

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

951-3

Première édition
First edition
1989-11

**Matériels de surveillance des rayonnements
pour les conditions accidentelles
et post-accidentelles dans les centrales nucléaires**

Troisième partie:

Ensembles de surveillance locale du débit
de dose de rayonnement gamma à large gamme

**Radiation monitoring equipment for accident
and post-accident conditions in nuclear
power plants**

Part 3:

High range area gamma radiation dose rate
monitoring equipment



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 951-3: 1989

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- Catalogue des publications de la CEI
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- Bulletin de la CEI
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- IEC web site*
- Catalogue of IEC publications
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- IEC Bulletin
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

951-3

Première édition
First edition
1989-11

**Matériels de surveillance des rayonnements
pour les conditions accidentelles
et post-accidentelles dans les centrales nucléaires**

Troisième partie:

Ensembles de surveillance locale du débit
de dose de rayonnement gamma à large gamme

**Radiation monitoring equipment for accident
and post-accident conditions in nuclear
power plants**

Part 3:

High range area gamma radiation dose rate
monitoring equipment

© CEI 1989 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

M

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Définitions	8
4 Principes de conception	8
5 Conception du matériel	12
6 Critères de conception et de choix des ensembles	12
7 Essais	16
8 Certificat, manuel d'instruction et rapport sur les essais de type	16
Tableaux	
1 - Conditions de référence et conditions normales d'essais	18
2 - Essais effectués dans les conditions normales d'essais	20
3 - Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	22
ANNEXE A - Emplacements possibles et gammes typiques	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 Design principles	9
5 Equipment design	13
6 Monitoring equipment design and selection criteria	13
7 Testing	17
8 Certificate, operation manual and type test report	17
Tables	
1 - Reference conditions and standard test conditions	19
2 - Tests performed under standard test conditions	21
3 - Tests performed with variation of influence quantities	23
ANNEX A - Possible locations and typical ranges	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIELS DE SURVEILLANCE DES RAYONNEMENTS POUR LES CONDITIONS ACCIDENTELLES ET POST-ACCIDENTELLES DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES

Troisième partie: Ensembles de surveillance locale du débit de dose de rayonnement gamma à large gamme

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 45A: Instrumentation des réacteurs, et le Sous-Comité 45B: Instrumentation de radioprotection, du Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
45A/B(BC)110/82	45A/B(BC)115/85

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION MONITORING EQUIPMENT FOR ACCIDENT
AND POST-ACCIDENT CONDITIONS IN NUCLEAR POWER PLANTS****Part 3: High range area gamma radiation dose rate monitoring equipment**

FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This standard has been prepared by Sub-Committee 45A: Reactor instrumentation, and Sub-Committee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45: Nuclear instrumentation.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
45A/B(CO)110/82	45A/B(CO)115/85

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

MATÉRIELS DE SURVEILLANCE DES RAYONNEMENTS POUR LES CONDITIONS ACCIDENTELLES ET POST-ACCIDENTELLES DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES

Troisième partie: Ensembles de surveillance locale du débit de dose de rayonnement gamma à large gamme

1 Domaine d'application

Dans les centrales nucléaires, les moniteurs locaux du débit de dose de rayonnement gamma à large gamme sont utilisés pour la surveillance du rayonnement dans les zones où un accident peut entraîner des niveaux élevés du débit de dose de rayonnement. L'objet de cette surveillance est de mesurer en continu le niveau de rayonnement gamma et, lorsque c'est nécessaire, de fournir au personnel de la centrale des indications sur les tendances des modifications du niveau de rayonnement. Un niveau anormalement élevé du débit de dose de rayonnement peut être le signe d'un mauvais fonctionnement de la centrale et peut exiger le déclenchement d'une alarme ou la production de signaux de verrouillage en cas de dépassement de niveaux prédéterminés de rayonnement.

La présente norme internationale définit les critères destinés à la conception, au choix, aux essais, à l'étalonnage et à l'emplacement fonctionnel des ensembles à poste fixe destinés à la surveillance locale en continu du débit de dose de rayonnement gamma dans les centrales nucléaires pendant et après des situations accidentelles (surveillance pendant et après un accident).

Les prescriptions concernant les ensembles de surveillance du rayonnement gamma pendant le fonctionnement normal ne sont pas couvertes par cette norme.

Cette norme établit des prescriptions spécifiques, comprenant les caractéristiques techniques et les conditions d'essai des ensembles de surveillance locale du débit de dose de rayonnement gamma dans les situations accidentelles. Ceux-ci peuvent être utilisés, par exemple, pour la détection d'une rupture dans les circuits contenant de la radioactivité et donner une information utile:

- pour interpréter les conditions présentes de l'accident;
- pour déterminer, dans certains cas, une évaluation des rejets potentiels dans l'environnement;
- pour la mise en œuvre des procédures d'urgence.

Les prescriptions générales pour les caractéristiques techniques, les procédures d'essais, les caractéristiques concernant les rayonnements, les grandeurs électriques, mécaniques et liées à l'environnement sont données dans la CEI 951-1.

Il est aussi prévu d'utiliser cette norme conjointement avec la CEI 532* (deuxième édition).

2 Références normatives

Les normes suivantes 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 de cette norme, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur cette norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO tiennent à jour le registre des normes internationales en vigueur à un moment donné.

* Les références à la CEI 532 indiquées dans la présente norme concernent la deuxième édition qui est en préparation.

RADIATION MONITORING EQUIPMENT FOR ACCIDENT AND POST-ACCIDENT CONDITIONS IN NUCLEAR POWER PLANTS

Part 3: High range area gamma radiation dose rate monitoring equipment

1 Scope

In nuclear power plants, high range area gamma radiation dose rate radiation monitoring equipment is used for monitoring radiation within those areas in which high radiation dose rate levels may be caused by an accident. The purpose is to continuously monitor gamma radiation and, where appropriate, to provide plant operators with an indication of trends in radiation level changes. An abnormally high radiation dose rate level may be indicative of plant malfunction and may require alarm or interlock signals to be generated when preset radiation levels have been exceeded.

This International Standard provides criteria for the design, selection, testing, calibration and functional location of installed gamma radiation dose rate monitoring equipment to be used for continuous area monitoring in nuclear power plants during and after accident conditions (accident and post-accident monitoring).

Equipment requirements for monitoring gamma radiation during normal operation are not covered by this standard.

This standard lays down specific requirements, including technical characteristics and test conditions for area gamma radiation dose rate monitoring equipment for use in accident conditions. This may be used, for example, for detection of leaks in a system containing radioactivity and to give useful information for:

- interpreting the accident conditions that are present,
- making, in some cases, an assessment of potential releases to the environment,
- implementation of emergency procedures.

General requirements for technical characteristics, test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical and environmental characteristics are given in IEC 951-1.

This standard is also intended to be used in conjunction with IEC 532* (second edition).

2 Normative references

The following standards 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 standards 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 standards listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

* References to IEC 532 appearing in this standard concern the 2nd edition, which is in preparation.

- CEI 532, Débitmètre d'exposition, signaleurs et moniteurs de débit d'exposition à poste fixe pour les rayonnements X ou gamma d'énergies comprises entre 80 keV et 3 MeV (deuxième édition en préparation).
- CEI 951-1: 1988, Matériels de surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-accidentelles dans les centrales nucléaires, Première partie: Prescriptions générales.
- CEI 780: 1984, Qualification des constituants électriques du système de sûreté des centrales électronucléaires.
- CEI 980: 1989, Pratiques recommandées pour la qualification sismique du matériel électrique du système de sûreté dans les centrales électronucléaires.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 Enceinte de confinement du réacteur

Dans cette norme, l'enceinte de confinement du réacteur est la barrière prévue pour prévenir les relâchements de radioactivité du circuit de refroidissement primaire vers l'environnement ou tout autre bâtiment qui n'est pas normalement prévu pour contenir de tels relâchements radioactifs.

3.2 Zones de pénétration de l'enceinte de confinement du réacteur

Les zones de pénétration de l'enceinte de confinement du réacteur sont des emplacements situés contre l'enceinte de confinement, comprenant:

- a) soit des portes ou des sas permettant l'accès du personnel et des matériel nécessaires à la maintenance, aux réparations et au remplacement des matériels situés dans l'enceinte de confinement,
- b) soit des traversées mécaniques et électriques étanches.

NOTE - Ces emplacements se trouvent généralement concentrés dans les endroits de la barrière de confinement jouxtant les autres bâtiments de la centrale et sont appelés zones de pénétration.

3.3 Grandeurs radioactives mesurées

La mesure du rayonnement gamma peut être effectuée avec un certain nombre de grandeurs dosimétriques en fonction des réglementations nationales. Cependant, pour ce type de moniteur, une grandeur telle que la dose absorbée dans l'air ou le kerma dans l'air est plus appropriée. Si d'autres grandeurs sont prescrites, la norme sera applicable avec celles-ci.

Dans la présente norme, la grandeur mesurée, que ce soit le kerma dans l'air, la dose absorbée dans l'air, l'équivalent de dose ambiante ou tout autre grandeur de dose ou d'exposition, est généralement exprimée par la dose dans un esprit de simplification. Lorsqu'il sera nécessaire de distinguer ces grandeurs, on indiquera de quelle dose il s'agit.

4 Principes de conception

4.1 Généralités

Les principes généraux de conception sont présentés dans la CEI 951-1 (voir, par exemple, les articles 6 et 7). De plus, les aspects suivants doivent être particulièrement pris en compte dans la conception de l'équipement.

Les ensembles de surveillance locale du débit de dose de rayonnement gamma à large gamme conçus pour la présente norme sont normalement installés dans des zones où l'on peut rencontrer diverses conditions d'environnement. Ils doivent donc être conçus de manière à supporter les conditions du proche environnement reconnues comme appropriées pour la conception des systèmes et/ou des composants du réacteur pour les situations accidentelles. Cela doit comprendre la possibilité d'un déplacement de l'ensemble de surveillance, des sources de rayonnements ou des structures de protection dus à des événements sismiques.

- IEC 532, Installed exposure rate meters, warning assemblies and monitors for X or gamma radiation of energy between 80 keV and 3 MeV (2nd edition in preparation).
- IEC 951-1: 1988, Radiation monitoring equipment for accident and post-accident conditions in nuclear power plants. Part 1: General requirements.
- IEC 780: 1984, Qualification of electrical items of the safety system for nuclear power generating stations.
- IEC 980: 1989, Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations.

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

3.1 *Reactor containment*

In this standard, the reactor containment is the barrier which is relied upon to prevent radioactivity released from the primary coolant system from escaping to the environment or to any other building which is not normally intended to contain such radioactive releases.

3.2 *Reactor containment penetration areas*

Reactor containment penetration areas are locations adjacent to the containment where there are either:

- a) doors or hatches which are provided for the purpose of allowing access for personnel and equipment needed for maintenance, repair and replacement purposes within the containment, or
- b) electrical and mechanical sealed penetrations.

NOTE - These locations are usually concentrated in sections of the containment barrier which are adjacent to other plant buildings and are designated as penetration areas.

3.3 *Radiation quantity to be measured*

Measurements of gamma radiation may be in a number of alternative dose quantities, depending on national regulations. However, for this type of monitor, a quantity such as absorbed dose in air or kerma is most likely appropriate. If other quantities are required, the standard will be applicable with these quantities substituted.

In this standard, the quantity being measured, whether air kerma, absorbed dose in air, ambient dose equivalent or some other dose or exposure quantity, is generally referred to simply as dose. Only where it is necessary to differentiate between the quantities is the word further qualified.

4 Design principles

4.1 *General*

General design principles are discussed in IEC 951-1 (see, for example, clauses 6 and 7). In addition, the following aspects shall be particularly taken into account in the design of the equipment.

High range area gamma dose rate monitoring equipment designed to this standard is normally installed in areas where a variety of environmental conditions may be encountered. It shall therefore, be designed to withstand the local environmental conditions identified as appropriate for the design of the reactor systems and/or components during accident conditions. These shall include the possibility of relocation of monitoring equipment, radiation sources or shielding structures due to seismic events.

Quand cela est possible, il faut porter une attention particulière à la température, à son taux de variation, aux vibrations, à l'humidité, à la pression, à la présence de fluides agressifs ou corrosifs, de poussières et d'autres conditions physiques défavorables, ainsi qu'au niveau de rayonnement et à la dose intégrée de rayonnement à l'emplacement de l'ensemble de surveillance.

L'étendue de mesure et la précision doivent être adaptées au niveau de rayonnement et à ses variations dans la zone, pour les situations accidentelles et post-accidentelles. L'équipement doit être conçu de manière à fournir un affichage et/ou un enregistrement continu du niveau de rayonnement et un signal d'alarme lorsque ce niveau dépasse une valeur prédéterminée. Ces informations doivent être disponibles à des emplacements éloignés, habituellement en salle de commande ou dans une zone voisine. Les signaux peuvent également être utilisés à des fins de commande et/ou de déclenchement d'actions de protection ou des dispositifs de secours; dans ce cas, ils doivent être installés en salle de commande.

Si les signaux sont utilisés pour le déclenchement d'actions de protection, pour limiter les conséquences du mauvais fonctionnement ou de la défaillance des structures, systèmes ou composants, le matériel peut alors faire partie des systèmes classés de sûreté ou du système de protection. Il doit, dans ce cas, répondre aux exigences du système correspondant.

4.2 Critères de sélection

Les prescriptions destinées aux ensembles de surveillance locale du débit de dose de rayonnement gamma à large gamme dans les conditions accidentelles et post-accidentelles sont spécifiques à chaque centrale. Les emplacements ou les ensembles de surveillance s'avèrent nécessaires doivent être déterminés en fonction de la conception des centrales.

Cet examen doit prendre en compte:

- a) la détection de ruptures de l'enveloppe du fluide primaire;
- b) la détection d'un relâchement notable de radioactivité du circuit de refroidissement primaire vers l'atmosphère de l'enceinte de confinement avec possibilité de fournir une évaluation de la fuite et une surveillance à long terme;
- c) la détection d'un relâchement d'activité de l'enceinte de confinement (fuite du confinement) vers un point situé à l'extérieur de celle-ci, comme les zones de pénétration de l'enceinte de confinement (selon la conception de la centrale, cette tâche peut être aussi obtenue par la surveillance de la radioactivité de l'air extrait des zones de pénétration de l'enceinte de confinement ou de la ventilation générale de la centrale);
- d) la nécessité de déterminer l'accessibilité dans certaines zones pour lesquelles l'accès est exigé pour une raison donnée, pendant ou après un accident. Par exemple, pour faire fonctionner certains matériels essentiels ou effectuer des réparations (selon la conception de la centrale, cette tâche peut aussi être effectuée globalement ou en partie par des appareils portatifs);
- e) l'acquisition d'informations nécessaires à l'opérateur pour le déclenchement des procédures d'urgence.

Lorsque l'analyse de la conception l'exige, les moniteurs destinés aux fonctions ci-dessus peuvent être considérés comme des matériels classés de sûreté. Dans ce cas, ils doivent être conçus conformément aux normes appropriées et le niveau de redondance correspondant doit être retenu.

4.3 Emplacements à surveiller

Les zones suivantes doivent être prises en considération lors de l'examen des emplacements possibles pour les ensembles de surveillance locale du rayonnement gamma à large gamme.

Special attention, where applicable, shall be given to temperature and its rate of change, vibration, humidity, pressure, aggressive or corrosive fluids or dusts and other adverse physical conditions as well as the radiation level and the integrated radiation dose at the location of the monitoring equipment.

The measuring range and accuracy shall be suitable for the level of and the variation in radiation in the area during accident and post-accident conditions. The equipment shall be designed to provide continuous display and/or recording of radiation and, in addition, provide an alarm signal when the radiation level exceeds a preset value. This information shall be available at a remote location - usually the station control room or an associated area. The signals may also be used for control purposes and/or initiation of protective action or engineered safety features; in this case, they shall be provided in the control room.

If the signals are used for initiating protective action to mitigate the consequences of malfunction or failure of structures, systems or components, then the equipment may be part of the safety-related systems or the protection system. In this case, it shall meet the requirements of the respective system.

4.2 *Selection criteria*

The requirements for high range area gamma radiation dose rate monitoring equipment for accident and post-accident conditions are specific to each plant. Therefore, the locations in which the monitoring equipment is required shall be determined according to the plant design.

This review shall take into consideration:

- a) the detection of breach of primary system pressure boundary;
- b) the detection of a significant release of radioactivity from the primary coolant to the containment atmosphere with the capability to provide release assessment and long term surveillance;
- c) the detection of activity release from the containment (containment leakage) at a location outside the containment such as containment penetration areas (depending on the plant design, this task can also be achieved by monitoring the radioactivity in the exhaust air from the containment penetration areas or the exhaust air of the common plant vent);
- d) the need to determine accessibility to any area to which access is required for any reason during or following an accident, for example essential equipment operation or repairs (depending on the plant design, this task may also be achieved in whole or in part by portable instrument);
- e) the provision of information to the operator which is required to indicate the need for initiation of emergency procedures.

If required by the plant design review, monitoring equipment for any of the above functions may be regarded as essential safety related equipment. In this case, they shall be designed in accordance with appropriate standards and the appropriate level of redundancy shall be incorporated.

4.3 *Locations to be monitored*

The following areas shall be considered in the review of potential locations for high range area gamma monitoring equipment.

4.3.1 Zone de l'enceinte de confinement du réacteur

Selon la conception de la centrale, l'enceinte de confinement du réacteur peut être surveillée au moyen de détecteurs situés à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enceinte de confinement:

- a) pour indiquer l'état de l'enveloppe du circuit primaire (deuxième barrière) de refroidissement du réacteur;
- b) pour détecter les émissions importantes et évaluer leur niveau;
- c) pour assurer une surveillance à long terme en situation post-accidentelle;
- d) pour donner des informations sur la nécessité du déclenchement de procédures d'urgence.

4.3.2 Zones de pénétration de l'enceinte de confinement du réacteur

Le bâtiment adjacent à l'enceinte de confinement du réacteur et comportant des pénétrations en contact direct avec l'enceinte du réacteur peut faire l'objet d'une surveillance pour la détection de relâchements d'activité de l'enceinte de confinement (fuites de l'enceinte de confinement).

4.3.3 Zone contenant des matériels classés de sûreté

Les zones ou bâtiments situés en dehors de l'enceinte de confinement contenant des matériels classés de sûreté et nécessitant l'accès pour des raisons de service ou de maintenance, peuvent faire l'objet d'une surveillance pour détecter des relâchements notables et leur évaluation, aussi bien que pour une surveillance à long terme.

5 Conception du matériel

Pour chaque moniteur, les critères de conception appropriés, donnés à l'article 7 de la CEI 951-1, doivent être indiqués.

6 Critères de conception et de choix des ensembles

Les critères suivants sont à prendre en considération pour le choix des ensembles de surveillance locale du débit de dose de rayonnement gamma à large gamme.

6.1 Étendue de mesure

L'étendue de mesure des moniteurs utilisés dans les conditions accidentelles et post-accidentelles dépend de leur usage individuel et le choix de l'étendue de mesure doit tenir compte de cet usage et des sources de rayonnements spécifiques à la conception de chaque centrale.

L'étendue de mesure des moniteurs doit être choisie de manière à garantir que les mesures restent à l'intérieur de cette étendue pour les conditions d'accident telles qu'elles sont spécifiées dans l'analyse de sûreté du réacteur.

Par exemple, les moniteurs servant à la détection de fuites notables de radioactivité du circuit primaire vers l'atmosphère de l'enceinte de confinement, avec mission de fournir une estimation des fuites, une surveillance à long terme et, grâce à l'intervention de l'opérateur, la mise en route des procédures et du plan d'urgence, peuvent avoir une étendue de mesure de:

$$10^{-2} \text{ Gy/h (1 rad/h) à } 10^5 \text{ Gy/h (10}^7 \text{ rad/h)}.$$

L'étendue de mesure des moniteurs situés à l'extérieur de l'enceinte de confinement, utilisés pour la détection de la rupture du circuit primaire, peut être de:

$$10^{-1} \text{ Gy/h (10 rad/h) à } 10^3 \text{ Gy/h (10}^5 \text{ rad/h)}.$$

4.3.1 Reactor containment area

Depending on the plant design, the reactor containment may be monitored with detectors located inside or outside the containment:

- a) to indicate the status of the reactor primary coolant boundary;
- b) to detect significant releases and estimate their magnitude;
- c) to provide long-term surveillance in the post-accident phase;
- d) to provide information indicative of the need for the initiation of emergency procedures.

4.3.2 Reactor containment penetration areas

The building adjacent to the reactor containment and enclosing penetrations directly through the reactor containment may be monitored for the detection of activity release from the containment (containment leakages).

4.3.3 Safety related equipment area

The areas or buildings outside the reactor containment containing safety related equipment requiring accessibility for service or repairs, may be monitored for detection of significant releases and their assessment, as well as for long-term surveillance.

5 Equipment design

For each assembly, the relevant design criteria, from those listed in clause 7 of IEC 951-1, shall be identified.

6 Monitoring equipment design and selection criteria

The following criteria shall be considered in the selection of high range area gamma dose rate monitoring equipment.

6.1 Range of measurement

The measuring range of equipment for use in accident and post-accident conditions depends on their individual purpose and the selection of the range shall take into account this purpose and the radiation sources specific to the plant design.

The measuring range of equipment shall be selected so as to ensure that the measurement remains on scale for accident conditions as specified for the reactor safety case.

For example, equipment used for the detection of significant releases of radioactivity from the primary system to the containment atmosphere with the capability to provide release assessment, long-term surveillance and through operator action, actuation of emergency procedures and plans, may have a range:

from 10^{-2} Gy/h (1 rad/h) to 10^5 Gy/h (10^7 rad/h).

Monitoring equipment, outside the reactor containment, used for the detection of breach of primary system boundary, may have a range:

from 10^{-1} Gy/h (10 rad/h) to 10^3 Gy/h (10^5 rad/h).

L'étendue de mesure des moniteurs, utilisés pour détecter l'activité rejetée par l'enceinte de confinement (fuites de l'enceinte de confinement) ou déterminer l'accès à certaines zones, peut être de:

$$10^{-3} \text{ Gy/h } (10^{-1} \text{ rad/h}) \text{ à } 10^2 \text{ Gy/h } (10^4 \text{ rad/h}).$$

6.2 *Emplacement du détecteur*

Les détecteurs doivent être placés conformément aux indications données en 4.2. Leur emplacement doit être choisi autant que possible pour faciliter la maintenance et les opérations d'étalonnage. Cet emplacement doit aussi être choisi de manière à offrir une couverture maximale des zones à surveiller et à minimiser l'effet d'écran des autres matériels ou structures.

Il doit aussi en principe tenir compte de la nécessité éventuelle de placer les matériels électroniques dans une zone à plus faible débit de dose. La température et l'humidité maximales à l'emplacement du détecteur doivent être spécifiées et l'ensemble détecteur doit être conçu de manière à fonctionner dans cet environnement extrême.

6.3 *Redondance du système*

La conception du matériel de surveillance peut exiger une redondance de deux canaux ou plus et peut, dans certains cas, répondre au critère de défaillance unique.

6.4 *Caractéristiques de réponse aux rayonnements du détecteur*

Les caractéristiques de réponse aux rayonnements du détecteur doivent être conformes aux prescriptions de la CEI 532 (deuxième édition) pour les moniteurs de classe II, sauf accord contraire entre le constructeur et l'acheteur (conformément aux prescriptions relatives à la conception de la centrale).

L'ensemble détecteur doit être conçu de manière à être réellement insensible aux rayonnements bêta et neutronique supposés être présents dans les conditions accidentelles pour lesquelles l'équipement est censé fonctionner.

6.5 *Qualification du détecteur*

L'ensemble détecteur, comprenant tous les composants électroniques essentiels, doit pouvoir fonctionner conformément aux prescriptions de la spécification, dans les conditions d'environnement existant à son emplacement pour les situations accidentelles. Par exemple, il pourrait avoir à supporter une dose intégrée maximale de 10^6 Gy (10^8 rad) et les conditions de haute température, pression et humidité à faire spécifier par le concepteur de la centrale.

6.6 *Indication locale et alarme*

Les sous-ensembles d'indication et d'alarme locales peuvent être prévus en des emplacements accessibles proches du détecteur, pour contrôler l'accès vers des zones à fort niveau de rayonnement en cas d'accident ou pour la maintenance et l'étalonnage pendant le fonctionnement normal de la centrale. Lorsqu'ils sont prévus, les sous-ensembles d'indication et d'alarme locales doivent être qualifiés pour les conditions appropriées à leur fonction et à leur emplacement.

Monitoring equipment, used for the detection of activity release from the containment (containment leakages) or the determination of accessibility to certain areas, may have a range:

from 10^{-3} Gy/h (10^{-1} rad/h) to 10^2 Gy/h (10^4 rad/h).

6.2 *Detector location*

Detectors assemblies shall be located as determined by the plant review as discussed in 4.2. As far as is practical, locations shall be selected so as to facilitate maintenance and calibration operations. The locations shall be selected to provide maximum coverage of the areas being monitored and to minimize shielding effects from other equipment or structures.

The location should also take account of the possible need to locate electronic equipment in an area of lower dose rate. The maximum temperature and humidity at the detector location shall be specified and the detector assembly shall be designed to operate in this extreme environment.

6.3 *System redundancy*

The design of monitoring equipment may need to provide for redundancy two or more channels and may, in some cases, require to meet the single failure criterion.

6.4 *Detector radiation response characteristics*

The detector radiation response characteristics shall be in accordance with the requirements of IEC 532 (second edition) for category II monitors, unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser (in accordance with plant design requirements).

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

6.5 *Detector qualification*

The detector assembly, including any essential electronic components, shall be capable of operating, within specification requirements, in the environmental conditions existing at its location during accident conditions. For example, it might have to withstand an integrated dose up to 10^6 Gy (10^8 rad) and conditions of high temperature, pressure and humidity to be specified by the plant designer.

6.6 *Local indication and alarm*

Local indication and alarm units may be provided at accessible locations, close to the detector assembly, for the purpose of controlling access to high radiation areas in accident conditions or for maintenance and calibration during normal plant operation. Where provided, the local indication and alarm units shall be qualified for the conditions appropriate to their purpose and location.

7 Essais

Les prescriptions de la CEI 951-1 et de la CEI 532 (deuxième édition) sont généralement applicables. L'ensemble des essais appropriés, tels qu'ils sont définis dans ces normes, doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur. Cependant, en l'absence d'un tel accord, les essais indiqués dans les tableaux 2 et 3 doivent être considérés comme appropriés. Pour être complet, le tableau 1 donne les conditions normales d'essais relatives à ces essais.

De plus, les prescriptions d'essais suivantes doivent être suivies:

7.1 Qualification aux séismes

Si une qualification aux séismes est nécessaire, les composants y compris les câbles et les connecteurs doivent faire l'objet d'essais de qualification correspondant au spectre sismique couvrant l'événement sismique prévu, spécifique à l'installation, conformément à la CEI 980.

7.2 Essais de qualification à l'environnement

Ces essais doivent être effectués conformément à la CEI 780 afin de donner la preuve de la capacité des composants (détecteur, câbles et connecteurs associés) qui doivent être installés dans l'enceinte de confinement du réacteur, à survivre aux conditions d'environnement accidentelles prévues (température, pression, humidité, aspersion et vapeur) découlant de l'accident hypothétique et de prouver leur capacité à continuer à remplir leur fonction pendant la durée minimale requise pendant laquelle il est nécessaire d'avoir une information sur les rayonnements.

7.3 Essais de surcharge

A cause de la grande étendue de mesure de certains matériels concernés par la présente norme, il peut ne pas être possible d'effectuer les essais de surcharge au rayonnement définis dans la CEI 951-1 et la CEI 532 (deuxième édition).

Dans ces conditions, le constructeur peut, en accord avec l'acheteur, prouver la tenue des matériels aux surcharges dues aux rayonnements, par une évaluation des performances du détecteur et des sous-ensembles électroniques, fondée sur une extrapolation à partir des essais de rayonnements les plus élevés qu'il est possible d'effectuer.

8 Certificat, manuel d'instruction et rapport sur les essais de type

La documentation doit être fournie conformément aux articles 30 à 33 de la CEI 951-1.

7 Testing

In general, the requirements of IEC 951-1 and of IEC 532 (second edition) are applicable. The extent of relevant testing as defined by these standards shall be agreed between manufacturer and purchaser. However, in the absence of such agreement, the tests as summarized in tables 2 and 3 shall be deemed to be appropriate. For completeness, table 1 lists the standard test conditions relevant to such tests.

In addition, the following testing requirements shall be met:

7.1 *Seismic qualification*

If seismic qualification is necessary, instrument components including cables and connectors shall be tested for qualification to a seismic spectrum which envelops the anticipated seismic event specific to the installation according to IEC 980.

7.2 *Environmental qualification tests*

Type tests shall be carried out according to IEC 780 to demonstrate the ability of the components (detector, cables and associated connectors) which are to be installed in the reactor containment, to survive the anticipated accident environmental conditions (temperature, pressure, humidity, spray and steam) from the postulated accident and demonstrate their ability to continue to function for the minimum time the radiation information is needed.

7.3 *Overload*

In view of the high range of measurement of some equipment covered by this standard, it may not be practicable to apply the radiation overload tests defined in IEC 951-1 and IEC 532 (2nd edition).

In this case, with the agreement of the purchaser, the manufacturer may demonstrate the radiation overload performance by an evaluation of the performance of the detector and electronic sub-assembly, based on extrapolation from the highest practicable radiation tests.

8 Certificate, operation manual and type test report

Documentation shall be provided as required in clauses 30 to 33 of IEC 951-1.

TABLEAU 1

Conditions de référence et conditions normales d'essais
(Sauf indication contraire du constructeur)

Grandeurs d'influence	Conditions de référence	Conditions normales d'essais
Source gamma de référence	^{137}Cs *	^{137}Cs *
Temps d'équilibre thermique (matériel non alimenté)	60 min	>60 min
Temps de préchauffage (matériel électronique)	15 min	>15 min
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C
Humidité relative	65 %	50 % à 75 %
Pression atmosphérique	101,3 kPa	86 kPa à 106 kPa **
Tension d'alimentation électrique	Tension d'alimentation nominale U_N	$U_N \pm 1 \%$
Fréquence de la tension d'alimentation électrique	Fréquence nominale	Fréquence nominale $\pm 0,5 \%$
Forme d'onde de la tension d'alimentation électrique (a.c.)	Sinusoidale	Sinusoidale avec un taux de distorsion harmonique totale inférieur à 5 %
Angle d'incidence du rayonnement	Direction d'étalonnage donnée par le constructeur	Direction donnée à $\pm 10^\circ$
Bruit de fond du rayonnement gamma	Débit de dose absorbée dans l'air de $0,20 \mu\text{Gy.h}^{-1}$ ($20 \mu\text{rad.h}^{-1}$)	Inférieur au débit de dose absorbée dans l'air de $0,25 \mu\text{Gy.h}^{-1}$ ($25 \mu\text{rad.h}^{-1}$)
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la plus faible valeur provoquant des perturbations
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure au double de la valeur de l'induction du champ magnétique terrestre
Orientation de l'ensemble	Définie par le constructeur	Orientation à $\pm 10^\circ$
Dispositifs de commande de l'ensemble	Réglés pour le fonctionnement normal	Réglés pour le fonctionnement normal
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable

* Le ^{60}Co peut être substitué au ^{137}Cs après accord entre le constructeur et l'acheteur.

** Lorsque la technique de détection est particulièrement sensible aux variations de la pression atmosphérique, les conditions doivent être limitées à $\pm 5 \%$ de la pression de référence.

TABLE 1

Reference conditions and standard test conditions
(Unless otherwise indicated by the manufacturer)

Influence quantity	Reference conditions	Standard test conditions
Reference gamma radiation	$^{137}\text{Cs}^*$	$^{137}\text{Cs}^*$
Time to establish thermal equilibrium (with power off)	60 min	>60 min
Electronic warm-up time	15 min	>15 min
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C
Relative humidity	65 %	50 % to 75 %
Atmospheric pressure	101,3 kPa	86 kPa to 106 kPa **
Power supply voltage	Nominal supply voltage U_N	$U_N \pm 1 \%$
Power supply frequency	Nominal frequency	Nominal frequency $\pm 0,5 \%$
Power supply waveform (a.c.)	Sinusoidal	Sinusoidal with a total harmonic distortion less than 5 %
Angle of incidence of radiation by the manufacturer	Calibration direction given	Direction given $\pm 10^\circ$
Gamma radiation background	Absorbed dose rate in air of $0,20 \mu\text{Gy.h}^{-1}$ ($20 \mu\text{rad.h}^{-1}$)	Less than absorbed dose rate in air of $0,25 \mu\text{Gy.h}^{-1}$ ($25 \mu\text{rad.h}^{-1}$)
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the value of the induction due to the earth's magnetic field
Orientation of assembly	To be stated by the manufacturer	Stated orientation $\pm 10^\circ$
Assembly controls	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible

* ^{60}Co may be substituted for ^{137}Cs by agreement between manufacturer and purchaser.

** Where the detection technique is particularly sensitive to variation in atmospheric pressure, the conditions shall be limited to $\pm 5 \%$ of the reference pressure.

TABEAU 2

Essais effectués dans les conditions normales d'essais

Caractéristiques en essai	Prescriptions	Références (paragraphes)	
		CEI 951-1	CEI 532**
Réponse de référence	Conformément aux spécifications du constructeur	25.1	
Erreur relative intrinsèque (E_i)	± 30 % du débit de dose conventionnellement vrai	25.2	15.2
Surcharge*	L'indication de l'ensemble doit rester à l'indication maximale lorsque celui-ci est exposé à un débit de dose égal à 10 fois celui qui donnerait la déviation maximale	25.5	
Fluctuations statistiques	Coefficient de variation inférieur à 10 % pour les échelles linéaires ou numériques, 20 % pour les échelles non linéaires	26.1	
Stabilité de l'indication	Inférieure à 10 % de la déviation angulaire maximale sur toutes les échelles pour les affichages linéaires. Inférieure à 20 % de la déviation angulaire équivalente à une décade pour les affichages logarithmiques. Inférieure à 10 % de l'indication pour les affichages numériques	25.6	
Stabilité de déclenchement de l'alarme	Inférieure à 20 % de la valeur du point de réglage sur une période de 1 mois	26.6	
Etendue de déclenchement de l'alarme	Conformément à l'article 12 de la CEI 951-1	26.7	
Alarmes de défaut de l'ensemble	Alarme "niveau bas" conformément à l'article 12 de la CEI 951-1. Les autres alarmes font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur	26.8	
Temps de réponse	Conformément aux spécifications du constructeur		21.2***

* Voir aussi 7.3.

** Cette publication est en préparation.

*** La méthode d'essai spécifiée doit être utilisée avec les valeurs de performance agréées remplaçant celles de la CEI 532.