

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61976

Première édition
First edition
2000-12

**Instrumentation nucléaire –
Spectrométrie –
Détermination du spectre du bruit de fond
en spectrométrie HPGe de rayonnement gamma**

**Nuclear instrumentation –
Spectrometry –
Characterization of the spectrum background
in HPGe gamma-ray spectrometry**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61976:2000

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)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) 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/JP.htm) 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
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)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) 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/JP.htm) 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
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61976

Première édition
First edition
2000-12

**Instrumentation nucléaire –
Spectrométrie –
Détermination du spectre du bruit de fond
en spectrométrie HPGe de rayonnement gamma**

**Nuclear instrumentation –
Spectrometry –
Characterization of the spectrum background
in HPGe gamma-ray spectrometry**

© IEC 2000 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

J

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	6
2 Références normatives.....	6
3 Définitions	6
4 Description du spectre.....	8
5 Caractérisation du bruit de fond.....	10
5.1 Bruit de fond continu	10
5.2 Pics	12
Annexe (informative) Energies crête usuelles.....	14

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative references	7
3 Definitions	7
4 Spectrum description.....	9
5 Characterization of the background	11
5.1 Continuum	11
5.2 Peaks	13
Annex A (informative) Common peak energies.....	15

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – SPECTROMÉTRIE – DÉTERMINATION DU SPECTRE DU BRUIT DE FOND EN SPECTROMÉTRIE HPGe DE RAYONNEMENT GAMMA

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 61976 a été établie par le comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45/484/FDIS	45/489/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 la partie 3 des directives ISO/CEI.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera modifié avant 2005. A cette date, la publication sera:

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR INSTRUMENTATION – SPECTROMETRY – CHARACTERIZATION OF THE SPECTRUM BACKGROUND IN HPG_e GAMMA-RAY SPECTROMETRY

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61976 has been prepared by IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

FDIS	Report on voting
45/484/FDIS	45/489/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 3.

Annex A is for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – SPECTROMÉTRIE – DÉTERMINATION DU SPECTRE DU BRUIT DE FOND EN SPECTROMÉTRIE HPGe DE RAYONNEMENT GAMMA

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux spectres de rayonnement gamma recueillis par les détecteurs au germanium hyperpur (HPGe) utilisés en spectrométrie nucléaire, en particulier dans le cas de détecteurs à faible bruit et de mesures à faible bruit de fond. Cette norme définit les termes utilisés pour décrire le bruit de fond et le spectre du bruit de fond lui-même. Elle ne décrit pas les méthodes qui permettent de réduire le bruit de fond.

L'objet de la présente norme est de donner une méthode harmonisée pour décrire et caractériser le bruit de fond dans un spectre fourni par un détecteur HPGe. Les définitions et méthodes sont appliquées pour définir les valeurs pour un détecteur HPGe destiné à des mesures à faible bruit de fond. Cette approche est destinée à fournir aux fabricants et aux utilisateurs un moyen de définir les caractéristiques de fonctionnement du détecteur pour les bruits de fond de faible intensité et à permettre de comparer entre eux les détecteurs utilisés pour ce genre de mesures.

Les valeurs crête et du bruit de fond déterminées par les méthodes décrites dans la présente norme donneront à l'utilisateur des informations relatives aux caractéristiques de fonctionnement escomptées d'un détecteur de bruit de fond, en particulier dans le but de permettre de comparer entre eux plusieurs détecteurs différents.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(393):1996, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 393: Instrumentation nucléaire: Phénomènes physiques et notions fondamentales*

CEI 60050(394):1995, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 394: Instrumentation nucléaire: Instruments*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables:

3.1

spectre (d'un rayonnement ionisant)

distribution des valeurs d'une grandeur caractéristique d'un rayonnement, en général liée à l'énergie

[VEI 393-04-29]

NUCLEAR INSTRUMENTATION – SPECTROMETRY – CHARACTERIZATION OF THE SPECTRUM BACKGROUND IN HPGe GAMMA-RAY SPECTROMETRY

1 Scope and object

This International Standard applies to gamma-ray spectra collected with hyperpure germanium detectors (HPGe) for use in gamma-ray spectrometry, especially for low-background detectors and measurements. This standard defines terms used to describe the background and the background spectrum itself. This standard does not present methods that describe how to reduce the background.

The object of this standard is to provide a uniform method for describing and characterizing the background in a spectrum from an HPGe detector. Definitions and methods are applied to define values for an HPGe detector that is considered to be used for low-background measurements. This approach provides both manufacturers and end users with a way to specify the low-background performance of the detector and allows the comparison of detectors used for these kinds of measurements.

The background and peak values determined by the procedures in this standard will provide the user with information regarding the expected background performance of the detector, in particular to allow for the comparison of several different detectors.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(393):1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 393: Nuclear instrumentation: Physical phenomena and basic concepts*

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

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply:

3.1

spectrum (of an ionizing radiation)

distribution of the values of a specific radiation quantity, usually associated with energy [IEV 393-04-29]

3.2

largeur à mi-hauteur

dans une courbe représentant une distribution et comportant un seul pic, différence des abscisses des deux points de la courbe dont les ordonnées sont égales à la moitié de l'ordonnée maximale de ce pic

[VEI 394-19-45]

3.3

échantillon

matériau dont le contenu en radionucléide est intéressant et est à mesurer

3.4

bruit de fond externe

ensemble des données relatives au spectre obtenu à l'aide du détecteur HPGe dans une configuration donnée sans échantillon à mesurer

3.5

bruit de fond induit par l'échantillon

ensemble des données relatives au spectre qui sont dues à des émissions en provenance de l'échantillon et qui sont en dehors du pic d'énergie totale de toute source d'émission située à proximité du détecteur

NOTE Ce terme est donné à titre explicatif et n'est pas utilisé dans la présente norme.

3.6

bruit de fond total

somme du bruit de fond externe et du bruit de fond induit par l'échantillon

NOTE Ce terme est donné à titre explicatif et n'est pas utilisé dans la présente norme.

3.7

pic de bruit de fond

tout pic d'énergie totale, provenant d'une source quelconque, dans le spectre de bruit de fond externe

3.8

bruit de fond continu

ensemble de données qui ne fait pas partie d'un pic d'énergie totale dans le spectre de bruit de fond externe

3.9

ligne de base du pic

coups au voisinage du pic provenant à la fois du bruit de fond induit par l'échantillon et du bruit de fond externe et qui ne sont pas dus à un pic d'énergie totale

4 Description du spectre

Il convient que le temps de recueil du spectre du bruit de fond soit suffisamment long pour que l'incertitude statistique soit d'environ 5 % de l'écart type dans la zone d'énergie de 100 keV. Cela signifie que dans la zone 100 keV du spectre mesuré, le nombre de coups ne doit pas être inférieur à 400 par canal, ceci dans le but de réduire l'impact de l'incertitude statistique sur les données, dans la détermination du bruit de fond. Il convient que le nombre de canaux du spectre soit suffisant pour que la gamme d'énergie intéressante soit recueillie avec une énergie par canal suffisamment faible, de telle sorte que l'incertitude sur les calculs due à la variation dans la conversion canal-énergie soit faible en comparaison des valeurs spécifiées.

3.2**full width at half maximum (FWHM)**

in a distribution curve comprising a single peak, the distance between the abscissa of two points on the curve whose ordinates are half of the maximum ordinate of the peak [IEV 394-19-45]

3.3**sample**

material whose radionuclide content is of interest and is to be measured

3.4**external background**

spectrum from the HPGe detector in a given configuration without a sample to be measured

3.5**sample-induced background**

all spectral data due to emissions from the sample that are not in the full-energy peak from any source of emissions placed close to the detector

NOTE This term is presented for explanation and is not used in this standard.

3.6**total background**

sum of the external background and sample-induced background

NOTE This term is presented for explanation and is not used in this standard.

3.7**background peak**

any full-energy peak from any source in the external background spectrum

3.8**background continuum**

any data that does not belong to a full-energy peak in the external background spectrum

3.9**peak baseline**

those counts in the peak region from both the sample-induced background and external background that are not due to a full energy peak

4 Spectrum description

The collection time of the background spectrum should be long enough to ensure that the statistical uncertainty is approximately 5 % at one standard deviation in the energy region of 100 kiloelectronvolts (keV). This means that in the 100 keV region of the measured spectrum, the number of counts shall be not lower than 400 per channel. This is to reduce the impact of the statistical uncertainty in the data on the background determination. The number of channels in the spectrum should be sufficient to allow for the energy range of interest to be collected with the energy per channel small enough to make the uncertainty in the calculations due to the variation in the channel-to-energy conversion small compared to the values stated.

Avant de commencer les mesures du bruit de fond, on doit prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter l'impact possible, sur le spectre du bruit de fond mesuré, de sources radioactives de rayonnement (naturelles et artificielles, telles que les générateurs de rayons X et de neutrons et accélérateurs de particules) susceptibles d'être utilisés en laboratoire (à des fins d'expériences, de contrôles et d'étalonnage).

Le bruit de fond externe peut être sérieusement affecté par ce qui suit:

- a) situation géographique de la mesure;
- b) matériau(x) de protection, épaisseur(s) et géométrie (y compris la position du détecteur);
- c) date et heure de la mesure;
- d) conditions météorologiques à l'heure de la mesure;
- e) durée de la mesure;
- f) activité atmosphérique;
- g) ventilation de la salle de comptage.

Par conséquent, il convient d'inclure dans le rapport d'essai une description détaillée du lieu et des conditions de mesure (c'est-à-dire les points a) à g) ci-dessus).

5 Caractérisation du bruit de fond

5.1 Bruit de fond continu

Le bruit de fond continu moyen $B(E)$ est défini en coups par keV pendant 1 000 s. $B(E)$ doit être moyenné sur une zone centrée sur une énergie spécifiée dont la largeur est cinq fois la largeur à mi-hauteur donnée (résolution de l'énergie) du détecteur pour cette énergie. Dans tous les calculs, on doit arrondir la conversion de l'énergie au canal (c'est-à-dire que les nombres dont la partie fractionnaire est comprise entre 0,0 et 0,49999 doivent être notés 0,0, et ceux dont la partie fractionnaire est comprise entre 0,5 et 0,99999 doivent être notés 1,0).

Cela se traduit par:

$$B(E) = \frac{1000}{T_L} \cdot \frac{G}{5F(E) + 1} \cdot \sum_{i=j-2,5F(E)}^{j+2,5F(E)} C_i \quad (1)$$

où

$B(E)$ est le bruit de fond moyen par keV pendant 1 000 s à l'énergie E ;

G est le facteur de conversion des canaux en énergie, en canaux/keV;

$F(E)$ est la résolution (dans les canaux) du détecteur à l'énergie E ;

C_i est le contenu du canal i ;

j est le canal correspondant à l'énergie E ;

T_L est le temps actif en secondes.

Cette valeur, $B(E)$, du bruit de fond moyen représente le spectre et est des plus utile pour définir les zones dans lesquelles il n'y a pas de pic dans le bruit de fond. Elle représente le bruit de fond moyen dans les zones de pic, mais peut masquer l'importance réelle d'un pic unique. Pour un détecteur particulier HPGe, il convient que les valeurs de $B(E)$ soient fixées pour les trois énergies de 50 keV, 140 keV, et 1 350 keV (et pour toute énergie présentant un intérêt). Les valeurs de $B(E)$ pour d'autres énergies d'intérêt peuvent être mentionnées dans le rapport de mesure du spectre du bruit de fond.

Before starting the background measurements, all necessary precautions shall be taken to avoid possible impact on the measured background spectrum from any radioactive radiation source (both natural and artificial, such as X-ray and neutron generators and particle accelerators) that could be used in laboratory practice (for experiments, checks, calibration).

The external background can be seriously affected by the following:

- a) geographic location of the measurement;
- b) shielding material(s), thickness(es) and geometry (including detector position);
- c) date and time of the measurement;
- d) weather conditions at time of measurement;
- e) duration of measurement;
- f) airborne activity;
- g) ventilation of counting room.

Therefore, the detailed description of the measurement place and conditions (i.e. a) to g) above) should be included in the report of results.

5 Characterization of the background

5.1 Continuum

The average background continuum $B(E)$ is specified as counts per keV per 1 000 s. The $B(E)$ shall be averaged over a region centred on a stated energy with a width that is five times the given FWHM (energy resolution) of the detector at that energy. In all calculations, the conversion from energy to channel shall be rounded (that is, numbers with the fractional part between 0,0 and 0,49999 shall be 0,0 and numbers with the fractional part between 0,5 and 0,99999 shall be 1,0).

This is given by

$$B(E) = \frac{1000}{T_L} \cdot \frac{G}{5F(E) + 1} \cdot \sum_{i=j-2,5F(E)}^{j+2,5F(E)} C_i \quad (1)$$

where

- $B(E)$ is the average background per keV per 1000 s at energy E ;
- G is the conversion factor from channels to energy, in channels/keV;
- $F(E)$ is the resolution (FWHM in channels) of the detector at energy E ;
- C_i is the channel contents of channel i ;
- j is the channel corresponding to energy E ;
- T_L is the live-time in seconds.

This quantity $B(E)$ for the average background describes the spectrum and is most useful for describing regions where there are no peaks in the background. It describes the average background in peak regions, but may obscure the true importance of a single peak. For a particular HPGe detector, the values of $B(E)$ should be stated for the three energies: 50 keV, 140 keV and 1 350 keV (along with any other energies of interest). The values of $B(E)$ for other energies of interest may be included in the background spectrum measurement report.

5.2 Pics

L'aire nette du pic pour les énergies de pic sélectionnées dans le spectre de bruit de fond externe est exprimée en coups pour 1 000 s à l'énergie de pic spécifiée. L'aire nette du pic est calculée par la formule {total des coups dans une zone égale à trois fois la largeur à mi-hauteur pour l'énergie sélectionnée} moins {ligne de base dans la même zone}. Les coups dans la ligne de base sont déterminés par la somme des coups dans une zone en-dessous de l'énergie du pic et dans une zone au-dessus de l'énergie du pic. La zone en-dessous du pic est comprise entre 3,0 fois la largeur à mi-hauteur et 1,5 fois la largeur à mi-hauteur en-dessous de l'énergie du pic. La zone au-dessus du pic est comprise entre 1,5 fois la largeur à mi-hauteur et 3,0 fois la largeur à mi-hauteur au-dessus de l'énergie du pic.

Cela se traduit par:

$$A_{NP}(E) = \frac{1000}{T_L} \left(\sum_{i=j-1,5F(E)}^{j+1,5F(E)} C_i - \sum_{i=j-1-3F(E)}^{j-1-1,5F(E)} C_i - \sum_{i=j+1+1,5F(E)}^{j+1+3F(E)} C_i \right) \quad (2)$$

où $A_{NP}(E)$ est l'aire nette du pic correspondant à l'énergie E .

Il convient de noter les valeurs négatives de $A_{NP}(E)$ comme nulles.

NOTE Lors de l'application de l'équation (2), il convient de veiller tout particulièrement à ce que le nombre de canaux compris dans le premier terme de la somme soit égal au nombre total de canaux compris dans les deuxième et troisième termes. Si l'on constate que la ligne de base présente une pente notable, il faut que le nombre de canaux des deuxième et troisième termes soit identique. Il peut être nécessaire de modifier les trois termes de la somme en fonction du nombre de canaux compris dans chaque terme de la somme afin de rendre compte correctement du nombre de canaux.

5.2 Peaks

The net peak area for selected peak energies in the external background spectrum is expressed as counts per 1 000 s at the specified peak energy. The net peak area is calculated by the gross counts in a region three times the FWHM at the selected energy minus the baseline in the same region. The baseline counts are determined by the sum of the counts in a region below the peak energy and a region above the peak energy. The region below the peak extends from 3,0 times the FWHM to 1,5 times the FWHM below the peak energy. The region above the peak extends from 1,5 times the FWHM to 3,0 times the FWHM above the peak energy.

This is given by

$$A_{NP}(E) = \frac{1000}{T_L} \left(\sum_{i=j-1,5F(E)}^{j+1,5F(E)} C_i - \sum_{i=j-1-3F(E)}^{j-1-1,5F(E)} C_i - \sum_{i=j+1+1,5F(E)}^{j+1+3F(E)} C_i \right) \quad (2)$$

where $A_{NP}(E)$ is the net peak area corresponding to energy E .

It should be noted that negative values for $A_{NP}(E)$ should be reported as zero values.

NOTE Special care should be taken in the implementation of equation (2) so that the number of channels included in the first sum is equal to the total number of channels included in the second and third sums. If it is observed that the baseline has a noticeable slope, the number of channels in the second and third term must be equal. It may be necessary to normalize all three sum terms to the number of channels included in each sum term in order to correctly account for the number of channels.

Annexe A (informative)

Energies crête usuelles

Les énergies crête suivantes sont celles des isotopes naturels et de radionucléides artificiels communs que l'on peut trouver dans des matériaux détecteurs et qui présentent un intérêt pour de nombreux utilisateurs. D'autres isotopes et énergies peuvent être spécifiés pour une application particulière. La mention « cosmique » traduit l'interaction des rayons cosmiques avec le matériau cité. Les interactions cosmiques sont tirées de l'ouvrage « A low-background gamma-ray assay laboratory for activation analysis », R.M. Lindstrom, D.J. Lindstrom, L.A. Slaback et J.K. Langland, Nuclear Instruments and Methods (NIM) A299(1990) 425-429.

Energie keV	Origine
13	U rayons X
25,6	$^{231}\text{Th}(^{235}\text{U})$
31,8 – 37,3	^{137}Cs
46,5	$^{210}\text{Pb}(^{238}\text{U})$
53,4	$^{73\text{m}}\text{Ge}$ cosmique
59,5	^{241}Am
63,3	$^{234}\text{Th}(^{238}\text{U})$
66,7	$^{73\text{m}}\text{Ge}$ cosmique
72,8	Pb – rayons X
75,0	Pb – rayons X
84,8	Pb – rayons X
87,3	Pb – rayons X
92,6	$^{234}\text{Th}(^{238}\text{U})$
109,9	^{19}F cosmique
122,1	^{57}Fe cosmique
139,7	$^{75\text{m}}\text{Ge}$ cosmique
159,7	$^{77\text{m}}\text{Ge}$ cosmique
174,9	^{71}Ge cosmique
185,7, 186,2	^{235}U , ^{226}Ra
197,1	^{71}Ge cosmique, ^{19}F
215,5	$^{77\text{m}}\text{Ge}$ cosmique
238,6	$^{212}\text{Pb}(^{232}\text{Th})$
295,2	$^{214}\text{Pb}(^{238}\text{U})$
351,9	$^{214}\text{Pb}(^{238}\text{U})$
511	Cosmique, annihilation
569,7	^{207}Pb cosmique
583,1	$^{208}\text{Tl}(^{232}\text{Th})$

Annex A (informative)

Common peak energies

The following peak energies are from natural and common technogenical (man-made) radionuclides which may be found in detector materials or in the environment and which are of interest to many users. Other isotopes and energies can be specified for a particular application. The notation "cosmic" means cosmic ray interaction with the listed material. The cosmic interactions are from "A low-background gamma-ray assay laboratory for activation analysis", R. M. Lindstrom, D. J. Lindstrom, L. A. Slaback and J. K. Langland, Nuclear Instruments and Methods (NIM) A299(1990) 425-429.

Energy keV	Origin
13	U X-rays
25,6	^{231}Th (^{235}U)
31,8 – 37,3	^{137}Cs
46,5	^{210}Pb (^{238}U)
53,4	cosmic $^{73\text{m}}\text{Ge}$
59,5	^{241}Am
63,3	^{234}Th (^{238}U)
66,7	cosmic $^{73\text{m}}\text{Ge}$
72,8	Pb X-ray
75,0	Pb X-ray
84,8	Pb X-ray
87,3	Pb X-ray
92,6	^{234}Th (^{238}U)
109,9	cosmic ^{19}F
122,1	cosmic ^{57}Fe
139,7	cosmic $^{75\text{m}}\text{Ge}$
159,7	cosmic $^{77\text{m}}\text{Ge}$
174,9	cosmic ^{71}Ge
185,7, 186,2	^{238}U , ^{226}Ra
197,1	cosmic ^{71}Ge , ^{19}F
215,5	cosmic $^{77\text{m}}\text{Ge}$
238,6	^{212}Pb (^{232}Th)
295,2	^{214}Pb (^{238}U)
351,9	^{214}Pb (^{238}U)
511	Cosmic, annihilation
569,7	Cosmic ^{207}Pb
583,1	^{208}Tl (^{232}Th)

Energie keV	Origine
596,1	^{74}Ge (n,n') cosmique
609,3	^{214}Bi (^{238}U)
661,6	^{137}Cs
669,6	^{63}Cu cosmique
693,4	^{72}Ge (n,n') cosmique
727,2	^{212}Bi (^{232}Th)
766,6	$^{234\text{m}}\text{Pa}$ (^{238}U)
770,6	^{63}Cu cosmique
803,3	^{206}Pb (n,n') cosmique
846,8	^{56}Fe cosmique
911,1	^{228}Ac (^{232}Th)
962,1	^{63}Cu cosmique
968,9	^{228}Ac (^{232}Th)
1001,0	$^{234\text{m}}\text{Pa}$ (^{238}U)
1063,6	^{207}Pb cosmique
1115,5	^{65}Cu cosmique
1120,3	^{214}Bi (^{238}U)
1173,2	^{60}Co
1238,1	^{214}Bi (^{238}U)
1327,0	^{63}Cu cosmique
1332,5	^{60}Co
1412,1	^{63}Cu cosmique
1460,8	^{40}K
1481,8	^{65}Cu cosmique
1764,5	^{214}Bi (^{238}U)
2614,6	^{208}Tl (^{232}Th)

Energy keV	Origin
596,1	Cosmic ^{74}Ge (n,n')
609,3	^{214}Bi (^{238}U)
661,6	^{137}Cs
669,6	Cosmic ^{63}Cu
693,4	Cosmic ^{72}Ge (n,n')
727,2	^{212}Bi (^{232}Th)
766,6	$^{234\text{m}}\text{Pa}$ (^{238}U)
770,6	Cosmic ^{63}Cu
803,3	Cosmic ^{206}Pb (n,n')
846,8	Cosmic ^{56}Fe
911,1	^{228}Ac (^{232}Th)
962,1	Cosmic ^{63}Cu
968,9	^{228}Ac (^{232}Th)
1001,0	$^{234\text{m}}\text{Pa}$ (^{238}U)
1063,6	Cosmic ^{207}Pb
1115,5	Cosmic ^{65}Cu
1120,3	^{214}Bi (^{238}U)
1173,2	^{60}Co
1238,1	^{214}Bi (^{238}U)
1327,0	Cosmic ^{63}Cu
1332,5	^{60}Co
1412,1	Cosmic ^{63}Cu
1460,8	^{40}K
1481,8	Cosmic ^{65}Cu
1764,5	^{214}Bi (^{238}U)
2614,6	^{208}Tl (^{232}Th)



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 Varembe

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 Varembe

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 Varembe

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 Varembe

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:

.....
.....
.....
.....
.....



ISBN 2-8318-5556-X



ICS 27.120
