

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radiation protection instrumentation – Measurement of discrete radionuclides in the environment – In situ photon spectrometry system using a germanium detector

Instrumentation pour la radioprotection – Mesure de radionucléides discrets présents dans l'environnement – Système de spectrométrie gamma in situ utilisant un détecteur au germanium

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 13.280

ISBN 978-2-83220-824-3

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope and object.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions	8
3.1 Definitions	8
3.2 Test nomenclature.....	10
4 General requirements	10
4.1 Basic components	10
4.2 Examples of detector types.....	11
5 Classification of the performance characteristics	11
6 General characteristics	11
6.1 Indication.....	11
6.2 Effective range of measurement of an assembly	12
6.3 Detector cooling	12
6.4 Detector type	12
6.5 Detector housing	12
6.6 Detector window	12
6.7 Ease of decontamination.....	12
6.8 Safety considerations	12
6.9 Calibration	12
7 General test procedures.....	12
7.1 Nature of tests.....	12
7.2 Reference conditions and standard test conditions	13
7.3 Position of assembly for purposes of tests	13
7.4 Statistical fluctuations	13
7.5 Low-level measurements	13
7.6 Reference radiation	13
8 Radiation tests.....	13
8.1 Variation of response with photon radiation energy.....	13
8.1.1 Requirements	13
8.1.2 Test method	14
8.2 Variation of response with angle of incidence	14
8.2.1 Requirements	14
8.2.2 Test methods.....	14
8.3 Resolution	14
8.3.1 Requirements	14
8.3.2 Test methods.....	14
8.4 Background contamination from the instrument assembly	14
8.4.1 Requirements	14
8.4.2 Test method	15
9 Assembly characteristics.....	15
9.1 Statistical fluctuations	15
9.1.1 Requirements	15
9.1.2 Test method	15
9.2 Warm-up time.....	15
9.2.1 Requirements	15

9.2.2	Test method	15
9.3	Power supplies – Battery operation	15
9.3.1	Requirements – batteries	15
9.3.2	Test method	15
9.4	Power supplies – Mains operation	16
9.4.1	Requirements	16
9.4.2	Test method	16
10	Mechanical characteristics	16
10.1	Vibration and shock damage during transport and shipping	16
10.1.1	Requirements	16
10.1.2	Tests for vibration damage.....	16
10.1.3	Tests for vibration resistance	17
10.1.4	Tests for mechanical shock.....	17
10.1.5	Tests for mechanical resistance	17
11	Environmental requirements and tests	18
11.1	Requirements and tests at temperature extremes	18
11.1.1	Requirements	18
11.1.2	Test method	18
11.2	Influence of relative humidity (RH)	19
11.2.1	Requirements	19
11.2.2	Test method	19
11.3	Wind resistance requirements and tests.....	19
11.3.1	Requirements	19
11.3.2	Test method	19
11.4	Temperature cycling of detector.....	19
11.4.1	Requirements	19
11.4.2	Test method	19
11.5	Sealing requirements.....	19
11.6	External electromagnetic fields	20
11.6.1	General	20
11.6.2	Requirements	20
11.6.3	Test method	20
11.7	External magnetic fields.....	20
11.7.1	Requirements	20
11.7.2	Test method	20
11.8	Storage and transport	20
12	Calibration recommendations.....	20
13	Documentation	20
13.1	Certificate.....	20
13.2	Operation and maintenance manuals	21
Annex A (informative)	Calibration	26
Annex B (informative)	Estimation of detector response from detector size, shape and relative efficiency.....	27
Annex C (informative)	Data interpretation and use	28
Annex D (informative)	Expected total-absorption-peak count rates per unit deposition for selected freshly deposited radionuclides	31
Annex E (informative)	Relative intrinsic uncertainty.....	32
Bibliography		33

Figure 1 – Angular distribution of incident fluence	25
Table 1 – Reference and standard test conditions.....	22
Table 2 – Tests performed with variation of influence quantities.....	23
Table 3 – Mechanical performance under test conditions	24
Table 4 – Tests for vibrating survival capability at various fixed frequencies.....	24
Table 5 – Tests for vibration resistance at smoothly varying frequencies.....	25
Table C.1 – Primary photon fluence in air at a height of 1 m above the ground per unit source photon per unit area of exponentially distributed sources in the ground.....	29
Table D.1 – Total absorption peak count rate per minute per kBq· m ⁻²	31

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – MEASUREMENT OF
DISCRETE RADIONUCLIDES IN THE ENVIRONMENT – *IN SITU* PHOTON
SPECTROMETRY SYSTEM USING A GERMANIUM DETECTOR**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61275 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 1997. It constitutes a technical revision.

The main technical changes with regard to the previous edition are as follows:

- update the terminology to encompass the latest technologies,
- revise test methods to account for methodological developments and performance criteria with the latest HPGe detector technologies and digital electronics.

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

FDIS	Report on voting
45B/762/FDIS	45B/769/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 stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – MEASUREMENT OF DISCRETE RADIONUCLIDES IN THE ENVIRONMENT – *IN SITU* PHOTON SPECTROMETRY SYSTEM USING A GERMANIUM DETECTOR

1 Scope and object

This International Standard is applicable to a portable or transportable photon spectrometry assembly using a high purity germanium (HPGe) detector to survey, *in situ*, generally at 1 m above ground level, areas in the environment for discrete radionuclides. Such equipment is used to make rapid assessments of activity levels and corresponding free air exposure rates from photon emitting radionuclides. Such measurements may be used to develop guidance for subsequent follow-up action, for example including radiological assessments, sampling and monitoring programmes. (This standard does not apply to mobile measurement systems that are covered by a separate standard. See IEC 62438.)

This standard specifies for such an assembly the general characteristics and test methods for evaluating radiation, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics specific to the applications described above. Advice is also provided in annexes as to the calibration, appropriate use and interpretation of the system for *in situ* measurements.

An *in situ* spectrometry system is a combination of instruments or assemblies designed to measure, *in situ*, the fluence of gamma-rays incident on the detector, in order to rapidly survey areas for discrete radionuclides present in the soil or air, either natural or manmade.

The purpose of this standard is to specify the performance characteristics of assemblies intended for the determination of surface soil activity.

Accordingly, this standard

- a) specifies the functions and performance characteristics of measuring assemblies; and
- b) specifies the methods of testing compliance against the requirements of this standard.

2 Normative references

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

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements*

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

IEC 62438:2010, *Radiation protection instrumentation – Mobile instrumentation for the measurement of photon and neutron radiation in the environment*

ISO 4037 (all parts), *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose ratemeters and for determining their response as a function of photon energy*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
1 Domaine d'application et objet	39
2 Références normatives	39
3 Termes et définitions	40
3.1 Définitions	40
3.2 Nomenclature des essais	42
4 Exigences générales	42
4.1 Composants de base	42
4.2 Exemples de types de détecteur	43
5 Classification des caractéristiques de fonctionnement	43
6 Caractéristiques générales	44
6.1 Indications	44
6.2 Etendue effective de mesure de l'appareil	44
6.3 Refroidissement du détecteur	44
6.4 Type de détecteur	44
6.5 Enveloppe du détecteur	44
6.6 Fenêtre du détecteur	44
6.7 Facilité de décontamination	45
6.8 Considérations relatives à la sécurité	45
6.9 Etalonnage	45
7 Procédures générales d'essais	45
7.1 Nature des essais	45
7.2 Conditions de référence et conditions normales d'essais	45
7.3 Position de l'appareil pour les essais	45
7.4 Fluctuations statistiques	45
7.5 Mesures de faible niveau	45
7.6 Rayonnement de référence	46
8 Essais de rayonnement	46
8.1 Variation de la réponse en fonction de l'énergie du rayonnement photonique	46
8.1.1 Exigences	46
8.1.2 Méthode d'essai	46
8.2 Variation de la réponse avec l'angle d'incidence	46
8.2.1 Exigences	46
8.2.2 Méthodes d'essai	46
8.3 Résolution	47
8.3.1 Exigences	47
8.3.2 Méthodes d'essai	47
8.4 Bruit de fond dû à la contamination de l'ensemble de mesure	47
8.4.1 Exigences	47
8.4.2 Méthode d'essai	47
9 Caractéristiques de l'ensemble	47
9.1 Fluctuations statistiques	47
9.1.1 Exigences	47
9.1.2 Méthode d'essai	47
9.2 Temps de préchauffage	48

9.2.1	Exigences.....	48
9.2.2	Méthode d'essai.....	48
9.3	Alimentation électrique – Fonctionnement sur batterie.....	48
9.3.1	Exigences – batteries.....	48
9.3.2	Méthode d'essai.....	48
9.4	Alimentation électrique par le secteur.....	48
9.4.1	Exigences.....	48
9.4.2	Méthode d'essai.....	48
10	Caractéristiques mécaniques	49
10.1	Dommages dûs aux vibrations et aux chocs pendant le transport et le chargement	49
10.1.1	Exigences.....	49
10.1.2	Essais relatifs aux dommages dus aux vibrations	49
10.1.3	Essais de résistance aux vibrations.....	49
10.1.4	Essais de choc	50
10.1.5	Essais de résistance mécanique	50
11	Exigences environnementales et essais	51
11.1	Exigences et essais aux températures extrêmes	51
11.1.1	Exigences.....	51
11.1.2	Méthode d'essai.....	51
11.2	Influence de l'humidité relative (HR).....	51
11.2.1	Exigences.....	51
11.2.2	Méthode d'essai.....	52
11.3	Exigences de résistance au vent et essais	52
11.3.1	Exigences.....	52
11.3.2	Méthode d'essai.....	52
11.4	Résistance du détecteur aux cycles thermiques	52
11.4.1	Exigences.....	52
11.4.2	Méthode d'essai.....	52
11.5	Exigences d'étanchéité des matériels.....	52
11.6	Champs électromagnétiques externes.....	52
11.6.1	Généralités	52
11.6.2	Exigences.....	53
11.6.3	Méthode d'essai.....	53
11.7	Champs magnétiques externes	53
11.7.1	Exigences.....	53
11.7.2	Méthode d'essai.....	53
11.8	Stockage et transport.....	53
12	Recommandations relatives à l'étalonnage.....	53
13	Documentation	53
13.1	Certificat.....	53
13.2	Manuels de fonctionnement et d'entretien	54
Annexe A (informative)	Etalonnage.....	59
Annexe B (informative)	Estimation de la réponse du détecteur en fonction de sa taille, de sa forme et de son efficacité relative	60
Annexe C (informative)	Utilisation et interprétation des données	61
Annexe D (informative)	Taux de comptage attendus dans le pic d'absorption totale par unité d'activité de dépôt pour des radionucléides déterminés récemment déposés	64

Annexe E (informative) Incertitude relative intrinsèque.....	66
Bibliographie	67
Figure 1 – Distribution angulaire de la fluence incidente.....	58
Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normalisées d'essai.....	55
Tableau 2 – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	56
Tableau 3 – Performances mécaniques dans les conditions d'essai	57
Tableau 4 – Essais de capacité de survie à différentes fréquences fixes de vibration	57
Tableau 5 – Essais de résistance aux vibrations à des fréquences variant lentement	57
Tableau C.1 – Fluence photonique primaire dans l'air à une hauteur de 1 m au-dessus du niveau du sol par unité de photon source par unité surfacique des sources distribuées de façon exponentielle dans le sol	62
Tableau D.1 – Taux de comptage dans le pic d'absorption totale par minute en impulsions kBq m ⁻²	64

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION –
MESURE DE RADIONUCLÉIDES DISCRETS PRÉSENTS DANS
L'ENVIRONNEMENT – SYSTÈME DE SPECTROMÉTRIE
GAMMA *IN SITU* UTILISANT UN DÉTECTEUR AU GERMANIUM****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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61275 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 annule et remplace la première édition, parue en 1997, dont elle constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- mise à jour de la terminologie intégrant les dernières technologies,

- révision des méthodes d'essai afin de tenir compte des développements méthodologiques et des critères de performance associés aux technologies les plus récentes de détecteur au germanium de haute pureté (HPGe) et d'électronique numérique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/762/FDIS	45B/769/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 stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – MESURE DE RADIONUCLÉIDES DISCRETS PRÉSENTS DANS L'ENVIRONNEMENT – SYSTÈME DE SPECTROMÉTRIE GAMMA *IN SITU* UTILISANT UN DÉTECTEUR AU GERMANIUM

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable à un ensemble portable ou transportable de spectrométrie gamma utilisant un détecteur au germanium de haute pureté (HPGe) pour faire un relevé, *in situ*, généralement à 1 m au-dessus du niveau du sol, des radionucléides discrets déposés dans l'environnement. Un tel équipement est utilisé pour faire une évaluation rapide des niveaux d'activité des radionucléides émetteurs gamma et des débits correspondants d'exposition à l'air libre. De telles mesures peuvent être utilisées pour orienter des actions ultérieures, incluant, par exemple, des évaluations radiologiques, des programmes d'échantillonnages et de mesures. (La présente norme ne s'applique pas aux systèmes de mesure mobiles, qui sont couverts par une autre norme. Voir la CEI 62438.)

La présente norme spécifie pour un tel ensemble les caractéristiques générales et les méthodes d'essais pour l'évaluation des caractéristiques radiologiques, des caractéristiques électriques, mécaniques, de sécurité et d'environnement spécifiques aux applications décrites ci-dessus. Des recommandations sont également données en annexes pour étalonner, utiliser correctement le système et interpréter les mesures *in situ*.

Un système de spectrométrie *in situ* est un ensemble d'instruments ou d'ensembles conçus pour mesurer, *in situ*, la fluence des rayonnements gamma frappant le détecteur, dans le but de déterminer rapidement, *in situ*, les radionucléides discrets présents dans le sol ou dans l'air, qu'ils soient naturels ou artificiels.

Le but de la présente norme est de spécifier les caractéristiques de fonctionnement du système en vue de déterminer l'activité surfacique du sol.

En conséquence, cette norme spécifie:

- a) les fonctions et les caractéristiques de fonctionnement des ensembles de mesure, et
- b) les méthodes d'essais qui sont utilisées pour déterminer la conformité aux exigences de la présente norme.

2 Références normatives

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

CEI 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

CEI 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

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

CEI 62438:2010, *Instrumentation pour la radioprotection – Instrumentation mobile pour la mesure des rayonnements gamma et neutroniques dans l'environnement*

ISO 4037 (toutes les parties), *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*