

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1239**

Première édition
First edition
1993-07

**Instrumentation nucléaire –
Radiamètres et spectromètres gamma
portables utilisés pour la prospection –
Définitions, prescriptions et étalonnage**

**Nuclear instrumentation –
Portable gamma radiation meters and
spectrometers used for prospecting –
Definitions, requirements and calibration**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1239: 1993

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1239**

Première édition
First edition
1993-07

**Instrumentation nucléaire –
Radiamètres et spectromètres gamma
portables utilisés pour la prospection –
Définitions, prescriptions et étalonnage**

**Nuclear instrumentation –
Portable gamma radiation meters and
spectrometers used for prospecting –
Definitions, requirements and calibration**

© CEI 1993 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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	8
4 Prescriptions	12
4.1 Durée de fonctionnement du dispositifs d'alimentation	14
4.2 Moniteur de charge de batterie	14
4.3 Plage de température et d'humidité	14
4.4 Durée du prélèvement et constante de temps	14
4.5 Dispositif d'affichage	14
4.6 Signal acoustique	16
4.7 Temps mort	16
4.8 Stabilité du seuil	16
4.9 Stabilité de la réponse en énergie	16
4.10 Résolution	16
4.11 Stockage des données	16
5 Etalonnage	18
5.1 Essai de contrôle des performances des appareils	18
5.2 Etalonnage de l'énergie	18
5.3 Etalonnage relatif à la concentration en isotopes radioactifs	18
6 Prescriptions de sécurité	18
7 Procédures d'essais climatiques	18
8 Spécification devant figurer dans le manuel d'instructions	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 Requirements	13
4.1 Operation time of power supply	15
4.2 Battery charge monitor	15
4.3 Temperature and humidity range	15
4.4 Sampling time and time constant	15
4.5 Display	15
4.6 Audio signal	17
4.7 Dead time	17
4.8 Threshold stability	17
4.9 Energy response stability	17
4.10 Resolution	17
4.11 Data storage	17
5 Calibration	19
5.1 Instrument performance test	19
5.2 Energy calibration	19
5.3 Calibration for radioisotope concentration	19
6 Safety requirements	19
7 Environmental test procedures	19
8 Specifications to be given in the instruction manual	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE –
RADIAMÈTRES ET SPECTROMÈTRES GAMMA PORTABLES
UTILISÉS POUR LA PROSPECTION –
DÉFINITIONS, PRESCRIPTIONS ET ÉTALONNAGE**

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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 1239 a été établie par le comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette norme annule et remplace la CEI 460 parue en 1974.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapports de vote
45(BC)203 45(BC)219	45(BC)218 45(BC)227

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur les votes ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR INSTRUMENTATION –
 PORTABLE GAMMA RADIATION METERS AND SPECTROMETERS
 USED FOR PROSPECTING –
 DEFINITIONS, REQUIREMENTS AND CALIBRATION**

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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

International Standard IEC 1239 has been prepared by IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard cancels and replaces IEC 460 published in 1974.

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

DIS	Reports on Voting
45(CO)203 45(CO)219	45(CO)218 45(CO)227

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the reports on voting indicated in the above table.

**INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE –
RADIAMÈTRES ET SPECTROMÈTRES GAMMA PORTABLES
UTILISÉS POUR LA PROSPECTION –
DÉFINITIONS, PRESCRIPTIONS ET ÉTALONNAGE**

1 Domaine d'application et objet

La présente norme s'applique aux radiamètres portables utilisant des détecteurs à scintillation gamma, des semicteurs, etc. Elle inclut les appareils à comptage total et les spectromètres. Ces appareils sont principalement utilisés pour la prospection, mais ils peuvent également servir à la détection et à l'identification des précipitations radioactives en surface. Toutefois, la présente norme s'applique uniquement aux appareils utilisés pour la prospection.

Ces appareils se composent habituellement des parties suivantes:

- le détecteur lui-même, qui est un détecteur à scintillation ou un semicteur;
- le dispositif d'affichage qui peut consister en un dispositif de lecture analogique ou, de préférence, en un ou plusieurs dispositifs d'affichage numérique;
- une unité de traitement des signaux, qui peut servir à l'amplification et au traitement des signaux détectés;
- un dispositif d'alimentation destiné à fournir une haute tension bien stable et une tension de fonctionnement;
- une alarme sonore qui peut fonctionner en mode continu ou émettre un signal d'alarme lorsqu'un certain seuil est dépassé.

Ces appareils peuvent être munis d'une sortie destinée au raccordement d'unités supplémentaires telle que des unités d'enregistrement et de traitement de données.

La présente norme a pour objet:

- d'établir des définitions;
- de spécifier les exigences relatives aux appareils;
- de fournir les instructions relatives aux méthodes d'essai et d'étalonnage.

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. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et 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. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(391): 1975, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants*

**NUCLEAR INSTRUMENTATION –
PORTABLE GAMMA RADIATION METERS AND SPECTROMETERS
USED FOR PROSPECTING –
DEFINITIONS, REQUIREMENTS AND CALIBRATION**

1 Scope and object

This standard applies to portable radiation meters using γ -scintillation detectors, solid-state detectors, etc. It includes instruments with total count readings only, and spectrometers. These instruments are predominantly used in prospecting, but they may also be applied to surface radioactive fall-out detection and identification. This standard, however, applies only to instruments used in prospecting.

Usually, these instruments comprise the following parts:

- the detector itself, which is a scintillation detector or a solid-state detector;
- the display, which might be an analogue reading or, preferentially, one or more digital displays;
- a signal processing unit, which can be used for amplification and processing of detector signals;
- a power supply for stabilized high voltage and operating voltage;

- an audio alarm unit which can work in the continuous mode or emit an alarm signal above a certain threshold value.

These instruments may have an output to connect additional units, such as those for data storage and processing.

The object of this standard is to:

- establish definitions;
- state requirements for instrumentation;
- give instructions for test and calibration methods.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and 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. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(391): 1975, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means*

CEI 359: 1987, *Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques*

CEI 405: 1972, *Appareils nucléaires: Prescriptions de construction pour la protection individuelle contre les rayonnements ionisants*

CEI 1134: 1992, *Instrumentation aéroportée pour mesures du rayonnement gamma terrestre*

CEI Guide 106: 1989, *Guide pour la spécification des conditions d'environnement pour la fixation des caractéristiques de fonctionnement des matériels*

3 Définitions

3.1 étendue de mesurage spécifiée: Série de valeurs d'une grandeur mesurée pour laquelle l'erreur d'un appareil de mesure est comprise dans les limites spécifiées.

NOTES

- 1 Un appareil peut avoir plusieurs étendues de mesurage spécifiées.
- 2 L'étendue de mesurage spécifiée peut être plus réduite que l'étendue des valeurs indiquées.
- 3 Ce terme est habituellement désigné par «Etendue de mesure». [CEI 359 modifiée]

3.2 domaine de fonctionnement spécifié: Domaine de valeurs d'une seule grandeur d'influence, qui fait partie des conditions nominales de fonctionnement.

NOTE - Le domaine de fonctionnement est une notion similaire «domaine nominal» de fonctionnement (paragraphe 2.6.2 de la CEI 359 (1971)). [CEI 359 modifiée]

3.3 conditions nominales de fonctionnement: Ensemble d'étendues de mesurage spécifiées pour les caractéristiques et des domaines de fonctionnement spécifiés pour les grandeurs d'influence, au sein desquelles les variations ou erreurs de fonctionnement d'un appareil sont spécifiées et déterminées. [CEI 359 modifiée]

3.4 erreur de fonctionnement: Erreur portant sur une caractéristique fonctionnelle, qui est obtenue en tout point dans les conditions nominales de fonctionnement.

NOTE - L'erreur de fonctionnement aura une valeur extrême (indépendamment du signe), à une certaine combinaison de valeurs de grandeurs d'influence, dans leurs domaines de fonctionnement. [CEI 359 modifiée]

3.5 erreur intrinsèque: Erreur d'un instrument de mesure ou d'un instrument d'alimentation lorsque celui-ci est utilisé dans les conditions de référence. [CEI 359]

3.6 conditions de référence: Ensemble approprié de grandeurs d'influence et de caractéristiques fonctionnelles, avec des valeurs de référence accompagnées de leurs tolérances et de leurs domaines de références, par rapport auxquels l'erreur intrinsèque est spécifiée. [CEI 359 modifiée]

3.7 conditions de stockage et de transport: Conditions extrêmes qu'un appareil de mesure, à l'arrêt, est capable de supporter sans détérioration ni dégradation de ses caractéristiques métrologiques, lorsqu'il est, par la suite, remis en service dans ses conditions nominales de fonctionnement. [CEI 359 modifiée]

IEC 359: 1987, *Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment*

IEC 405: 1972, *Nuclear instruments: Constructional requirements to afford personal protection against ionizing radiation*

IEC 1134: 1992, *Airborne instrumentation for measurement of terrestrial gamma radiation*

IEC Guide 106: 1989, *Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating*

3 Definitions

3.1 specified measuring range: The set of values of a measured quantity for which the error of a measuring instrument is intended to lie within specified limits.

NOTES

- 1 An instrument can have several specified measuring ranges.
- 2 The specified measuring range may be smaller than the range of values indicated.
- 3 This term used to be known as "effective range". [IEC 359]

3.2 specified operating range: A range of values of a single influence quantity which forms a part of the rated operating conditions.

NOTE - The operating range is a concept similar to the "nominal range" of use and "rated range of use". (IEC 359 (1971), subclause 2.6.2). [IEC 359 modified]

3.3 rated operating conditions: A set of specified measuring ranges for performance characteristics and specified operating ranges for influence quantities, within which the variations or operating errors of an instrument are specified and determined. [IEC 359 modified]

3.4 operating error: The error of a performance characteristic which is obtained at any point within the rated operating conditions.

NOTE - The operating error will have an extreme value (without regard to sign) at some combination of values of influence quantities within their operating ranges. [IEC 359 modified]

3.5 intrinsic error: The error of a measuring instrument or supply instrument when used under reference conditions. [IEC 359]

3.6 reference conditions: The appropriate set of influence quantities and performance characteristics, with reference values with their tolerances and reference ranges, with respect to which the intrinsic error is specified. [IEC 359 modified]

3.7 storage and transport conditions: The extreme conditions which a non-operating measuring instrument can withstand without damage and without degradation of its metrological characteristics when it is subsequently operated under its rated operating conditions. [IEC 359 modified]

3.8 sensibilité (d'un ensemble de mesurage): Pour une valeur donnée de la grandeur mesurée, rapport entre la variation du paramètre observé et la variation correspondante de la grandeur mesurée. [VEI 391-15-01 modifiée]

3.9 coefficient de variation (d'une série de mesures): Rapport entre l'écart type s et la valeur absolue de la moyenne arithmétique d'une série n de mesures x_i , donné par la formule suivante:

$$v = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}}$$

où x_i est la $i^{\text{ème}}$ indication fournie par l'appareil ($i = 1, 2, 3 \dots n$) et \bar{x} est la moyenne arithmétique des n indications considérées.

3.10 perte de comptage: Réduction du taux de comptage due au temps de résolution ou aux pertes causées par des phénomènes tels que l'empilement. [VEI 391-15-13 modifiée]

3.11 temps de résolution: Intervalle de temps minimal qui doit s'écouler entre l'apparition de deux impulsions ou de deux événements ionisants consécutifs pour qu'ils soient encore reconnus comme des impulsions ou des événements distincts. [VEI 391-15-17 modifiée]

3.12 correction de temps de résolution, correction de temps mort: Correction à appliquer au nombre d'impulsions observées, afin de tenir compte du nombre d'impulsions perdues en raison du temps de résolution. [VEI 391-15-18]

3.13 domaine d'énergies: Gamme d'énergies de photons (habituellement comprises entre 0 MeV et 3 MeV) qui activent le système détecteur sans seuil d'énergie.

3.14 seuil de blocage d'énergie: Une énergie de photons sélectionnable en dessous de laquelle le détecteur n'est pas activé.

3.15 fenêtre d'énergie: Une certaine portion du spectre du rayonnement gamma comprise entre une limite supérieure et une limite inférieure d'énergie. [CEI 1134 modifiée]

3.16 soustraction Compton: Suppression des contributions au taux de comptage, dans une fenêtre d'énergie donnée, due à des quanta gamma dispersés de niveau d'énergie plus élevé. [CEI 1134 modifiée]

3.17 continuum de bruit: Taux de comptage mesuré dans une fenêtre d'énergie donnée (ou spectre mesuré), obtenu sans rayonnement gamma venant du sol (mesuré, par exemple, sur une étendue d'eau suffisamment importante); aussi un comptage dans la région d'une crête spectrale ne faisant pas partie de la crête réelle (voir 3.18).

3.18 aire nette d'une crête (pour les spectromètres à semicteurs): Nombre de coups dans une crête du spectre, qui sont au-dessus du fond de rayonnement continu. Le niveau du fond de rayonnement est déterminé en calculant la moyenne de n points sur l'un des deux flancs de la crête. Ensuite, une droite est tracée entre les valeurs moyennes.

3.8 sensitivity (of a measuring assembly): For a given value of the measured quantity, the ratio of the variation of the observed variable to the corresponding variation of the measured quantity. [IEV 391-15-01 modified]

3.9 coefficient of variation (of a set of measurements): The ratio between the standard deviation s and the absolute value of the arithmetic mean of a set n of measurements x_i given by the following formula:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}}$$

where x_i is the i^{th} indication given by the instrument ($i = 1, 2, 3 \dots n$) and \bar{x} is the arithmetic mean of the n indications taken into consideration.

3.10 counting loss: A reduction of the observed counting rate due to the resolving time or to losses caused by phenomena such as pile-up. [IEV 391-15-13 modified]

3.11 resolving time: The smallest time interval which shall elapse between the occurrence of two consecutive pulses or ionizing events and still be recognized as separate pulses or events. [IEV 391-15-17 modified]

3.12 resolving time correction, dead time correction: Correction to be applied to the observed number of pulses in order to take into account the number of pulses lost due to the resolving time. [IEV 391-15-18]

3.13 energy range: The range of energies of photons (usually 0 MeV – 3 MeV) which activate the detector system if no energy threshold is set.

3.14 energy cut-off threshold: A selectable photon energy below which the detector is not activated.

3.15 energy window: Certain fraction of the gamma ray spectrum within an upper and lower energy limit. [IEC 1134 modified]

3.16 Compton stripping: Removing of contributions to count rate in a given energy window due to scattered higher energy gamma quanta. [IEC 1134 modified]

3.17 background: Measured count rate in a given energy window (or measured spectrum) obtained with no gamma radiation from the ground (for example measured over a sufficiently extended water area); also number of counts in a spectral peak region not belonging to the actual peak (see 3.18).

3.18 net area of a peak (for solid-state spectrometers): The number of counts in a peak of the spectrum that are above the continuous background. The background level is determined by averaging n points on either side of the peak. Then a straight line is drawn between the averaged values.

3.19 résolution en énergie (d'un spectromètre de rayonnement): Mesure, à un niveau d'énergie donné, de la différence relative minimale entre l'énergie de deux photons, susceptible d'être distinguée par le spectromètre de rayonnement.

NOTE - Dans la pratique courante, la résolution en énergie est soit exprimée par un facteur qui représente la largeur totale à mi-hauteur divisée par l'énergie au niveau du pic de la courbe de distribution relative à des photons monoénergétiques (détecteurs NaI), soit donnée directement en keV (semicteurs).

EXEMPLES:

- a) pour les détecteurs NaI: la largeur en MeV de la ligne 0,662 MeV de ^{137}Cs à mi-hauteur (LTMH) divisée par $0,662 \text{ MeV}^4$;
- b) pour les semicteurs: la largeur en keV de la ligne 1,33 MeV de ^{60}Co à mi-hauteur.

3.20 largeur totale à mi-hauteur (LTMH): Dans une courbe de distribution comportant un seul pic, distance entre l'abscisse de deux points sur la courbe, dont les ordonnées sont égales à la moitié de l'ordonnée maximale du pic.

NOTE - Si la courbe considérée présente plusieurs pics, il existe une largeur totale à mi-hauteur relative à chaque pic.

3.21 largeur de canal: Largeur d'un canal distinct dont la moyenne a été calculée pour tous les niveaux de quantification.

3.22 non-linéarité différentielle: Quotient de l'écart maximal de largeur de canal par rapport à sa valeur moyenne mesurée pendant un fonctionnement continu d'une durée minimale de 8 h (ou 24 h) par la valeur moyenne de la largeur de canal; ce quotient est exprimé en pourcentage.

3.23 non-linéarité intégrale: Ecart maximal, dans le domaine de fonctionnement, de la réponse en amplitude d'une impulsion par rapport à la réponse idéale en amplitude d'une impulsion, divisé par l'amplitude maximale spécifiée et exprimé en pourcentage.

3.24 réponse en énergie des spectromètres: Relation entre l'énergie des photons et le numéro de canal.

3.25 temps de réponse des ictomètres: Temps s'écoulant jusqu'à ce que le taux de comptage atteigne 95 % du taux de comptage réel (temps de réponse = deux fois la constante de temps).

4 Prescriptions

Etant donné que la présente norme s'applique à différents types d'appareils de mesure du rayonnement gamma, tels que:

- les ictomètres portables à scintillateur gamma;
- les spectromètres portables de rayonnement gamma;

certaines prescriptions s'appliqueront à tous les types, tandis que d'autres prescriptions sont spécifiques à un seul type.

3.19 energy resolution (of a radiation spectrometer): A measure, at a given energy, of the smallest difference between the energy of two photons which can be distinguished by the radiation spectrometer.

NOTE - In common practice, the energy resolution is either expressed by a factor which is the full width at half maximum divided by the energy at the peak of the distribution curve for monoenergetic photons (NaI-detectors), or directly in keV (semiconductors).

EXAMPLES:

- a) for NaI detectors: Width in MeV of the 0,662 MeV line of ^{137}Cs at half maximum (FWHM) divided by 0,662 MeV⁴;
- b) for solid-state detectors: Width in keV of the 1,33 MeV line of ^{60}Co at half maximum.

3.20 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.

NOTE - If the considered curve has several peaks, a full width at half maximum exists for each peak.

3.21 channel width: The individual channel widths averaged for all quantization levels.

3.22 differential non-linearity: Quotient of the maximum channel width deviation from its average value measured during continuous operation for a period of at least 8 h (or 24 h) and average value of the channel width, which is expressed in per cent.

3.23 Integral non-linearity: The maximum deviation, in the operation range, of the pulse height response from the ideal pulse height response divided by the maximum specified pulse height, and expressed in per cent.

3.24 energy response of spectrometers: The relation between photon energy and channel number.

3.25 response time of integrating instruments: Time until reading reaches 95 % of actual counting rate (response time = twice time constant).

4 Requirements

Since this standard applies to different types of gamma ray measuring instruments, such as:

- portable integrating gamma ray scintillation counters;
- portable gamma ray spectrometers,

some requirements will apply to all types, while other requirements are specific for one type only.

4.1 *Durée de fonctionnement du dispositifs d'alimentation*

Les batteries rechargeables doivent permettre un fonctionnement continu d'au moins 8 h, les piles sèches qui ne sont pas rechargeables doivent permettre un fonctionnement continu d'au moins 16 h.

4.2 *Moniteur de charge de batterie*

Un indicateur de l'état de charge des batteries doit être prévu pour les spectromètres portables. Il faut prendre soin que l'instrument arrête le comptage avant que n'apparaissent des erreurs dans l'énergie ou le taux de comptage. Tous les appareils doivent avoir des signaux visuels et/ou sonores lorsque les batteries sont presque déchargées, au moins 2 h à l'avance.

4.3 *Plage de température et d'humidité*

Les ictomètres portables doivent être conformes aux valeurs nominales dans une plage de température de -20 °C à $+60\text{ °C}$ et une humidité relative jusqu'à 95 %. Les spectromètres doivent fonctionner dans une plage de température de -5 °C à $+40\text{ °C}$ et une humidité relative jusqu'à 90 %.

4.4 *Durée du prélèvement et constante de temps*

Variable entre 0,5 s et 10 s. Pour les semicteurs et autres spectromètres à largeur de canal étroite, la durée du prélèvement doit pouvoir être choisie en fonction des besoins des mesurages et de la précision statistique voulue. En ce qui concerne le dispositif d'affichage analogique du taux de comptage, la constante de temps doit pouvoir être choisie entre 1,0 s et 10 s, et elle doit être sélectionnée conformément aux plages spécifiées dans le tableau ci-après.

Tableau 1 – Exemple illustrant les caractéristiques d'un ictomètre à cinq étendues de mesure

Etendue de mesure exprimée en chocs/seconde	Constante de temps s	Coefficient de variation %	Temps de réponse s
15 000	1,0	0,8	2,0
5 000	1,0	1,4	2,0
1 500	1,0	2,5	2,0
500	1,0	4,5	2,0
150	1,0	8,1	2,0
150 *	4,0	4,1	8,0

* Position «Essai»

4.5 *Dispositif d'affichage*

Le dispositif d'affichage, c'est-à-dire l'indicateur de taux de comptage, peut être analogique ou numérique. Il est préférable que le taux de comptage soit indiqué en cs (coups par seconde). Les dispositifs d'affichage numérique doivent comporter au moins cinq chiffres et disposer d'un indicateur de dépassement pour l'affichage linéaire, ou au moins trois chiffres pour la valeur et deux chiffres pour la mantisse pour l'affichage logarithmique. Il est préférable que le taux de comptage analogique présente au moins quatre

4.1 Operation time of power supply

Rechargeable batteries shall allow at least 8 h continuous operation, batteries which are not rechargeable at least 16 h.

4.2 Battery charge monitor

A battery charge status indicator shall be provided for portable spectrometers. Care must be taken that the instrument stops counting before errors in energy or count rate appear. All instruments must have visual and/or acoustical warnings at least 2 h ahead of the time when batteries are nearly discharged.

4.3 Temperature and humidity range

Portable integrating instruments must meet the rated values in a temperature range from $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, and a relative humidity of up to 95 %. Spectrometers shall operate in a temperature range from $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, and a relative humidity of up to 90 %.

4.4 Sampling time and time constant

Variable between 0,5 s and 10 s. For solid-state detectors, and other spectrometers with narrow channel width, the sampling time shall be selectable according to the needs of the measurements and the desired statistical precision. For analogue count rate display, the time constant must be selectable between 1,0 s and 10 s, and has to be selected according to the ranges given in the following table.

Table 1 – An example of the characteristics of a counting rate meter having five ranges

Range expressed in counts per second	Time constant s	Coefficient of variation %	Response time s
15 000	1,0	0,8	2,0
5 000	1,0	1,4	2,0
1 500	1,0	2,5	2,0
500	1,0	4,5	2,0
150	1,0	8,1	2,0
150 *	4,0	4,1	8,0
* "Test" position			

4.5 Display

The display, i.e. the count rate indicator, may be analogue or digital. The count rate should be indicated in cps (counts per second). Digital displays shall have minimum of five digits, and an overflow indicator for linear display, or minimum of three digits for value and two digits for mantissa for logarithmic display. Analogue count rate should have at least four effective ranges. The factor between successive ranges should be about three. For spectrometers, the display shall provide indication of full spectrum. The instrument also

étendues de mesurage. Il est préférable que le facteur entre les étendues successives soit d'environ trois. Pour les spectromètres, le dispositif d'affichage doit montrer le spectre total. L'appareil peut aussi être équipé d'un petit dispositif d'affichage visuel et d'un matériel/logiciel approprié, de sorte qu'un spectre complet ou des portions/pics de spectre intéressants puissent être visualisés et que le ou les radionucléides correspondants puissent être identifiés et quantifiés.

4.6 *Signal acoustique*

Les icromètres doivent être munis d'un signal sonore. Le signal sonore doit pouvoir fonctionner en mode continu ou se déclencher lorsqu'un seuil prédéfini est atteint ou dépassé. En mode continu, la fréquence du signal acoustique doit dépendre du taux de comptage.

4.7 *Temps mort*

La perte de comptage due au temps mort du détecteur doit être corrigée automatiquement, ou doit être indiquée sur l'affichage chaque fois qu'elle dépasse 10 %.

4.8 *Stabilité du seuil*

Qu'il soit fixe ou réglable, le seuil inférieur de blocage d'énergie doit être stable à ± 5 % près de sa valeur pour les icromètres et à ± 1 % près pour ce qui concerne les spectromètres gamma. Pour les spectromètres, il convient que le seuil soit stable à 0,1 % de la limite supérieure de la gamme spécifiée.

4.9 *Stabilité de la réponse en énergie*

a) *Stabilité électronique par rapport aux variations de température*

La dérive du gain de l'amplificateur analogique ne doit pas dépasser 500 ppm/K à pleine échelle et la dérive de la tension de décalage (offset) ne doit pas dépasser 100 eV/K.

b) *Stabilité totale pour les spectromètres utilisant des détecteurs NaI*

La dérive du système total, cristal, photo cathode, photomultiplicateur et électronique d'analyse ne doit pas dépasser $\pm 0,2$ % de l'énergie indiquée pour une gamme de température limitée voisine de la température ambiante. Le fabricant doit spécifier les valeurs de la dérive en énergie et les plages de températures jusqu'à la plage spécifiée en 4.3.

c) Il convient que la stabilité totale pour les spectromètres à haute résolution soit meilleure que ± 1 canal.

4.10 *Résolution*

En ce qui concerne les détecteurs à scintillation, la résolution (LTMH, voir 3.19) doit être meilleure que 8 % à 20 °C pour le pic 0,662 MeV de ^{137}Cs . La résolution des semicteurs est très élevée (1 keV à 2 keV) par rapport à celle des détecteurs à scintillation, ce qui est suffisant pour un détecteur portable. La résolution doit être indiquée par le fabricant.

4.11 *Stockage des données*

Il convient que des dispositions soient prises permettant un stockage des données. Il convient également que l'appareil soit compatible (puisse être facilement utilisé) avec un ordinateur portable qui permettrait une analyse en ligne, en temps réel.

may be equipped with a small visual display, and appropriate hardware/software so that a full spectrum or fractions/peaks of interest can be viewed, and the corresponding radio-nuclide(s) identified and quantified.

4.6 *Audio signal*

Integrating instruments shall be equipped with an audio signal. The audio signal may be selectable between continuous mode and preset threshold. In the continuous mode, the audio signal frequency shall be a function of count rate.

4.7 *Dead time*

Counting loss, due to detector dead time, shall be either corrected automatically, or indicated on display whenever it exceeds 10 %.

4.8 *Threshold stability*

The lower energy cut-off threshold, whether fixed or adjustable, shall be stable within ± 5 % of its value for integrating instruments, and ± 1 % for gamma spectrometers. For spectrometers, it should be stable within 0,1 % of the upper end of the specified range.

4.9 *Energy response stability*

a) *Electronic stability with respect to temperature variations*

The gain drift of the analogue amplifier shall not exceed 500 ppm/K (full-scale range), and the off-set drift shall not exceed 100 eV/K.

b) *Overall stability for spectrometers using NaI-detectors*

The drift of the entire system, crystal, photocathode, photomultiplier, and analysing electronics shall not exceed $\pm 0,2$ % of indicated energy for a limited temperature range of around room temperature. The manufacturer shall specify energy drift values and temperature ranges up to the range specified in 4.3.

c) *Overall stability for high-resolution spectrometers should be better than ± 1 channel.*

4.10 *Resolution*

For scintillation detectors, the resolution (FWHM, see 3.19) shall be better than 8 % at 20 °C for the ^{137}Cs 0,662 MeV peak. The resolution of solid-state detectors is very high compared with scintillation detectors (1 to 2 keV), which is sufficient for a portable detector. It shall be quoted by the manufacturer.

4.11 *Data storage*

Provision for permanent records should be provided. Also, the instrument should be compatible (easily be able to interface) with a portable computer that would allow on-line, real-time analysis.

5 Etalonnage

5.1 *Essai de contrôle des performances des appareils*

Sauf spécification contraire dans les réglementations nationales, chaque appareil doit être livré avec une source d'isotope et d'activité connus. Cette source peut être intégrée ou doit être spécialement montée pour les essais. Dans ce dernier cas, la source doit être maintenue dans une configuration géométrique définie par rapport au détecteur. Cette configuration géométrique doit être spécifiée par le fabricant. La source doit toujours produire la même lecture nette à ± 10 % près. Si nécessaire, des essais séparés peuvent être effectués pour vérifier la stabilité du seuil, la stabilité des largeurs de fenêtre, la non-linéarité, ainsi que l'erreur intrinsèque et l'erreur de fonctionnement.

5.2 *Etalonnage de l'énergie*

L'étalonnage de l'énergie doit être effectué à l'aide d'une source de rayonnement gamma qui est soit intégrée, soit fixée sur le spectromètre gamma. Si l'étalonnage de l'énergie n'est pas effectué automatiquement à l'aide de la source intégrée, cet étalonnage doit être stable à ± 3 % près, pendant une période de mesure de 8 h, à température constante.

5.3 *Etalonnage relatif à la concentration en isotopes radioactifs*

La procédure d'étalonnage des compteurs à scintillation est décrite dans la CEI 1134. Les appareils de mesure portables doivent être étalonnés conformément à cette procédure. Le diamètre des supports d'étalonnage peut être plus petit (inférieur à 2 m). Les semicteurs doivent être également étalonnés à l'aide de ces supports. Pour ces appareils de mesure, la réduction du continuum de bruit est effectuée automatiquement par des micro-processeurs. Si l'étalonnage n'a pas été effectué à l'aide de supports d'étalonnage, le fabricant doit fournir les détails relatifs à l'étalonnage dans le mode d'emploi de l'appareil. Les appareils de mesure peuvent comporter des fonctions de calcul destinées à convertir directement les taux de comptage, après soustraction du continuum de bruit et soustraction Compton, en concentration. Des informations relatives à l'erreur intrinsèque, à l'erreur de fonctionnement et à la sensibilité doivent être fournies par le fabricant.

6 Prescriptions de sécurité

L'appareil de mesure doit satisfaire aux prescriptions de sécurité spécifiées dans la CEI 405.

7 Procédures d'essais climatiques

Les essais destinés à contrôler la résistance des appareils de mesure aux effets climatiques (température, humidité, pression de l'air, vibrations, chocs) doivent être effectués conformément aux recommandations de la CEI, notamment au guide 106 de la CEI.

5 Calibration

5.1 Instrument performance test

Unless otherwise specified in National Regulations, each instrument shall be supplied with a source of known isotope and activity. This source may be built in, or shall be attached specifically for tests. In the latter case, it has to be held in a defined geometric configuration with respect to the detector specified by the manufacturer. It shall always produce the same net reading within $\pm 10\%$. Separate tests can be performed, if necessary, to check threshold stability, window width stability, non-linearity, intrinsic and operating error.

5.2 Energy calibration

Energy calibration shall be performed with a gamma ray source, which either is built in, or is attached to the gamma ray spectrometer. If the energy calibration is not performed automatically using the built-in source, this calibration shall be stable within $\pm 3\%$ over an 8 h measuring period at constant temperature.

5.3 Calibration for radioisotope concentration

The calibration procedure of scintillation counters is described in IEC 1134. Portable instruments have to be calibrated according to this procedure. The diameter of calibration pads may be smaller (< 2 m). Solid-state detectors shall also be calibrated using these pads. For these instruments, the background reduction is usually done automatically by microprocessors. If the calibration was not performed on calibration pads, the manufacturer shall give the details of calibration in the user's manual. Instruments may include computation facilities to convert count rates, after subtraction of background and Compton stripping, directly into concentrations. Information about the intrinsic error, operating error, and sensitivity shall be supplied by the manufacturer.

6 Safety requirements

The instrument shall comply with the safety requirements of IEC 405.

7 Environmental test procedures

Tests of instrument resistance to environmental effects (temperature, humidity, air pressure, vibration, and shock) shall be conducted in conformity with IEC recommendations, especially with IEC Guide 106.

8 Spécification devant figurer dans le manuel d'Instructions

Le manuel d'instructions doit comporter toutes les informations caractéristiques suivantes:

- étendue de mesurage et domaine de fonctionnement spécifiés;
- linéarité intégrale (uniquement pour les spectromètres);
- linéarité différentielle (uniquement pour les spectromètres);
- résolution en énergie (uniquement pour les spectromètres);
- stabilité de la réponse en énergie;
- stabilité de seuil;
- erreur de fonctionnement et erreur intrinsèque;
- influence de la température;
- durée maximale de fonctionnement des batteries;
- conditions de stockage et de transport;
- liste de programmes, dans le cas de spectromètres à microprocesseurs intégrés.

8 Specifications to be given in the instruction manual

The instruction manual shall contain all the relevant characteristic data:

- specified measuring and operating ranges;
- integral linearity (for spectrometers only);
- differential linearity (for spectrometers only);
- energy resolution (for spectrometers only);
- energy response stability;
- stability of threshold;
- operating and intrinsic errors;
- temperature dependence;
- maximum operation time for batteries;
- storage and transport conditions;
- a list of programmes in the case of spectrometers with built-in microprocessors.

**Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 45**

- 181 (1964) Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants. Modification n° 1 (1967).
- 181A (1965) Premier complément.
- 181B (1966) Deuxième complément.
- 201 (1965) Sources d'alimentation des appareils portatifs de prospection de matières radioactives.
- 231 (1967) Principes généraux de l'instrumentation des réacteurs nucléaires.
- 231A (1969) Premier complément.
- 231B (1972) Deuxième complément: Principes de l'instrumentation des réacteurs de puissance à eau ordinaire bouillante et à cycle direct.
- 231C (1974) Troisième complément: Instrumentation des réacteurs refroidis au gaz et modérés au graphite.
- 231D (1975) Quatrième complément: Principes de l'instrumentation des réacteurs à eau sous pression.
- 231E (1977) Cinquième complément: Principes de l'instrumentation des réacteurs de puissance à haute température refroidis par gaz et à cycle indirect (HTGR).
- 231F (1977) Sixième complément: Réacteurs générateurs de vapeur, à cycle direct, modérés à l'eau lourde.
- 231G (1977) Septième complément: Réacteurs rapides refroidis par métal liquide.
- 232 (1966) Caractéristiques générales de l'instrumentation des réacteurs nucléaires.
- 248 (1984) Dimensions des coupelles utilisées dans les appareils d'électronique nucléaire.
- 253 (1967) Alimentation des appareils de prospection radiométrique portés par véhicules aéronautiques ou terrestres.
- 256 (1967) Diamètres extérieurs des sondes cylindriques pour détection de rayonnement, contenant des tubes compteurs de Geiger-Müller ou proportionnels ou des détecteurs à scintillation.
- 293 (1968) Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.
- 293A (1970) Premier complément: Alimentations stabilisées à courant continu - Tolérances sur les tensions.
- 295 (1969) Caractéristiques et méthodes d'essais des périodmètres à courant continu.
- 313 (1983) Connecteurs de câbles coaxiaux utilisés en instrumentation nucléaire.
- 323 (1970) Domaines de tension analogique et niveaux logiques pour appareils nucléaires alimentés par le réseau. Modification n° 1 (1974).
- 325 (1981) Contaminamètres et moniteurs de contamination alpha, bêta, alpha-bêta.
- 333 (1993) Instrumentation nucléaire - Détecteurs semi-conducteurs pour particules chargées - Méthodes d'essai.
- 340 (1979) Méthodes d'essais des amplificateurs et préamplificateurs pour semicteurs pour rayonnements ionisants.
- 395 (1972) Débitmètres et moniteurs de débit d'exposition portatifs de rayonnement X ou gamma utilisés en radioprotection.
- 405 (1972) Appareils nucléaires: Prescriptions de construction pour la protection individuelle contre les rayonnements ionisants.
- 412 (1973) Dimensions normales des scintillateurs.
- 421 (1973) Radiamètres portatifs de prospection à tube compteur de Geiger-Müller (appareils à lecture linéaire).
- 430 (1973) Méthodes d'essai des semicteurs gamma au germanium.
- 462 (1974) Méthodes d'essais normalisées des tubes photomultiplificateurs utilisés dans les ensembles de comptage à scintillation.
- 463 (1974) Débitmètres et moniteurs de débit d'exposition portatifs de rayonnement X ou gamma de faible énergie utilisés en radioprotection.
- 476 (1974) Appareils électriques de mesure utilisant des sources radioactives.
- 482 (1975) Dimensions des tiroirs d'appareils électroniques (pour appareils d'électronique nucléaire).
- 498 (1975) Connecteurs coaxiaux de haute tension utilisés en instrumentation nucléaire.
- 504 (1975) Moniteurs et signaleurs de contamination des mains ou des pieds ou des deux.

(Suite)

**IEC publications prepared
by Technical Committee No. 45**

- 181 (1964) Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation. Amendment No. 1 (1967).
- 181A (1965) First supplement.
- 181B (1966) Second supplement.
- 201 (1965) Power sources for portable prospecting equipment for radioactive materials.
- 231 (1967) General principles of nuclear reactor instrumentation.
- 231A (1969) First supplement.
- 231B (1972) Second supplement: Principles of instrumentation of direct cycle boiling water power reactors.
- 231C (1974) Third supplement: Instrumentation of gas-cooled graphite-moderated reactors.
- 231D (1975) Fourth supplement: Principles of instrumentation for pressurized water reactors.
- 231E (1977) Fifth supplement: Principles of instrumentation of high temperature indirect cycle gas-cooled power reactors (HTGR).
- 231F (1977) Sixth supplement: Steam generating, direct cycle, heavy-water moderated reactors.
- 231G (1977) Seventh supplement: Liquid-metal cooled fast reactors.
- 232 (1966) General characteristics of nuclear reactor instrumentation.
- 248 (1984) Dimensions of planchets used in nuclear electronic instruments.
- 253 (1967) Power supply for air and land vehicle-mounted prospecting equipment for radioactive materials.
- 256 (1967) External diameters of cylindrical radiation probes containing Geiger-Müller or proportional counter tubes or scintillation detectors.
- 293 (1968) Supply voltages for transistorized nuclear instruments.
- 293A (1970) First supplement: Stabilized d.c. power supplies - Tolerances of voltages.
- 295 (1969) D.C. periodmeters: characteristics and test methods.
- 313 (1983) Coaxial cable connectors used in nuclear instrumentation.
- 323 (1970) Analogue voltage ranges and logic levels for mains operated nuclear instruments. Amendment No. 1 (1974).
- 325 (1981) Alpha, beta and alpha-beta contamination meters and monitors.
- 333 (1993) Nuclear instrumentation - Semiconductor charged-particle detectors - Test procedures.
- 340 (1979) Test procedures for amplifiers and preamplifiers for semiconductor detectors for ionizing radiation.
- 395 (1972) Portable X or gamma radiation exposure rate meters and monitors for use in radiological protection.
- 405 (1972) Nuclear instruments: Constructional requirements to afford personal protection against ionizing radiation.
- 412 (1973) Standard dimensions of scintillators.
- 421 (1973) Portable prospecting radiation meters with Geiger-Müller counter tube (linear scale instruments).
- 430 (1973) Test procedures for germanium gamma-ray detectors.
- 462 (1974) Standard test procedures for photomultiplier tubes for scintillation counting.
- 463 (1974) Low energy X or gamma radiation portable exposure rate meters and monitors for use in radiological protection.
- 476 (1974) Electrical measuring instruments utilizing radioactive sources.
- 482 (1975) Dimensions of electronic instrument modules (for nuclear electronic instruments).
- 498 (1975) High-voltage coaxial connectors used in nuclear instrumentation.
- 504 (1975) Hand and/or foot contamination monitors and warning assemblies.

(Continued)

Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 45 (suite)

- 515 (1975) Détecteurs de rayonnement pour l'instrumentation et la protection des réacteurs nucléaires; caractéristiques et méthodes d'essai.
- 516 (1975) Système modulaire d'instrumentation pour le traitement de l'information; système CAMAC. Modification n° 1 (1984).
- 527 (1975) Amplificateurs pour courant continu; caractéristiques et méthodes d'essais.
- 532 (1992) Instrumentation pour la radioprotection - Débitmètres à poste fixe, ensembles d'alarmes et moniteurs - Rayonnements X et gamma d'énergie comprise entre 50 keV et 7 MeV.
- 547 (1976) Tiroirs et châssis de 19 pouces basés sur le système NIM (pour appareils d'électronique nucléaire).
Modification n° 1 (1985).
- 552 (1977) Système CAMAC - Organisation de systèmes multi-châssis. Spécification de l'interconnexion de branche et du contrôleur de châssis type A1. Modification n° 1 (1984).
- 557 (1982) Terminologie CEI sur les réacteurs nucléaires.
- 568 (1977) Appareillage de mesure du débit de fluence neutronique dans le coeur des réacteurs de puissance.
- 576 (1977) Equipement portatif de radiocarottage (jusqu'à 300 m) - Caractéristiques générales.
- 578 (1977) Analyseurs d'amplitude multicanaux. Types, principales caractéristiques et prescriptions techniques.
- 579 (1977) Contaminamètres et moniteurs de contamination d'aérosols radioactifs.
- 582 (1977) Dimensions des flacons utilisés dans les ensembles de comptage à scintillateur liquide.
- 583 (1977) Dimensions des tubes à essai en verre ou en plastique pour mesures de la radioactivité.
- 583A (1981) Premier complément.
- 596 (1978) Définitions relatives aux méthodes d'essais de semicteurs et d'ensembles de comptage à scintillation.
- 600 (1979) Equipement d'estimation et de triage de minerais radioactifs en sortie de mine par unité d'extraction.
- 639 (1979) Réacteurs nucléaires. Utilisation du système de protection d'autres fins que la sécurité.
- 640 (1979) Système CAMAC - Interface pour Interconnexion de Branche Série. Modification n° 1 (1984).
- 643 (1979) Application des calculateurs numériques à l'instrumentation et à la conduite des réacteurs nucléaires.
- 650 (1979) Ictomètres analogiques. Caractéristiques et méthodes d'essai.
- 656 (1979) Méthodes d'essai pour semicteurs au germanium de haute pureté pour rayonnements X et gamma.
- 659 (1979) Méthodes d'essai pour les analyseurs d'amplitude multicanaux.
- 671 (1980) Essais périodiques et surveillance du système de protection des réacteurs nucléaires.
- 677 (1980) Transferts de bloc dans les systèmes CAMAC.
- 678 (1980) Définitions de termes CAMAC utilisés dans les publications de la CEI.
- 692 (1980) Densimètres à rayonnements ionisants. Définitions et méthodes d'essais.
- 697 (1981) Détermination du rendement d'un semicteur gamma au germanium à l'aide d'un récipient de forme enveloppante normalisé.
- 709 (1981) Séparation dans le système de protection des réacteurs.
- 710 (1981) Equipements mesureurs et moniteurs de tritium atmosphériques utilisés pour la radioprotection.
- 713 (1981) Sous-programmes CAMAC.
- 729 (1982) Contrôleurs multiples dans un châssis CAMAC.
- 737 (1982) Mesures de température en coeur ou dans l'enveloppe primaire des réacteurs nucléaires de puissance. Caractéristiques et méthodes d'essai.
- 739 (1983) Ictomètres numériques - Caractéristiques et méthodes d'essai
- 741 (1982) Analyseurs d'amplitude multicanaux: Normes pour les convertisseurs temps-amplitude.

(suite)

IEC publications prepared
by Technical Committee No. 45 (continued)

- 515 (1975) Radiation detectors for the instrumentation and protection of nuclear reactors; characteristics and test methods.
- 516 (1975) A modular instrumentation system for data handling; CAMAC system. Amendment No. 1 (1984).
- 527 (1975) Direct current amplifiers; characteristics and test methods.
- 532 (1992) Radiation protection instrumentation - Installed dose ratemeters, warning assemblies and monitors - X and gamma radiation of energy between 50 keV and 7 MeV.
- 547 (1976) Modular plug-in unit and standard 19-inch rack mounting unit based on NIM standard (for electronic nuclear instruments). Amendment No. 1 (1985).
- 552 (1977) CAMAC - Organization of multi-crate systems. Specification of the Branch-highway and CAMAC crate controller Type A1. Amendment No. 1 (1984).
- 557 (1982) IEC terminology in the nuclear reactor field.
- 568 (1977) In-core instrumentation for neutron fluence rate (flux) measurements in power reactors.
- 576 (1977) Portable bore-hole logging equipment (down to 300 m) - General characteristics.
- 578 (1977) Multichannel amplitude analyzers. Types, main characteristics and technical requirements.
- 579 (1977) Radioactive aerosol contamination meters and monitors.
- 582 (1977) Dimensions of vials for liquid scintillation counting.
- 583 (1977) Dimensions of test tubes made of glass or plastics for radioactivity measurements.
- 583A (1981) First supplement.
- 596 (1978) Definitions of test method terms for semiconductor radiation detectors and scintillation counting.
- 600 (1979) Equipment for minehead assay and sorting radioactive ores in containers.
- 639 (1979) Nuclear reactors. Use of the protection system for non-safety purposes
- 640 (1979) CAMAC - Serial Highway Interface System. Amendment No. 1 (1984).
- 643 (1979) Application of digital computers to nuclear reactor instrumentation and control.
- 650 (1979) Analogue counting ratemeters. Characteristics and test methods.
- 656 (1979) Test procedures for high-purity germanium detectors for X and gamma radiation.
- 659 (1979) Test methods for multichannel amplitude analyzers.
- 671 (1980) Periodic tests and monitoring of the protection system of nuclear reactors.
- 677 (1980) Block transfers in CAMAC systems.
- 678 (1980) Definitions of CAMAC terms used in IEC publications.
- 692 (1980) Density meters utilizing ionizing radiation. Definitions and test methods.
- 697 (1981) Germanium semiconductor detector gamma-ray efficiency determination using a standard re-entrant beaker geometry.
- 709 (1981) Separation within the reactor protection system.
- 710 (1981) Radiation protection equipment for the measuring and monitoring radioactivity in gaseous effluents.
- 713 (1981) Subroutines for CAMAC.
- 729 (1982) Multiple controllers in a CAMAC crate.
- 737 (1982) In-core temperature of primary envelope temperature measurements in nuclear power reactors. Characteristics and test methods.
- 739 (1983) Digital counting ratemeters - Characteristics and test methods.
- 741 (1982) Multichannel amplitude analyzers: Standards for time-to-amplitude converters.

(continued)

Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 45 (suite)

- 744 (1983) Ensembles logiques de sûreté des centrales nucléaires - Caractéristiques et méthodes d'essai.
- 759 (1983) Méthodes d'essai normalisées des spectromètres d'énergie X à semiconducteurs. Amendement n° 1 (1991).
- 761: - Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux.
- 761-1 (1983) Première partie: Prescriptions générales.
- 761-2 (1983) Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'aérosols.
- 761-3 (1983) Troisième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de gaz nobles.
- 761-4 (1983) Quatrième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'iode.
- 761-5 (1983) Cinquième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de tritium.
- 761-6 (1991) Sixième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'aérosols transuraniens dans les effluents gazeux.
- 768 (1983) Equipement pour la surveillance des rayonnements des fluides de processus pour les conditions normales de fonctionnement et d'incidents des réacteurs nucléaires à l'eau légère.
- 769 (1983) Systèmes de mesure par rayonnement ionisant avec traitement analogique ou numérique du signal, pour les mesures d'épaisseur.
- 772 (1983) Ensembles de traversée électriques dans les structures de confinement des centrales nucléaires.
- 775 (1983) BASIC temps réel pour CAMAC.
- 777 (1983) Terminologie, grandeurs et unités concernant la radioprotection.
- 780 (1984) Qualification des constituants électriques du système de sûreté des centrales électronucléaires. Amendement n° 1 (1991)
- 808 (1985) Sous-ensembles complémentaires des comptomètres - Caractéristiques et méthodes d'essais.
- 830 (1987) Méthodes d'essais pour les analyseurs multicanaux utilisés comme analyseurs multiéchelles.
- 846 (1989) Mesureurs d'équivalent de dose et de débit d'équivalent de dose, bêta, X et gamma, utilisables en radioprotection.
- 860 (1987) Equipement de signalisation des accidents de criticité.
- 861 (1987) Equipement de surveillance en continu des radionucléides bêta et gamma dans les effluents liquides.
- 880 (1986) Logiciel pour les calculateurs utilisés dans les systèmes de sûreté des centrales nucléaires.
- 910 (1988) Instrumentation de surveillance du confinement pour la détection rapide d'écarts évolutifs par rapport au fonctionnement normal dans les réacteurs à eau ordinaire.
- 911 (1987) Mesures pour surveiller la bonne réfrigération du coeur des réacteurs à eau légère pressurisée.
- 912 (1987) Interconnexions ECL (logique par émetteur couplé) sur panneau avant dans les logiques de comptage).
- 935 (1990) CEI 935 FASTBUS. Système modulaire d'acquisition rapide de données.
- 937 (1988) Dimensions des panneaux de cryostats pour semiconducteurs en germanium pour spectrométrie gamma.
- 951: - Matériels de surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-accidentelles dans les centrales nucléaires.
- 951-1 (1988) Première partie: Prescriptions générales.
- 951-2 (1988) Deuxième partie: Ensembles de surveillance en continu de la radioactivité des gaz rares dans les effluents gazeux.
- 951-3 (1989) Troisième partie: Ensembles de surveillance locale du débit de dose de rayonnement gamma à large gamme.
- 951-4 (1991) Partie 4: Fluides de processus des centrales nucléaires à eau légère.
- 960 (1988) Critères fonctionnels de conception pour un système de visualisation des paramètres de sûreté pour les centrales nucléaires.
- 964 (1989) Conception des salles de commande des centrales nucléaires de puissance.
- 965 (1989) Points de commande supplémentaires pour l'arrêt des réacteurs sans accès à la salle de commande principale (salle de commande de repli).

(suite)

IEC publications prepared
by Technical Committee No. 45 (continued)

- 744 (1983) Safety logic assemblies of nuclear power plants - Characteristics and test methods.
- 759 (1983) Standard test procedures for semiconductor X-ray energy spectrometers. Amendment No. 1 (1991).
- 761: - Equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents.
- 761-1 (1983) Part 1: General requirements.
- 761-2 (1983) Specific requirements for aerosol effluent monitors.
- 761-3 (1983) Part 3: Specific requirements for noble gas effluent monitors.
- 761-4 (1983) Specific requirements for iodine monitors.
- 761-5 (1983) Specific requirements for tritium effluent monitors.
- 761-6 (1991) Part 6: Specific requirements for transuranic aerosol effluent monitors.
- 768 (1983) Process stream radiation monitoring equipment in light water nuclear reactors for normal operating and incident conditions.
- 769 (1983) Ionizing radiation measurement systems with analogue or digital signal processing for thickness measurements.
- 772 (1983) Electrical penetration assemblies in containment structures for nuclear power generating stations.
- 775 (1983) Real-time BASIC for CAMAC.
- 777 (1983) Terminology, quantities and units concerning radiation protection.
- 780 (1984) Qualification of electrical items of the safety system for nuclear power generating stations. Amendment No. 1 (1991).
- 808 (1985) Complementary instrumentation for counting rate-meters - Characteristics and test methods.
- 830 (1987) Test methods for multichannel analyzers as multichannel scalars.
- 846 (1989) Beta, X and gamma radiation dose equivalent and dose equivalent rate meters for use in radiation protection.
- 860 (1987) Warning equipment for criticality accidents.
- 861 (1987) Equipment for continuously monitoring for beta and gamma emitting radionuclides in liquid effluents.
- 880 (1987) Software for computers in the safety systems of nuclear power stations.
- 910 (1986) Containment monitoring instrumentation for early detection of developing deviations from normal operation in light water reactors.
- 911 (1987) Measurements for monitoring adequate cooling within the core of pressurized light water reactors.
- 912 (1987) ECL (emitter coupled logic) front panel interconnections in counter logic.
- 935 (1990) IEC 935 FASTBUS. Modular high speed data acquisition system.
- 937 (1988) Cryostat end-cap dimensions for germanium semiconductor detectors for gamma-ray spectrometers.
- 951: - Radiation monitoring equipment for accident and post-accident conditions in nuclear power plants.
- 951-1 (1988) Part 1: General requirements.
- 951-2 (1988) Part 2: Equipment for continuously monitoring radioactive noble gases in gaseous effluents.
- 951-3 (1989) Part 3: High range area gamma radiation dose rate monitoring equipment.
- 951-4 (1991) Part 4: Process stream in light water nuclear power plants.
- 960 (1988) Functional design criteria for a safety parameter display system for nuclear power stations.
- 964 (1989) Design for control rooms of nuclear power plants.
- 965 (1989) Supplementary control points for reactor shutdown without access to the main control room.

(continued)

Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 45 (suite)

- 973 (1989) Méthodes d'essai de détecteurs gamma en germanium.
980 (1989) Pratiques recommandées pour la qualification sismique du matériel électrique du système de sûreté dans les centrales électronucléaires.
982 (1989) Systèmes de mesure de niveau utilisant les rayonnements ionisants avec signal de sortie continu ou en mode tout-ou-rien.
987 (1989) Calculateurs programmés importants pour la sûreté des centrales nucléaires.
988 (1990) Systèmes de surveillance acoustique pour la détection des corps errants - Caractéristiques, critères de conception et procédures d'exploitation
1005 (1990) Débitmètres portables d'équivalent de dose ambiant neutronique pour la radioprotection.
1017: - Appareils portables, mobiles ou à poste fixe de mesure de rayonnements X ou gamma pour la surveillance de l'environnement.
1017-1 (1991) Première partie: Débitmètres.
1018 (1991) Instruments portatifs de mesure de dose et de débit de dose élevés des rayonnements bêta et gamma, utilisés en situation d'urgence en radioprotection.
1031 (1990) Critères de conception, d'implantation et d'application pour les matériels de surveillance du débit de dose de rayonnement gamma à poste fixe, utilisés dans les centrales nucléaires pendant le fonctionnement normal et lors d'incidents de fonctionnement prévus.
1052 (1991) CEI 1052 ROUTINES STANDARDS FASTBUS - Routines standards utilisables avec le système d'acquisition de données FASTBUS
1066 (1991) Systèmes de dosimétrie par thermoluminescence pour la surveillance individuelle et de l'environnement.
1098 (1992) Ensembles fixes de contrôle de la contamination surfacique du personnel par les émetteurs alpha et bêta.
1134 (1992) Instrumentation aéroportée pour mesures du rayonnement gamma terrestre.
1137 (1992) Instrumentation pour la radioprotection - Appareillages fixes de contrôle de la contamination surfacique du personnel - Emetteurs X et gamma de faible énergie.
1145 (1992) Etalonnage et utilisation de systèmes à chambre d'ionisation pour le dosage des radionucléides.
1151 (1992) Instrumentation nucléaire - Amplificateurs et préamplificateurs utilisés avec des détecteurs de rayonnements ionisants - Méthodes d'essais
1171 (1992) Instrumentation pour la radioprotection - Equipements pour la surveillance - Iodes radioactifs atmosphériques dans l'environnement.
1172 (1992) Instrumentation pour la radioprotection - Equipements pour la surveillance - Aérosols radioactifs dans l'environnement.
1224 (1993) Réacteurs nucléaires - Temps de réponse des détecteurs de température à résistance (RTD) - Mesures *in situ*.
1225 (1993) Centrales nucléaires - Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande importants pour la sûreté - Prescriptions pour les alimentations électriques.
1226 (1993) Centrales nucléaires - Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande importants pour la sûreté - Classification.
1227 (1993) Centrales nucléaires de puissance - Salles de commande - Commandes opérateurs.
1239 (1993) Instrumentation nucléaire - Radiamètres et spectromètres gamma portables utilisés pour la prospection - Définitions, prescriptions et étalonnage.

IEC publications prepared
by Technical Committee No. 45 (continued)

- 973 (1989) Test procedures for germanium gamma-ray detectors.
980 (1989) Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations.
982 (1989) Level measuring systems utilizing ionizing radiation with continuous or switching output.
987 (1989) Programmed digital computers important to safety for nuclear power stations.
988 (1990) Acoustic monitoring systems for loose parts detection - Characteristics, design criteria and operational procedures.
1005 (1990) Portable neutron ambient dose equivalent ratemeters for use in radiation protection.
1017: - Portable, transportable or installed X or gamma radiation ratemeters for environmental monitoring.
1017-1 (1991) Part 1: Ratemeters.
1018 (1991) High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes.
1031 (1990) Design, location and application criteria for installed area gamma radiation dose rate monitoring equipment for use in nuclear power plants during normal operation and anticipated operational occurrences.
1052 (1991) IEC 1052 FASTBUS STANDARD ROUTINES - Standard Routines for use with FASTBUS data acquisition system.
1066 (1991) Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring.
1098 (1992) Installed personnel surface contamination monitoring assemblies for alpha and beta emitters.
1134 (1992) Airborne instrumentation for measurement of terrestrial gamma radiation.
1137 (1992) Radiation protection instrumentation - Installed personnel surface contamination monitoring assemblies - Low energy X and gamma emitters.
1145 (1992) Calibration and usage of ionization chamber systems for assay of radionuclides.
1151 (1992) Nuclear instrumentation - Amplifiers and preamplifiers used with detectors of ionizing radiation - Test procedures.
1171 (1992) Radiation protection instrumentation - Monitoring equipment - Atmospheric radioactive iodines in the environment.
1172 (1992) Radiation protection instrumentation - Monitoring equipment - Radioactive aerosols in the environment.
1224 (1993) Nuclear reactors - Response time in resistance temperature detectors (RTD) - *In situ* measurements.
1225 (1993) Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important for safety - Requirements for electrical supplies.
1226 (1993) Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important for safety - Classification.
1227 (1993) Nuclear power plants - Control rooms - Operator controls.
1239 (1993) Nuclear instrumentation - Portable gamma radiation meters and spectrometers used for prospecting - Definitions, requirements and calibration.