

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Radiation monitoring for accident and post-accident conditions –
Part 3: Equipment for continuous high range area gamma monitoring**

**Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation importante pour la sûreté –
Surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-
accidentelles –**

**Partie 3: Ensemble de surveillance locale en continu des rayonnements gamma
à large gamme**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60951-3:2009



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Radiation
monitoring for accident and post-accident conditions –
Part 3: Equipment for continuous high range area gamma monitoring**

**Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation importante pour la sûreté –
Surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-
accidentelles –
Partie 3: Ensemble de surveillance locale en continu des rayonnements gamma
à large gamme**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 27.120.20

ISBN 978-2-88910-348-5

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Design principles	8
4.1 General.....	8
4.2 Range of measurement	8
4.3 Accuracy (relative error)	8
4.4 Location of sensors	8
4.5 Detector radiation response characteristics	8
4.6 Requirements related to accident conditions	8
5 Functional testing	9
5.1 General.....	9
5.2 Reference sources	9
5.2.1 General	9
5.2.2 Gamma	9
5.2.3 Beta	9
5.2.4 Neutron	9
5.3 Performance characteristics	10
5.3.1 Reference response	10
5.3.2 Sensitivity and relative response for solid sources.....	11
5.3.3 Variation of response with angle of incidence	11
Figure 1 – Energy response	10
Table 1 – Overview of the standards covering the domain of radiation monitoring	5
Table 2 – Additional tests to complement the general tests required in IEC 60951-1	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR POWER PLANTS –
INSTRUMENTATION IMPORTANT TO SAFETY –
RADIATION MONITORING FOR ACCIDENT
AND POST-ACCIDENT CONDITIONS –****Part 3: Equipment for continuous high range area gamma monitoring**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60951-3 has been prepared by subcommittee 45A: Instrumentation and control of nuclear facilities, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1989. This edition constitutes a technical revision.

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

- To clarify the definitions.
- To update the references to new standards published since the first issue.
- To update the units of radiation.

This standard is to be read in conjunction with IEC 60951-1.

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

FDIS	Report on voting
45A/736/FDIS	45A/758/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of IEC 60951 series, under the general title *Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Radiation monitoring for accident and post-accident conditions*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60951-3:2009

INTRODUCTION

a) Technical background, main issues and organisation of this standard

This IEC standard specifically focuses on radiation monitoring systems used for accident and post-accident operations.

This standard is intended for use by purchasers in developing specifications for their plant-specific radiation monitoring systems and by manufacturers to identify needed product characteristics when developing systems for accident monitoring conditions. Some specific instrument characteristics such as measurement range, required energy response, and ambient environment requirements will depend upon the specific application. In such cases guidance is provided on determining the specific requirements, but specific requirements themselves are not stated.

This standard is one in a series of standards covering post-accident radiation monitors important to safety. The full series is comprised of the following standards.

- IEC 60951-1 – General requirements
- IEC 60951-2 – Equipment for continuous off-line monitoring of radioactivity in gaseous effluents and ventilation air
- IEC 60951-3 – Equipment for continuous high range area gamma monitoring
- IEC 60951-4 – Equipment for continuous in-line or on-line monitoring of radioactivity in process streams

b) Situation of the current standard in the structure of the IEC SC 45A standard series

IEC 60951 series of standards are at the third level in the hierarchy of SC 45A standards. They provide guidance on the design and testing of radiation monitoring equipment used for accident and post-accident conditions. Other standards developed by SC 45A and SC 45B provide guidance on instruments used for monitoring radiation as part of normal operations. IEC 60761 series provide requirements for equipment for continuous off-line monitoring of radioactivity in gaseous effluents in normal conditions. IEC 60861 provides requirements for equipment for continuous off-line monitoring of radioactivity in liquid effluents in normal conditions. IEC 60768 provides requirement for equipment for continuous in-line and on-line monitoring of radioactivity in process streams in normal and incident conditions. Finally, ISO 2889 gives guidance on gas and particulate sampling. The relationship between these various radiation monitoring standards is given in the Table 1 below.

Table 1 – Overview of the standards covering the domain of radiation monitoring

Developer	ISO	SC 45A – Process and safety monitoring		SC 45B – Radiation protection and effluents monitoring
Scope	Sampling circuits and methods	Accident and post-accident conditions	Normal and incident conditions	
Gas, particulate and iodine with sampling (OFF LINE)	ISO 2889	IEC 60951-1 and IEC 60951-2	IEC 60761 series and IEC 62302 (noble gases only)	
Liquid with sampling (OFF LINE)	N/A	N/A	IEC 60861	
Process streams (gaseous effluents, steam or liquid) without sampling (ON or IN-LINE)	N/A	IEC 60951-1 and IEC 60951-4	IEC 60768	N/A
Area monitoring	N/A	IEC 60951-1 and IEC 60951-3	IEC 60532	

Developer	ISO	SC 45A – Process and safety monitoring		SC 45B – Radiation protection and effluents monitoring
Scope	Sampling circuits and methods	Accident and post-accident conditions	Normal and incident conditions	
Central system	N/A	IEC 61504		IEC 61559

For more details on the structure of the IEC SC 45A standard series, see item d) of this introduction.

c) Recommendations and limitations regarding the application of the standard

It is important to note that this standard establishes no additional functional requirements for safety systems.

d) Description of the structure of the IEC SC 45A standard series and relationships with other IEC documents and other bodies documents (IAEA, ISO)

The top-level document of the IEC SC 45A standard series is IEC 61513. It provides general requirements for I&C systems and equipment that are used to perform functions important to safety in NPPs. IEC 61513 structures the IEC SC 45A standard series.

IEC 61513 refers directly to other IEC SC 45A standards for general topics related to categorization of functions and classification of systems, qualification, separation of systems, defence against common cause failure, software aspects of computer-based systems, hardware aspects of computer-based systems, and control room design. The standards referenced directly at this second level should be considered together with IEC 61513 as a consistent document set.

At a third level, IEC SC 45A standards not directly referenced by IEC 61513 are standards related to specific equipment, technical methods, or specific activities. Usually these documents, which make reference to second-level documents for general topics, can be used on their own.

A fourth level extending the IEC SC 45A standard series, corresponds to the Technical Reports which are not normative.

IEC 61513 has adopted a presentation format similar to the basic safety publication IEC 61508 with an overall safety life-cycle framework and a system life-cycle framework and provides an interpretation of the general requirements of IEC 61508-1, IEC 61508-2 and IEC 61508-4, for the nuclear application sector. Compliance with IEC 61513 will facilitate consistency with the requirements of IEC 61508 as they have been interpreted for the nuclear industry. In this framework IEC 60880 and IEC 62138 correspond to IEC 61508-3 for the nuclear application sector.

IEC 61513 refers to ISO standards as well as to IAEA 50-C-QA (now replaced by IAEA GS-R-3) for topics related to quality assurance (QA).

The IEC SC 45A standards series consistently implements and details the principles and basic safety aspects provided in the IAEA code on the safety of NPPs and in the IAEA safety series, in particular the Requirements NS-R-1, establishing safety requirements related to the design of Nuclear Power Plants, and the Safety Guide NS-G-1.3 dealing with instrumentation and control systems important to safety in Nuclear Power Plants. The terminology and definitions used by SC 45A standards are consistent with those used by the IAEA.

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION IMPORTANT TO SAFETY – RADIATION MONITORING FOR ACCIDENT AND POST-ACCIDENT CONDITIONS –

Part 3: Equipment for continuous high range area gamma monitoring

1 Scope

This part of IEC 60951 provides general guidance on the design principles and performance criteria for equipment for continuous high range area gamma monitoring in nuclear power plants for accident and post-accident conditions.

General requirements for technical characteristics, test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical, and environmental characteristics are given in IEC 60951-1. These requirements are applicable in this part unless otherwise stated.

This standard is applicable to installed dose rate meters that are used to monitor high levels of gamma radiation during and after an accident. It covers equipment intended to isotropically measure air kerma, ambient dose or other exposure quantities due to gamma radiation of energy between 80 keV and 7 MeV. The equipment is intended primarily for the purpose of nuclear plant safety.

Portable instruments for emergency purposes and installed area radiation monitors used to determine continuously the radiological situation in working areas during normal operation are within the scope of IEC 60532.

2 Normative references

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

IEC 60951-1:2009, *Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Radiation monitoring for accident and post-accident conditions – Part 1: General requirements*

IEC 60780, *Nuclear power plants – Electrical equipment of the safety system – Qualification*

IEC 61226, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Classification of instrumentation and control functions*

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

ISO 6980 (all parts), *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation*

ISO 8529 (all parts), *Reference neutron radiations*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60951-1 apply.

4 Design principles

4.1 General

The general requirements of IEC 60951-1 are applicable to all types of monitors within the scope of the present standard, unless otherwise stated.

4.2 Range of measurement

The purchaser shall specify the required effective range of measurement and the radiation sources specific to the plant design. The range shall be suitable for the level of and the variation in radiation in the area during accident and post-accident conditions. It shall be at least six decades. The low end of the required range shall overlap the highest decade of dose rate monitors designed for normal operation conditions.

The energy response of the detector in relation to the expected radiation energy spectrum shall also be specified. Typically detectors should respond to gamma radiation within any energy range from 80 keV to 7 MeV.

4.3 Accuracy (relative error)

In addition to 4.6 of IEC 60951-1, the following requirements shall apply.

When a detector assembly utilizes more than one radiation detector to cover the full range of dose equivalent rates indicated by the detector assembly, these requirements apply to the relevant ranges for each detector separately.

4.4 Location of sensors

The requirements for such equipment are plant specific. Therefore, the locations in which the monitoring equipment is required shall be determined according to the plant design.

Usually equipment is located within the reactor containment. It shall be located to provide maximum coverage of the areas being monitored and to minimize shielding effects from other equipment or structures. As far as is practical, locations should be selected so as to facilitate maintenance and calibration operations.

Because of the high level of radiation, the equipment is usually designed with a detector assembly located remotely from any processing assembly (electronics), taking into account the length of the cable between detector and remote electronics which should be minimized.

4.5 Detector radiation response characteristics

The detector assembly shall be designed to be effectively insensitive to beta and neutron radiation (compared to its gamma sensitivity) expected to be present during the accident conditions for which the equipment is intended to operate.

4.6 Requirements related to accident conditions

In addition to 4.11 of IEC 60951-1, the following requirements shall apply.

The type of equipment covered by this standard is typically regarded as essential safety related equipment. It shall be therefore classified according to IEC 61226 guidance and environmentally qualified in accordance with the requirements of IEC 60780.

Moreover, the detector assembly of such equipment is usually located within the reactor building which is submitted to a harsh environment during and after an accident. The qualification program, agreed upon between the manufacturer and the purchaser, shall take into account specific conditions such as very high integrated dose (up to $1 \cdot 10^6$ Gy) as well as combined high temperature, pressure and humidity.

5 Functional testing

5.1 General

Except where otherwise specified, all the tests specified in Clause 5 of IEC 60951-1 shall be carried out.

The tests described hereinafter are only additional tests dedicated to the type of monitors within the scope of the present standard. As for tests stated in IEC 60951-1, these tests are to be considered as type tests, although any or all may be considered as acceptance tests by agreement between manufacturer and purchaser.

These tests are carried out under standard conditions or with variation of the influence quantities. They are listed in Table 1.

5.2 Reference sources

5.2.1 General

In addition to 5.2.5 of IEC 60951-1, the following requirements shall apply.

All tests shall be carried out using a monodirectional radiation field unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser.

5.2.2 Gamma

All tests shall be conducted with Cs-137 unless specified otherwise. As an alternative, Co-60 may be used. In this case correction shall be made for the difference in response of the detector assembly between Co-60 and Cs-137. These radiation qualities are specified in the ISO 4037 series. For very high dose rates an electron beam may be used.

The conventional true dose rate shall be known with an accuracy better than 5 %.

5.2.3 Beta

If the detector is sensitive to beta radiation, a test for the detector assembly response to gamma radiation in the presence of beta radiation shall be conducted when agreed between manufacturer and purchaser. The response of the detector assembly to beta radiation from a Sr-90/Y-90 source shall be stated by the manufacturer. The reference beta radiation fields are specified in the ISO 6980 series.

If the detector is not sensitive to beta radiation, the manufacturer should provide a demonstration of this non-sensitivity by analysis.

5.2.4 Neutron

If the detector is sensitive to neutron radiation, the response to neutron radiation shall be stated when agreed between manufacturer and purchaser. A test for neutron response shall be carried out if the detector assembly is intended to be used in the presence of neutron radiation. Cf-252 should be used for neutron tests. The reference neutron radiation fields are specified in the ISO 8529 series.

If the detector is not sensitive to neutron radiation, the manufacturer should provide a demonstration of this non-sensitivity by analysis.

5.3 Performance characteristics

5.3.1 Reference response

In addition to 5.3.1 of IEC 60951-1, the following requirements shall apply.

The variation of response with photon radiation energy between 100 keV and 3 MeV shall be within $\pm 30\%$.

In principle, this test should be performed at the same dose rate for each radiation energy. In practice, this may not be possible, in which case the indicated dose rate of each radiation energy should be corrected for the non-linearity (interpolated if necessary) at the indicated dose rate and for the reference gamma radiation.

The energy corresponding to the medium sensitivity: $S_{\text{medium}} = (S_{\text{max}} + S_{\text{min}})/2$, shall be taken as a reference,

with S_{max} the maximum sensitivity in the energy range (between 100 keV and 3 MeV),

and S_{min} the minimum sensitivity in the energy range (between 100 keV and 3 MeV).

In this condition, S_{max} shall not exceed more than 30 % of S_{medium} , and S_{min} shall not go below 30 % of S_{medium} , which means $(S_{\text{max}} - S_{\text{medium}})/S_{\text{medium}} < 30\%$ and $(S_{\text{medium}} - S_{\text{min}})/S_{\text{medium}} < 30\%$ (see Figure 1).

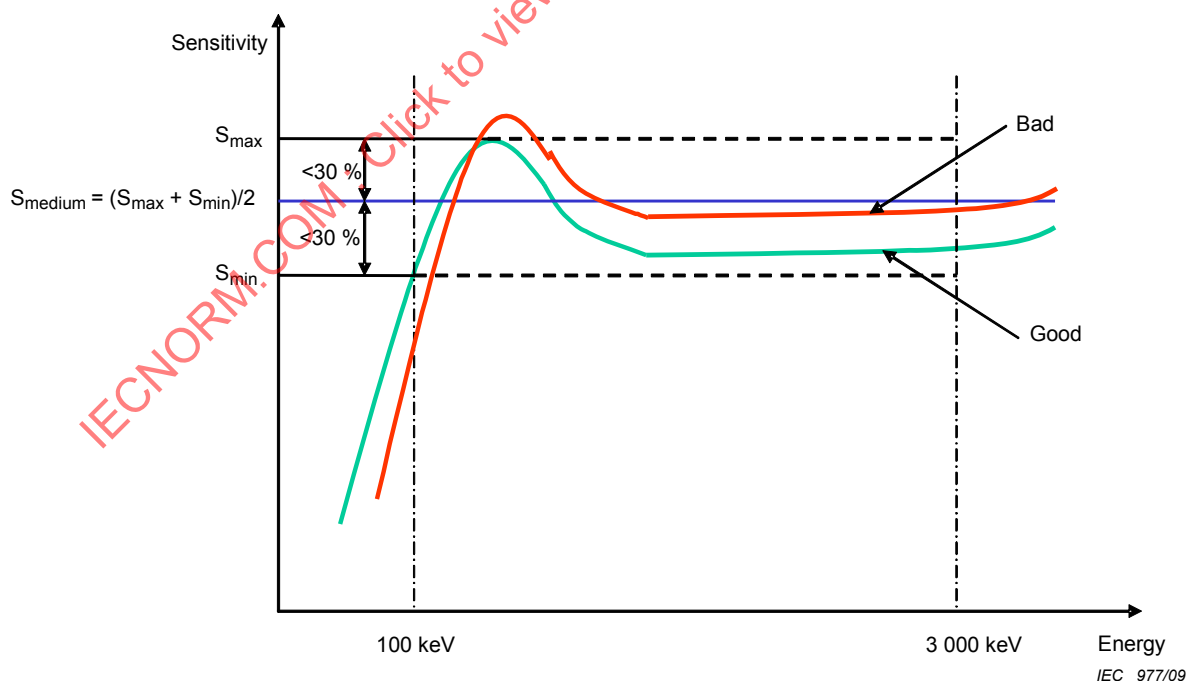


Figure 1 – Energy response

If for specific applications it is necessary to extend the energy range, the energy response shall be defined and agreed between the manufacturer and the purchaser. In this case it can be performed either by real tests or by Monte Carlo simulations.

5.3.2 Sensitivity and relative response for solid sources

5.3.2.1 General

In addition to 5.3.2 of IEC 60951-1, the following requirements shall apply.

5.3.2.2 Response to beta radiation

The response of the detector assembly to beta radiation from a Sr-90/Y-90 source shall be stated by the manufacturer who shall also indicate the response to beta radiation for energies up to 4 MeV.

If agreed upon between the manufacturer and the purchaser, the test for the response to beta radiation shall be carried out and the response shall be expressed as the ratio of the detector assembly indication to the conventional true absorbed dose rate (due to the Sr-90/Y-90 source) in air at the detector reference point when the detector is not present.

5.3.3 Variation of response with angle of incidence

5.3.3.1 Requirements

The response to a reference gamma source shall be within $\pm 30\%$ of the reference response (corresponding to 0°) for the following angles of incidence: $\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$ $\pm 60^\circ$ in the plane including the reference direction and in a plane perpendicular to that and also including the reference direction.

The manufacturer shall state the relative variation of the response for $\pm 90^\circ$.

If another range of angles is required, it shall be selected according to the agreement between the manufacturer and the purchaser.

5.3.3.2 Test method

For this test, the reference point of the detector assembly shall be placed at a point of test where the dose rate is known.

Firstly, the direction of radiation shall be changed in steps of 15° in a plane including the reference direction specified by the manufacturer (reference response as determined in 5.2.1).

Secondly, the direction of radiation shall be changed in steps of 15° in a plane perpendicular to that used above and also including the reference direction.

Table 2 – Additional tests to complement the general tests required in IEC 60951-1

Tests	Tests conditions	Limits of variation of indication	Reference (subclause)
Reference response	Range of photon radiation energy between 80 keV and 7 MeV	± 30 % of the medium sensitivity between 100 keV and 3 MeV Value to be stated by agreement otherwise if necessary	5.3.1
Response to beta radiation	Range of beta radiation energy from a Sr-90/Y-90 source up to 4 MeV	In accordance with manufacturer's specifications	5.3.2.2
Variation of response with angle of incidence	Different angles of incidence ($\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$ $\pm 60^\circ$) in the plane including the reference direction and in a plane perpendicular to that.	± 30 %	5.3.3

NOTE For assemblies having a non-linear scale, a linear instrument may be substituted for the indicating meter of the assembly to verify the performance specified in this table.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60951-3:2009

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60951-3:2009

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	20
3 Termes et définitions	21
4 Principes de conception	21
4.1 Généralités.....	21
4.2 Gamme de mesures	21
4.3 Exactitude (ou erreur relative)	21
4.4 Situation des capteurs.....	21
4.5 Caractéristiques de la réponse du détecteur de rayonnements.....	21
4.6 Exigences liées aux conditions accidentelles.....	22
5 Essais fonctionnels.....	22
5.1 Généralités.....	22
5.2 Sources de référence	22
5.2.1 Généralités.....	22
5.2.2 Gamma	22
5.2.3 Béta	22
5.2.4 Neutron	23
5.3 Caractéristiques de performance.....	23
5.3.1 Réponse de référence	23
5.3.2 Sensibilité et réponse relative aux sources solides	24
5.3.3 Variation de la réponse avec l'angle d'incidence.....	24
Figure 1 – Réponse en énergie.....	24
Tableau 1 – Vue d'ensemble des normes couvrant le domaine de la surveillance des rayonnements	17
Tableau 2 – Essais supplémentaires complétant les essais généraux de la CEI 60951-1	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE –
INSTRUMENTATION IMPORTANTE POUR LA SÛRETÉ –
SURVEILLANCE DES RAYONNEMENTS POUR LES CONDITIONS
ACCIDENTELLES ET POST-ACCIDENTELLES –****Partie 3: Ensemble de surveillance locale en continu
des rayonnements gamma à large gamme**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60951-3 a été établie par le sous-comité 45A: Instrumentation et contrôle-commande des installations nucléaires, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 1989. Cette édition constitue une révision technique.

Les principaux changements techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivants:

- Clarifier les définitions.
- Mettre à jour les références aux nouvelles normes publiées depuis la première édition.

- Mettre à jour les unités relatives aux rayonnements.

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60951-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45A/736/FDIS	45A/758/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60951, présentées sous le titre général *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation importante pour la sûreté – Surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-accidentelles*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60951-3:2009

INTRODUCTION

a) Contexte technique, questions importantes et structure de cette norme

Cette norme CEI s'intéresse plus particulièrement aux systèmes de surveillance des rayonnements utilisés en situations accidentelles et post-accidentelles.

Cette norme est conçue pour être utilisée par les acheteurs rédigeant les spécifications des systèmes de surveillance des rayonnements spécifiques pour leur centrale nucléaire, ainsi que par les fabricants pour identifier les caractéristiques de produit nécessaires lors du développement des systèmes de surveillance des rayonnements en situation accidentelle. Certaines caractéristiques d'instrumentation particulières telles que la gamme de mesures, la réponse en énergie demandée, et les exigences relatives à l'environnement ambiant dépendront de l'application particulière considérée. Dans ce cas des recommandations sont fournies pour déterminer les exigences particulières, car celles-ci ne sont pas données.

Cette norme fait partie de la série des normes couvrant le domaine des systèmes de surveillance des rayonnements en situation post-accidentelle importants pour la sûreté. La série complète comprend les normes suivantes:

- CEI 60951-1 – Exigences générales
- CEI 60951-2 – Matériels pour la surveillance des rayonnements en continu avec prélèvements dans les effluents gazeux et l'air de ventilation
- CEI 60951-3 – Ensemble de surveillance locale en continu des rayonnements gamma à large gamme
- CEI 60951-4 – Equipements à large gamme pour la surveillance des rayonnements internes ou externes aux flux de procédé

b) Position de la présente norme dans la collection de normes du SC 45A de la CEI

Les normes de la série CEI 60951 sont des documents se situant au troisième niveau de la hiérarchie des normes du SC 45A de la CEI. Elles établissent des recommandations portant sur la conception et les essais des matériels de surveillance des rayonnements utilisés en conditions accidentelles et post-accidentelles. D'autres normes développées par les SC 45A et SC 45B de la CEI fournissent des recommandations pour les systèmes utilisés en fonctionnement normal. La série CEI 60761 fournit des exigences applicables aux matériels de surveillance des rayonnements avec prélèvements pour les effluents gazeux en fonctionnement normal. La CEI 60861 contient des exigences pour les matériels de surveillance des rayonnements avec prélèvements pour les effluents liquides en fonctionnement normal. La CEI 60768 établit des exigences pour la surveillance des rayonnements interne ou externe au fluide de procédé en fonctionnement normal ou incidentel. Enfin, l'ISO 2889 fournit des recommandations pour le prélèvement des gaz et des particules. Les relations liant ces différentes normes portant sur la surveillance des rayonnements sont données par le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 – Vue d'ensemble des normes couvrant le domaine de la surveillance des rayonnements

Développeur	ISO	SC 45A – Surveillance de la sûreté et du procédé		SC 45B – Protection contre les rayonnements et surveillance des effluents
Domaine d'application	Méthodes et circuit de prélèvement	Conditions accidentelles et post-accidentelles	Conditions normales et incidentelles	
Prélèvements des gaz, des particules et de l'iode (Hors ligne)	ISO 2889	CEI 60951-1 et CEI 60951-2	Série CEI 60761 et CEI 62302 (pour les gaz rares seulement)	

Développeur	ISO	SC 45A – Surveillance de la sûreté et du procédé		SC 45B – Protection contre les rayonnements et surveillance des effluents
Domaine d'application	Méthodes et circuit de prélèvement	Conditions accidentelles et post-accidentelles	Conditions normales et incidentelles	
Prélèvements liquides (Hors ligne)	Non disponible	Non disponible	CEI 60861	
Flux de procédé (effluents gazeux, vapeur ou liquides sans prélèvement) (Interne ou externe)	Non disponible	CEI 60951-1 et CEI 60951-4	CEI 60768	Non disponible
Surveillance locale	Non disponible	CEI 60951-1 et CEI 60951-3	CEI 60532	
Système centralisé	Non disponible	CEI 61504		CEI 61559

Pour plus de détails sur la collection de normes du SC 45A de la CEI, voir le point d) de cette introduction.

c) Recommandations et limites relatives à l'application de la présente norme

Il est important de noter que cette norme n'établit pas d'exigence fonctionnelle supplémentaire pour les systèmes de sûreté.

d) Description de la structure de la collection des normes du SC 45A de la CEI et relations avec d'autres documents de la CEI et d'autres organisations (AIEA,ISO)

Le document de niveau supérieur de la collection de normes produites par le SC 45A de la CEI est la CEI 61513. Cette norme traite des exigences relatives aux systèmes et équipements d'instrumentation et de contrôle-commande (systèmes d'I&C) utilisés pour accomplir les fonctions importantes pour la sûreté des centrales nucléaires, et structure la collection de normes du SC 45A de la CEI.

La CEI 61513 fait directement référence aux autres normes du SC 45A de la CEI traitant de sujets génériques, tels que la catégorisation des fonctions et le classement des systèmes, la qualification, la séparation des systèmes, les défaillances de cause commune, les aspects logiciels et les aspects matériels relatifs aux systèmes programmés, et la conception des salles de commande. Il convient de considérer que ces normes, de second niveau, forment, avec la norme CEI 61513, un ensemble documentaire cohérent.

Au troisième niveau, les normes du SC 45A de la CEI, qui ne sont généralement pas référencées directement par la CEI 61513, sont relatives à des matériels particuliers, à des méthodes ou à des activités spécifiques. Généralement ces documents, qui font référence aux documents de deuxième niveau pour les activités génériques, peuvent être utilisés de façon isolée.

Un quatrième niveau qui est une extension de la collection de normes du SC 45A de la CEI correspond aux rapports techniques qui ne sont pas des documents normatifs.

La CEI 61513 a adopté une présentation similaire à celle de la CEI 61508, avec un cycle de vie et de sûreté global, un cycle de vie et de sûreté des systèmes, et une interprétation des exigences générales de la CEI 61508-1, de la CEI 61508-2 et de la CEI 61508-4 pour le secteur nucléaire. La conformité à la CEI 61513 facilite la compatibilité avec les exigences de la CEI 61508 telles qu'elles ont été interprétées dans l'industrie nucléaire. Dans ce cadre, la CEI 60880 et la CEI 62138 correspondent à la CEI 61508-3 pour le secteur nucléaire.

La CEI 61513 fait référence aux normes ISO ainsi qu'au document AIEA 50-C-QA (remplacé depuis par le document AIEA GS-R-3) pour ce qui concerne l'assurance qualité.

Les normes produites par le SC 45A de la CEI sont élaborées de façon à être en accord avec les principes de sûreté fondamentaux du Code AIEA sur la sûreté des centrales nucléaires, ainsi qu'avec les guides de sûreté de l'AIEA, en particulier avec le document d'exigences NS-R-1 qui établit les exigences de sûreté relatives à la conception des centrales nucléaires et avec le guide de sûreté NS-G-1.3 qui traite de l'instrumentation et du contrôle commande importants pour la sûreté des centrales nucléaires. La terminologie et les définitions utilisées dans les normes produites par le SC 45A sont conformes à celles utilisées par l'AIEA.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60951-3:2009

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – INSTRUMENTATION IMPORTANTE POUR LA SÛRETÉ – SURVEILLANCE DES RAYONNEMENTS POUR LES CONDITIONS ACCIDENTELLES ET POST-ACCIDENTELLES –

Partie 3: Ensemble de surveillance locale en continu des rayonnements gamma à large gamme

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60951 fournit des recommandations générales sur les principes de conception et les critères de performance des matériels de surveillance locale en continu des rayonnements gamma à large gamme, utilisés dans les centrales nucléaires en conditions accidentelles et post-accidentelles.

Les exigences générales relatives aux caractéristiques techniques, aux procédures d'essai, aux caractéristiques des rayonnements, aux caractéristiques électriques, mécaniques et environnementales sont fournies dans la CEI 60951-1. Ces exigences sont applicables dans cette partie sauf indication explicite contraire.

Cette norme est applicable aux dosimètres qui sont utilisés pour surveiller les rayons gamma de niveau élevé durant et après l'accident. Elle couvre les équipements permettant de mesurer de façon isotropique le kerma dans l'air, la dose ambiante ou les autres valeurs relatives à l'exposition aux rayons gamma d'énergie comprise entre 80 keV et 7 MeV. L'objectif principal de conception du matériel est la sûreté de la centrale nucléaire.

L'instrumentation portable utilisée en cas d'urgence et les moniteurs de surveillance des rayonnements installés sur zone utilisés pour évaluer en continu la situation radiologique dans les zones de travail en fonctionnement normal relève du domaine de la CEI 60532.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60951-1:2009, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation importante pour la sûreté – Surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-accidentelles – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60780, *Centrales nucléaires – Equipements électriques de sûreté*

CEI 61226, *Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation et de contrôle commande importants pour la sûreté – Classement des fonctions d'instrumentation et de contrôle commande*

ISO 4037 (toutes les parties), *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres, et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons*

ISO 6980 (toutes les parties), *Energie nucléaire – Rayonnements bêta de référence*

ISO 8529 (toutes les parties), *Rayonnements neutroniques de référence*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60951-1 s'appliquent.

4 Principes de conception

4.1 Généralités

Les exigences générales de la CEI 60951-1 sont applicables à tous types de moniteurs couverts par le domaine de la présente partie, sauf indication explicite contraire.

4.2 Gamme de mesures

L'acheteur doit spécifier la gamme de mesures efficace et les sources de rayonnements spécifiques à la conception de la tranche. La gamme doit être adaptée au niveau et à l'étendue de variation des rayonnements propres à la zone durant l'accident et en conditions post-accidentelles. Elle doit être au moins de six décades. La limite inférieure de la gamme demandée doit chevaucher la plus haute décade du moniteur de dose utilisé pour l'exploitation en fonctionnement normal.

La réponse en énergie du détecteur par rapport au spectre d'énergie des rayonnements prévu doit aussi être spécifiée. Généralement, il convient que les détecteurs répondent aux rayonnements gamma dans une gamme d'énergie allant de 80 keV à 7 MeV.

4.3 Exactitude (ou erreur relative)

Les exigences suivantes sont applicables en plus de 4.6 de la CEI 60951-1.

Lorsqu'un ensemble de détecteur intègre plus d'un détecteur de rayonnements pour couvrir la gamme complète des débits de dose équivalents mesurés par l'ensemble détecteur, ces exigences s'appliquent aux gammes pertinentes pour chaque détecteur séparément.

4.4 Situation des capteurs

Les exigences pour un tel matériel sont propres à la tranche. Ainsi, les endroits dans lesquels l'équipement de surveillance doit fonctionner doivent être définis conformément à la conception de la centrale.

Habituellement le matériel est situé dans l'enceinte réacteur. Il doit être placé en des endroits permettant de couvrir au mieux les zones à surveiller et pour minimiser les effets d'ombre dus aux autres matériels ou structures. Il convient de choisir autant que possible les lieux d'installation pour faciliter la maintenance et les opération d'étalonnage.

Du fait du haut niveau de rayonnements, l'équipement est habituellement conçu avec un ensemble de détection déporté à distance de l'ensemble de traitement (électronique), en prenant en compte le fait qu'il convient de minimiser la longueur de câble entre le détecteur et l'électronique déportée.

4.5 Caractéristiques de la réponse du détecteur de rayonnements

L'ensemble détecteur doit être conçu pour être réellement insensible aux rayonnements neutroniques et bêta (en comparaison à sa sensibilité aux rayonnements gamma) dont la présence est prévue en conditions accidentelles pour lesquelles le matériel doit fonctionner.

4.6 Exigences liées aux conditions accidentelles

Les exigences suivantes sont applicables en plus de 4.11 de la CEI 60951-1.

Le type de matériel couvert par cette norme est généralement considéré comme du matériel lié à la sûreté de première importance. Il doit donc être classé conformément aux recommandations de la CEI 61226 et faire l'objet d'une qualification d'ambiance conformément aux exigences de la CEI 60780.

Par ailleurs, l'ensemble détecteur d'un tel équipement est généralement situé dans l'enceinte réacteur et est soumis à un environnement hostile pendant et après l'accident. Le programme de qualification ayant fait l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur, doit prendre en compte les conditions particulières telles que les très grandes doses intégrées (jusqu'à $1 \cdot 10^6$ Gy) ainsi que la combinaison des hautes températures, des pressions et des taux d'humidité élevés.

5 Essais fonctionnels

5.1 Généralités

Sauf spécification contraire, tous les essais de l'Article 5 de la CEI 60951-1 doivent être réalisés.

Les essais décrits ci-dessous sont uniquement des essais complémentaires destinés au type de moniteur couvert par le domaine de la présente norme. Comme pour les essais décrits dans la CEI 60951-1, ces essais doivent être considérés comme des essais de type, bien que tous ou une partie de ceux-ci puissent être après accord entre le fabricant et l'acheteur, considérés comme essais de recette.

Ces essais sont réalisés sous conditions d'essai standards ou avec variations des grandeurs d'influence. Leur liste est fournie par le Tableau 1.

5.2 Sources de référence

5.2.1 Généralités

Les exigences suivantes doivent être appliquées en plus de celles de 5.2.5 de la CEI 60951-1.

Tous les essais doivent être réalisés en utilisant des champs de rayons monodirectionnels sauf si un accord passé entre le fabricant et l'acheteur en décide autrement.

5.2.2 Gamma

Tous les essais doivent être réalisés avec du ^{137}Cs sauf spécification contraire. Une autre solution consiste à employer du ^{60}Co . Dans ce cas on doit faire une correction pour prendre en compte la différence de réponse de l'ensemble détecteur entre le ^{60}Co et le ^{137}Cs . Les qualités des rayons sont spécifiées dans la série ISO 4037. Pour les débits de dose très élevés un faisceau électronique peut être utilisés.

Le débit de dose conventionnellement vrai doit être connu avec une précision meilleure que 5 %.

5.2.3 Béta

Si le détecteur est sensible aux rayons bêta, un essai de réponse de l'ensemble détecteur aux rayons gamma en présence de rayons bêta doit être réalisé lorsque cela est entendu entre le fabricant et l'acheteur. La réponse de l'ensemble détecteur aux rayons bêta issus