est symétrique; Si ce n'est pas fait, réaliser les irradiations	Généralement 0/0  Eventuellement comme à la ligne 7	8.4 f)
10	Incidence du rayonnement par le côté du dosimètre	Vérifier par observation de la construction du dosimètre: côtés plus épais que la face ? Sinon réaliser les irradiations	Généralement 0/0  Eventuellement 6/24	9.7
11	Additivité de la valeur indiquée	Vérifier si l'algorithme d'évaluation est compréhensible; s'il n'est pas additif, utiliser les irradiations selon l'Article 9 et calculer	Généralement 0/0  Eventuellement 3/12	10
12	Réponse due aux exigences de performances environnementales	Appliquer les irradiations et les influences supplémentaires, par exemple, stocker les trois groupes pendant $t_{max}$	18/108  3/60	11
13	Variation due aux exigences de performances électromagnétiques	Appliquer les irradiations et les influences supplémentaires	8/80	12
14	Variation due aux exigences de performances mécaniques	Appliquer les irradiations et les influences supplémentaires	4/24	13
15	Logiciel, données et interfaces	Vérifier la documentation du fabricant et réaliser un essai simple	0/0	14
16	Manuel d'instructions	Vérifier le manuel	0/0	15

## Annex C (informative)

### Overview of the necessary actions that have to be performed for a type test according to this standard

In Table C.1 a schedule for a type test for a dosimeter, that fulfils this standard for the minimal rated ranges, is given. Extending the rated ranges means that more irradiations have to be performed.

**Table C.1 – Schedule for a type test of a dosimeter for  $H_p(10)$  fulfilling the requirements within the minimal rated ranges**

Line	Characteristic under test	Action to be taken for the type test	Number of groups/dosimeters to be irradiated	Clause/sub-clause
1	Characterization of the dosimetry system	Documentation of the manufacturer: check whether the minimal ranges are covered	0/0	7
2	Requirements in respect of the design of the dosimetry system	Documentation of the manufacturer: check whether the requirements are fulfilled and the evaluation algorithm is given	0/0	8
3	Effects of radiation not intended to be measured	Documentation of the manufacturer: check whether the response to neutron radiation is given	0/0	8.7
4	Response due to non-linearity	Perform irradiations	12/75	9.3
5	Coefficient of variation, $v$			9.2
6	Overload, after-effects, and reusability	Perform irradiations	4/26	9.4
7	Response due to mean photon radiation energy and angle of incidence	Check whether the construction of the dosimeter is symmetrical with respect to rotation, then perform irradiations	Sym. constr.: 18/72 Non-sym.: 36/144	9.5.1
8	Response due to mean beta radiation energy	Perform irradiations	1/5	9.5.2
9	Only personal dosimeters: As in line 7 and 8 but new reference direction opposite to that one used	Check whether the information is given on the dosimeter or whether the dosimeter is symmetrical with respect to detector plane; if both are not the case, perform irradiations	Mostly 0/0  Maybe as line 7	8.4 f)
10	Radiation incidence from the side of the dosimeter	Check by looking at the construction of the dosimeter: side walls thicker than front? If not, perform irradiations	Mostly 0/0  Maybe 6/24	9.7
11	Additivity of the indicated value	Check by understanding the evaluation algorithm; if it is not additive, use irradiations from Clause 9 and calculate	Mostly 0/0  Maybe 3/12	10
12	Response due to environmental performance requirements	Perform irradiations and additional influences, for example, storing of three groups for a time of $t_{\max}$	18/108  3/60	11
13	Deviation due to electromagnetic performance requirements	Perform irradiations and additional influences	8/80	12
14	Deviation due to mechanical performance requirements	Perform irradiations and additional influences	4/24	13
15	Software, data and interfaces	Check the documentation of the manufacturer and perform simple tests	0/0	14
16	Instruction manual	Check the manual	0/0	15

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

**International Electrotechnical Commission**

3, rue de Varembé  
1211 Genève 20  
Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE**

**SUISSE**

Customer Service Centre (CSC)  
**International Electrotechnical Commission**  
3, rue de Varembé  
1211 GENEVA 20  
Switzerland



**Q1** Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

**Q2** Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

**Q3** I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

**Q4** This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

**Q5** This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

**Q6** If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other .....

**Q7** Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents .....
- tables, charts, graphs, figures.....
- other .....

**Q8** I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

**Q9** Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

**Commission Electrotechnique Internationale**

3, rue de Varembé  
1211 Genève 20  
Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE**

**SUISSE**

Centre du Service Clientèle (CSC)  
**Commission Electrotechnique Internationale**  
3, rue de Varembé  
1211 GENÈVE 20  
Suisse



**Q1** Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:  
(ex. 60601-1-1)  
.....

**Q2** En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?  
(cochez tout ce qui convient)  
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

**Q3** Je travaille:  
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/  
certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

**Q4** Cette norme sera utilisée pour/comme  
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

**Q5** Cette norme répond-elle à vos besoins:  
(une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

**Q6** Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:  
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s) .....

**Q7** Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres  
(1) inacceptable,  
(2) au-dessous de la moyenne,  
(3) moyen,  
(4) au-dessus de la moyenne,  
(5) exceptionnel,  
(6) sans objet

- publication en temps opportun .....
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique .....
- disposition logique du contenu .....
- tableaux, diagrammes, graphiques,  
figures .....
- autre(s) .....

**Q8** Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

**Q9** Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISBN 2-8318-8678-3



9 782831 886787

---

ICS 13.280

---