

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

951-4

Première édition
First edition
1991-12

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

Partie 4:
Fluides de processus des centrales nucléaires
à eau légère

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

Part 4:
Process stream in light water nuclear
power plants



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 951-4: 1991

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**

951-4

Première édition
First edition
1991-12

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

Partie 4:
Fluides de processus des centrales nucléaires
à eau légère

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

Part 4:
Process stream in light water nuclear
power plants

© CEI 1991 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 et objet	6
2 Références normatives	6
3 Terminologie	8
4 Principes de conception.....	8
5 Systèmes faisant l'objet d'une surveillance	10
6 Critères de sélection et de conception des moniteurs	12
7 Essais	14
8 Certificat, manuel et rapport des 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

WITNESS
IECNORM.COM: Click to view the PDF of IEC 951-4:1997

CONTENTS

	Page
Foreword.....	5
Clause	
1 Scope and object.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terminology	9
4 Design principles	9
5 Systems to be monitored	11
6 Monitor design and selection criteria.....	13
7 Testing.....	15
8 Certificate, 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

Partie 4: Fluides de processus des centrales nucléaires à eau légère

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 partie de la Norme internationale CEI 951 a été établie par le Sous-Comité 45A: Instrumentation des réacteurs, du Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Elle constitue la partie 4 de la CEI 951.

Le texte de cette partie est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
45A(BC)122	45A(BC)125

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

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de la CEI 951.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION MONITORING EQUIPMENT FOR ACCIDENT
AND POST-ACCIDENT CONDITIONS IN NUCLEAR POWER PLANTS****Part 4: Process stream in light water nuclear power plants**

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 part of International Standard IEC 951 has been prepared by Sub-Committee 45A: Reactor instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45: Nuclear instrumentation.

It forms Part 4 of IEC 951.

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

DIS	Report on Voting
45A(CO)122	45A(CO)125

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

Annex A forms an integral part of this part of IEC 951.

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

Partie 4: Fluides de processus des centrales nucléaires à eau légère

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 951 est applicable aux ensembles de surveillance des substances radioactives susceptibles d'être présentes dans les fluides de processus des centrales nucléaires à eau légère lors de conditions accidentelles ou post-accidentelles.

Cette partie donne les critères destinés à la conception, au choix, à l'emplacement fonctionnel, aux essais et à l'étalonnage du matériel fixe utilisé pour la surveillance radioactive en continu des fluides de processus des centrales fonctionnant pendant des conditions accidentelles ou après celles-ci.

Les matériels suivants n'entrent pas dans le domaine de cette partie :

- les équipements de surveillance des rayonnements des fluides de processus radioactifs pour les conditions normales de fonctionnement et lors d'incidents (voir CEI 768);
- les équipements de surveillance des effluents radioactifs liquides, gazeux et des aérosols (voir CEI 761, CEI 861 et CEI 951-2);
- les équipements de surveillance de la radioactivité de l'air dans les centrales nucléaires.

Dans les réacteurs à eau légère, les systèmes sont conçus pour fournir plusieurs barrières entre les produits de fission existant dans les éléments combustibles du réacteur et l'environnement. L'équipement de surveillance des rayonnements des fluides de processus radioactifs est utilisé pour surveiller l'intégrité de certaines de ces barrières et avertir le personnel d'exploitation de toute panne ou tout fonctionnement défectueux. Après un accident, certains de ces moniteurs doivent aider les opérateurs à déterminer les conditions de fonctionnement de la centrale ou du système.

L'objet de cette partie de la CEI 951 consiste à établir les prescriptions spécifiques, les caractéristiques techniques et les conditions générales d'essais pour les équipements de surveillance des fluides de processus requis pendant et après un accident. Ces équipements peuvent comprendre un équipement de détection des ruptures dans les systèmes contenant de la radioactivité, d'évaluation des rejets potentiels de la centrale et d'assistance pour un plan d'urgence. Ce matériel est parfois également considéré comme matériel de surveillance post-accidentelle.

Les prescriptions générales pour les caractéristiques techniques, les procédures d'essais, les caractéristiques des rayonnements, les caractéristiques électriques, mécaniques et d'environnement sont données dans la CEI 951-1. Il convient d'examiner les prescriptions de la présente partie en parallèle avec celles de la CEI 951-3.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 951. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 951 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur.

CEI 557: 1982, Terminologie CEI sur les réacteurs nucléaires.

CEI 761: Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux.

CEI 768: 1983, Equipement pour la surveillance des rayonnements des fluides de processus pour les conditions normales de fonctionnement et d'incidents des réacteurs nucléaires à eau légère.

CEI 780: 1984, Qualification des constituants électriques du système de sûreté des centrales électronucléaires.

CEI 861: 1987, Equipement de surveillance en continu des radionucléides bêta et gamma dans les effluents liquides.

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

Part 4: Process stream in light water nuclear power plants

1 Scope and object

This part of IEC 951 is applicable to equipment for the monitoring of radioactive substances within plant-process streams of stationary nuclear power plants using light water reactors during and after accident conditions.

This part provides criteria for the design, selection, functional location, testing and calibration of stationary radiation monitoring equipment to be used for continuous monitoring of plant process streams in operation during and after accident conditions.

The following are not within the scope of this part:

- process stream radiation monitoring equipment for normal and incident conditions (see IEC 768);
- monitoring equipment for liquid, gaseous and airborne radioactive effluents (see IEC 761, IEC 861 and IEC 951-2);
- monitoring equipment for radioactivity of air within nuclear power plants.

In light water reactors, systems are designed to provide several barriers between the fission products within the reactor fuel elements and the environment. Process radiation monitoring equipment is used to monitor the integrity of some of these barriers and to alert operating personnel of any malfunction or failure. Following an accident, some of these monitors are relied upon by the operator to determine plant or system operating conditions.

The object of this part of IEC 951 is to lay down specific requirements, including technical characteristics and general test conditions for process stream radiation monitoring equipment required during and after an accident. This may include equipment for detection of rupture in systems containing radioactivity, assessment of potential releases from the plant and assistance for emergency planning. This equipment is also sometimes referred to as post-accident monitoring equipment.

General requirements for technical characteristics, test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical and environmental characteristics are given in IEC 951-1. The requirements of this standard should also be considered in conjunction with IEC 951-3.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 951. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 951 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

- IEC 557: 1982, IEC terminology in the nuclear reactor field.
IEC 761: Equipments for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents.
IEC 768: 1983, Process stream radiation monitoring equipment in light water nuclear reactors for normal operating and incident conditions.
IEC 780: 1984, Qualification of electrical items of the safety system for nuclear power generating stations.
IEC 861: 1987, Equipment for continuously monitoring for Beta and Gamma emitting radionuclides in liquid effluents.

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 951-2: 1988, Matériels de surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-accidentelles dans les centrales nucléaires - Deuxième partie: Ensembles de surveillance en continu de la radioactivité des gaz rares dans les effluents gazeux.

CEI 951-3: 1989, 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.

CEI 980: 1989, Pratiques recommandées pour la qualification sismique du matériel électrique du système de sûreté dans les centrales électronucléaires.

3 Terminologie

Fluides de processus

Les fluides de processus sont constitués par les systèmes de fluides en cycle fermé utilisés pour refroidir les composants ou les systèmes radioactifs des centrales nucléaires, et dont le but est de fournir une barrière pour les rejets de radioactivité dans l'environnement.

Le système de refroidissement primaire, le système de refroidissement du combustible irradié, le système de refroidissement en eau des composants, etc., constituent des exemples de fluides de processus.

La surveillance de la radioactivité de ces fluides de processus en cycle fermé donne une information sur la qualité ou sur l'intégrité des barrières et sur les rejets potentiels dans l'environnement.

4 Principes de conception

Les principes généraux de conception sont énoncés dans la CEI 951-1 (voir, par exemple, les articles 6 et 7 de cette norme). De plus, les aspects suivants doivent être pris en considération pour la conception du matériel.

Les prescriptions sur les ensembles de surveillance des rayonnements des fluides de processus, lors de conditions accidentelles ou post-accidentelles, sont spécifiques à chaque centrale, dont la conception doit être étudiée afin de déterminer les emplacements où le matériel de surveillance s'avère nécessaire.

Cette étude doit prévoir:

- a) la détection de ruptures dans l'enceinte de pression du circuit primaire;
- b) les moniteurs qui sont utilisés par l'opérateur pour déclencher les plans d'urgence et actionner manuellement les contrôles d'urgence;
- c) les informations essentielles à l'opérateur pour la prise de décision d'actions d'urgence.

Les ensembles de surveillance des rayonnements des fluides de processus couverts par cette partie sont normalement installés dans des zones où l'on peut rencontrer différentes conditions d'environnement. Ils doivent de ce fait être conçus de manière à supporter les conditions de l'environnement local reconnu comme approprié à la conception des systèmes et/ou des composants du réacteur pendant les conditions accidentelles et post-accidentelles; ils doivent permettre le changement d'emplacement du matériel, des sources de rayonnements ou des structures de protection, à la suite d'incidents sismiques.

Il faut, le cas échéant, porter une attention particulière à la température, à son taux de variation, aux vibrations, à l'humidité, à la pression, aux fluides agressifs ou corrosifs, à la poussière et autres conditions physiques contraignantes, ainsi qu'au niveau de rayonnement et à la dose intégrée à l'emplacement de l'équipement de surveillance.

IEC 951-1: 1988, Radiation monitoring equipment for accident and post-accident conditions in nuclear power plants - Part 1: General requirements.

IEC 951-2: 1988, Radiation monitoring equipment for accident and post-accident conditions in nuclear power plants - Part 2: Equipment for continuously monitoring radioactive noble gases in gaseous effluents.

IEC 951-3: 1989, Radiation monitoring equipment for accident and post-accident conditions in nuclear power plants - Part 3: High range area gamma radiation dose rate monitoring equipment.

IEC 980: 1989, Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations.

3 Terminology

Process streams

Process streams are the closed cycle fluid systems which are used to cool nuclear power plant radioactive components or systems and which provide a barrier against release of radioactivity to the environment.

Examples of process streams are the primary coolant system, the spent fuel cooling system, the component cooling water system, etc.

Monitoring of these closed cycle process streams for radioactivity provides information on the quality or integrity of the barrier and on any potential release to the environment.

4 Design principles

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

The requirements of process stream radiation monitoring equipment for accident or post-accident conditions are plant specific, therefore, the plant design shall be reviewed to determine locations where monitoring equipment is required.

The review shall consider:

- a) the detection of rupture of pressure boundaries of important systems such as the primary coolant system;
- b) the selected monitors which the operator will use to actuate emergency plans and initiate emergency controls manually;
- c) the information essential to the operator for use in deciding on emergency actions.

Process stream radiation monitoring equipment covered in this part is normally installed in areas where a variety of environmental conditions may be encountered. The equipment shall therefore be designed to withstand the local environmental conditions identified as appropriate for the design of the reactor systems and components during accident and post-accident conditions; these environmental conditions shall include the possibility of relocation of equipment, radiation sources or shielding structures due to seismic events.

Special attention, where applicable, shall be given to temperature, 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 dose at the location of the monitoring equipment.

La gamme de mesures prescrite et la précision doivent être adaptées au niveau et aux variations des rayonnements des fluides dans les conditions accidentelles et post-accidentelles. L'équipement doit être conçu de manière à fournir un affichage et/ou un enregistrement continu des rayonnements et, de plus, un signal d'alarme dès que le niveau de rayonnement dépasse une valeur préétablie. Les informations doivent être retransmises à distance, habituellement en salle de commande ou dans une zone voisine. Les signaux peuvent être utilisés à des fins de commande et/ou de déclenchements d'actions de protection ou de dispositifs de sauvegarde. 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 de structures, systèmes ou composants, l'équipement peut alors faire partie des systèmes liés à la sûreté ou du système de protection. Il doit, dans ce cas, répondre aux exigences du système correspondant.

Il faut tenir compte du fait que les matériaux utilisés pour la construction des moniteurs sont susceptibles de dégager des substances toxiques ou corrosives dans des conditions d'environnement sévères telles que les incendies et les températures ou les rayonnements élevés. La conception des ensembles doit réduire cela autant que possible par le choix des matériaux et leur conditionnement approprié.

Chaque condition accidentelle pour laquelle l'équipement est destiné à être utilisé doit être analysée afin de déterminer:

- a) la gamme de concentration de la radioactivité ou du débit de dose à l'emplacement prévu du moniteur;
- b) les conséquences des erreurs de mesure et les bases pour la précision requise des mesures;
- c) les actions des opérateurs et/ou dispositifs de verrouillage et les bases pour le temps de réponse requis du moniteur;
- d) les variations prévues des paramètres accidentels et leurs conséquences sur le besoin d'informations de tendance;
- e) les prescriptions d'affichage des informations correspondantes.

NOTE - Il convient de ne pas oublier que les signaux de sortie de ces instruments devront être liés aux autres paramètres de la centrale.

5 Systèmes faisant l'objet d'une surveillance

Lors de l'examen des besoins potentiels en ensembles de surveillance à large gamme, les systèmes suivants doivent être étudiés.

5.1 Principales tuyauteries vapeur

Les principales tuyauteries vapeur doivent être instrumentées pour déterminer :

- dans les réacteurs PWR, une rupture des tubes des générateurs de vapeur et la détermination du générateur de vapeur concerné;
- dans les réacteurs BWR, la rupture de gaine du combustible.

5.2 Vide au condensateur

Dans les PWR, le vide au condensateur peut faire l'objet d'une surveillance afin de détecter une fuite des tubes du générateur de vapeur.

5.3 Système de refroidissement de l'enceinte de confinement

Le système de refroidissement de l'enceinte de confinement autre que le système d'arrosage peut faire l'objet d'une surveillance, afin de détecter les fuites potentielles dans l'atmosphère de l'enceinte de confinement dans les dispositifs réfrigérants ou les refroidisseurs situés dans l'enceinte de confinement.

The measuring range and accuracy shall be suitable for the level and the variation of radiation in the process during accident and post-accident conditions. The equipment shall be designed to provide continuous display and 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 any necessary initiation of protective actions or engineered safety features. In this case, they shall be provided in the control room.

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

Consideration shall be given to the possibility that materials used in the construction of the monitors may release poisonous or corrosive substances under adverse environmental conditions, such as fire, high temperature or high radiation. As far as practicable, the design shall minimize this by the choice of materials and appropriate containment of materials.

Each accident condition for which the equipment is to be used shall be analyzed to determine:

- a) the range of the radiation concentration or dose rate at the intended location of the monitor;
- b) the consequences of error in measurement and the basis for the required accuracy of the measurement;
- c) the operator actions and any interlocks and the basis for the response time requirement of the monitor;
- d) the expected changes in accident parameters and their relation to the need for trend information;
- e) the requirement for display of related information.

NOTE - Consideration should be given to the need to relate the output signals from these instruments to other plant parameters.

5 Systems to be monitored

The following systems shall be considered in the review of the potential need for monitoring equipment.

5.1 Main steam lines

The main steam line shall be monitored to determine:

- in PWR, the failure of steam generator tubes. In addition, it may be used to assist in the determination of which steam generator is affected;
- in BWR, the failure of fuel cladding.

5.2 Condenser vacuum

In PWR, the condenser vacuum may be monitored to detect leakage in the steam generator tubes.

5.3 Containment cooling system

The containment cooling system other than any containment spray system may be monitored to detect potential leakage from the containment atmosphere to the coolers located in the containment.

5.4 *Système de refroidissement des composants réfrigérants intermédiaires*

Le système de réfrigération intermédiaire peut faire l'objet d'une surveillance, afin de détecter les pannes potentielles des dispositifs réfrigérants, lors de conditions accidentelles.

5.5 *Système d'extraction de la puissance résiduelle (EPR)*

Le système de refroidissement utilisé pour extraire la chaleur du système EPR peut faire l'objet d'une surveillance, pour la détection de ruptures dans les refroidisseurs EPR lors de conditions post-accidentelles.

5.6 *Système d'extraction de l'espace annulaire*

Le système de confinement conçu avec un système annulaire ventilé peut être équipé de moniteurs pour détecter les fuites potentielles de l'enveloppe pare-vapeur de l'enceinte de confinement.

5.7 *Système de refroidissement du combustible irradié*

Des moniteurs de rayonnement peuvent être prévus pour la détection et la surveillance d'un accident de combustible irradié.

L'emplacement de ces moniteurs est en général situé au niveau:

- du pont de manutention du combustible;
- du système de refroidissement en eau de la piscine.

NOTE - En plus de la surveillance de ces systèmes, une surveillance post-accidentelle de l'activité des aérosols est souhaitable. Celle-ci peut comprendre l'atmosphère de l'enceinte de confinement, la purge de l'enceinte de confinement, l'atmosphère du bâtiment combustible, etc. Dans les réacteurs PWR, il y a lieu de tenir compte des systèmes de surveillance de l'intégrité de la gaine du combustible. Cependant, cette surveillance des aérosols n'est pas couverte par la présente partie. Les moniteurs de rayonnement à large gamme pour les conditions post-accidentelles sont couverts par la CEI 951-3.

6 **Critères de sélection et de conception des moniteurs**

Un moniteur de processus type consiste en un détecteur placé dans une enceinte blindée, effectuant la surveillance en continu d'un échantillon du fluide de processus ou directement exposé à celui-ci. Le signal émis par le détecteur s'affiche, après traitement électronique, dans la salle de commande de la centrale. Un enregistrement de tendance fournit alors à l'opérateur des indications sur l'efficacité de ses actions et sur la progression de l'événement.

Les critères suivants doivent être pris en considération dans le choix des ensembles de surveillance du processus.

6.1 *Sous-ensemble détecteur*

6.1.1 *Critères d'emplacement*

Les détecteurs doivent être situés dans un emplacement déterminé par la surveillance de la centrale. Cet emplacement doit être choisi en tenant compte de la radioactivité correspondant aux conditions post-accidentelles et de la nécessité d'un blindage qui en réduit les effets.

Les conditions d'environnement et de fonctionnement les plus défavorables doivent être identifiées et spécifiées pour la conception du matériel et celui-ci doit être essayé pour ces conditions. Ces conditions doivent inclure la température, l'humidité, les conditions d'alimentation, la fréquence radio et les interférences électromagnétiques. Les prescriptions générales de la CEI 951-1 doivent être étendues autant que nécessaire pour satisfaire aux conditions requises.

Pour faciliter la maintenance et le réétalonnage, il convient de placer le détecteur dans une zone non encombrée et réduire autant que possible le stockage du matériel servant à la maintenance, tel que outils, échelles et poteaux.

Des exemples d'emplacements possibles sont donnés dans l'annexe A.

5.4 *Component cooling system*

The component cooling system may be monitored to detect potential failure of coolers during accident conditions.

5.5 *Residual heat removal system (RHR)*

The cooling system used to extract heat from the RHR system may be monitored for detection of rupture in RHR coolers in post-accident conditions.

5.6 *Containment annulus exhaust system*

The containment system designed with a ventilated annulus system may have monitors to detect potential leakage of the containment vapor barrier.

5.7 *Spent fuel cooling system*

Radiation monitors may be provided to detect and monitor a spent fuel accident.

Typical location of monitors is:

- fuel handling bridge;
- pool cooling water system.

NOTE - In addition to the systems identified above, post-accident monitoring of a range of airborne activities is likely to be appropriate. This may include containment atmosphere, containment purge, fuel building atmosphere, etc. In PWR, systems monitoring the integrity of the fuel cladding should be considered. But these are not within the scope of this part. High range area radiation monitors for post-accident indication are covered in IEC 951-3.

6 **Monitor design and selection criteria**

A typical process monitor consists of a detector located in a shielded enclosure. The detector may monitor either a continuous sample of the process fluid or it may be exposed directly to the process fluid. Normally, the signal from the detector is displayed, after electronic processing, in the plant control room and recording is provided for trending, thus providing the plant operator with an indication of how the event progresses and the effectiveness of his actions.

The following criteria shall be considered in the selection of process monitoring equipment.

6.1 *Detector sub-assembly*

6.1.1 *Location criteria*

Detectors shall be located as determined by the plant review. The location shall be selected considering the post-accident radiation background and the need for shielding to minimize its effect.

The "worst case" environmental and operational conditions at the location shall be identified and specified for the equipment design and the equipment tested to these conditions. These conditions shall include temperature, humidity, power supply conditions, radio frequency and electromagnetic interference. The general requirements of IEC 951-1 shall be extended as necessary to meet the identified conditions.

To allow for ease of maintenance and recalibration, the selected locations should require the minimum use of maintenance equipment such as ladders, poles or tools and should provide an uncluttered area near the detector to allow for calibration.

Examples of possible locations are given in annex A.

6.1.2 *Etendue de mesure*

La sélection de l'étendue de mesure doit prendre en compte les sources de rayonnement spécifiques à la conception de chaque centrale. L'étendue de mesure des moniteurs doit être choisie pour garantir que les mesures restent à l'échelle pour toutes les conditions accidentelles nécessitant leur utilisation.

Le détecteur doit être capable d'effectuer efficacement les mesures pendant la durée de fonctionnement du système de processus.

Les ensembles de surveillance qui doivent déclencher les signaux d'urgence essentiels destinés à limiter les conséquences d'une brèche, doivent répondre aux critères de défaillance unique conformément à la CEI 557, et être qualifiés pour remplir leur fonction prévue dans l'atmosphère accidentelle de l'environnement pendant une période de 100 jours au moins, ou durant toute période exigée par les règles nationales appropriées. En outre, il se peut que les détecteurs soient qualifiés sur le plan sismique conformément à la CEI 980.

Des exemples de gammes typiques possibles sont donnés à l'annexe A.

6.1.3 *Précision de mesure*

Le détecteur et son unité de traitement électronique doivent prévoir une erreur intrinsèque relative inférieure à $\pm 25\%$ sur toute l'étendue de mesure.

6.1.4 *Réponse en énergie*

Le détecteur peut être choisi pour détecter les rayonnements bêta ou gamma. Une analyse doit démontrer que le rayonnement détecté est représentatif du rejet potentiel.

6.2 *Indications locales et unités d'alarme*

Des indications locales et des unités d'alarme peuvent être prévues dans le voisinage du détecteur pour la maintenance et l'étalonnage pendant le fonctionnement normal de la centrale.

Les indications locales et unités d'alarme doivent être, le cas échéant, qualifiées selon les mêmes prescriptions que le détecteur, ou il faut faire la preuve que leur éventuelle panne n'affectera pas les fonctions essentielles du moniteur.

7 **Essais**

Les prescriptions de la CEI 951-1 sont en général applicables. L'étendue des essais appropriés définis par ces documents doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur. Sauf accord contraire, les essais résumés dans les tableaux 2 et 3 doivent être effectués avec les essais complémentaires comme requis. De plus, le tableau 1 dresse la liste des conditions normales d'essais s'appliquant à ces essais.

Il faut, en outre, satisfaire aux prescriptions d'essais suivantes.

7.1 *Qualification sismique*

Si cette qualification s'avère nécessaire, les composants de l'instrumentation, y compris les câbles et les connecteurs, doivent faire l'objet d'essais de qualification suivant un spectre sismique couvrant les événements sismiques prévus, qui sont spécifiques à l'installation, et cela, pour chaque composant.

7.2 *Essais de qualification d'environnement*

Des essais de type doivent être réalisés conformément à la CEI 780 afin de démontrer la capacité des composants (détecteurs, 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, aspersions et vapeur) à partir d'un accident hypothétique, et à continuer de fonctionner pendant le temps minimal nécessaire pour obtenir des informations sur les rayonnements.

6.1.2 *Range of measurement*

The selection of the range of measurement shall take into account the radiation sources unique to individual plant designs. The range of the monitors shall be selected to ensure that the measurement remains on-scale for all accident conditions for which their use is claimed.

The detector shall be designed to measure effectively for the period of time the process system remains operational.

The monitoring relied upon to generate essential trip signals used to mitigate the consequence of a rupture shall meet the single failure criteria in accordance with IEC 557 and shall be qualified to perform the intended functions in the accident environment atmosphere for a period of at least 100 days, or any other period of time as may be required by relevant national regulations. Further, the detectors may have to be seismically qualified in accordance with IEC 980.

Examples of possible ranges are given in annex A.

6.1.3 *Measurement accuracy*

The detector and its electronic processing unit shall provide for a relative intrinsic error of less than $\pm 25\%$ over the entire range.

6.1.4 *Energy response*

The detector may be selected to respond to either beta or gamma radiation. An analysis shall demonstrate that the radiation detected is representative of the potential release.

6.2 *Local indication and alarm units*

Local indication and alarm units may be provided at locations close to the detector for the purpose of maintenance and calibration during normal plant operation.

When provided, the local indication and alarm units shall be qualified to the same requirements as the detector, or it shall be demonstrated that their failure will not affect the essential function of the monitor.

7 **Testing**

In general, the requirements of IEC 951-1 are applicable. The extent of relevant testing shall be agreed between the manufacturer and the purchaser. Unless otherwise agreed, the tests summarized in tables 2 and 3 shall be carried out together with additional tests as required. 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 cable and connectors shall be tested for qualification according to a seismic spectrum which covers the anticipated seismic event which is specific to the installation and to each instrument component.

7.2 *Environmental qualification tests*

Type tests shall be carried out according to IEC 780 to demonstrate the ability of the components (detectors, 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 a postulated accident and to demonstrate their ability to continue to function for the minimum time the radiation information is needed.

7.3 *Surcharge*

Du fait de la grande étendue de mesure de certains matériels couverts par cette partie, il peut s'avérer impossible de réaliser les essais de surcharge de rayonnements définis dans la CEI 951-1. Dans ce cas, le fabricant pourra, avec l'accord de l'acheteur, prouver les performances de surcharge en évaluant les performances du détecteur et du sous-ensemble électronique, à l'aide d'une extrapolation à partir des essais de rayonnement les plus élevés possibles.

8 **Certificat, manuel et rapport des essais de type**

La documentation spécifiée dans les articles 30 à 33 de la CEI 951-1 doit être fournie.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60951-4:1997

Withdrawn

7.3 Overload

In view of the high range of measurement of some equipment covered by this part, it may not be practicable to apply the radiation overload tests defined in IEC 951-1. In this case, with the agreement of the purchaser, the manufacturer may demonstrate the 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, manual and type test report

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60951-4:1997

Withd 2020

Tableau 1 - Conditions de référence et conditions normales d'essais

Grandeur d'influence	Conditions de référence	Conditions normales d'essais
Rayonnement de référence	En accord avec les spécifications	En accord avec les spécifications
Temps de chauffage (pour tout l'équipement)	60 min	> 60 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	Tension d'alimentation nominale U_N	Tension d'alimentation nominale $U_N \pm 1\%$
Fréquence d'alimentation	Fréquence d'alimentation nominale	Fréquence d'alimentation nominale $\pm 0,5\%$
Forme d'onde de la tension (pour les alimentations alternatives)	Sinusoïdale	Sinusoïdale avec un taux de distorsion harmonique inférieur à 5 %
Bruit de fond de rayonnement gamma	En accord avec les spécifications	En accord avec les spécifications
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la plus faible valeur qui provoque une interférence
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure à deux fois la valeur de l'induction causée par le champ magnétique terrestre
Orientation de l'ensemble	Doit être précisée par le constructeur	Orientation prévue $\pm 10\%$
Contrôle de l'ensemble	Réglé pour les conditions normales	Réglé pour les conditions normales
Contamination par des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable
* Quand la technique de détection est particulièrement sensible aux variations de pression atmosphérique, les conditions doivent être limitées à $\pm 5\%$ de la pression de référence.		

Table 1 - Reference conditions and standard test conditions

Influence quantity	Reference conditions	Standard test conditions
Reference radiation	In accordance with specification	In accordance with specification
Warm-up time (whole equipment)	60 min	>60 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	Nominal supply voltage $U_N \pm 1 \%$
Power supply frequency	Nominal supply frequency	Nominal supply frequency $\pm 0,5 \%$
Power supply waveform (for a.c. only)	Sinusoidal	Sinusoidal with a total harmonic distortion less than 5 %
Gamma radiation background	In accordance with specification	In accordance with specification
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 $\pm 10 \%$
Assembly controls	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible
* Where the detection technique is particularly sensitive to variation in atmospheric pressure, the conditions shall be limited to $\pm 5 \%$ of the reference pressure.		

Tableau 2 - Essais effectués dans les conditions normales d'essais

Caractéristiques en essai	Prescriptions	Référence (paragraphe) CEI 951-1
Réponse de référence	En accord avec les spécifications du constructeur	25.1
Erreur relative intrinsèque (E_i)	$\pm 25 \%$	25.2
Surcharge	Doit rester à l'indication maximale pour une exposition égale à une activité dix fois celle qui donnerait la déviation maximale	25.5
Fluctuations statistiques	Coefficient de variation inférieur à 10 % pour les affichages à 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 gammes pour les instruments à échelle linéaire. Inférieure à 20 % de la déviation angulaire équivalente à une décade pour les échelles logarithmiques. Inférieure à 10 % de l'indication pour les affichages numériques	25.6
Stabilité du déclenchement de l'alarme	Inférieure à 20 % de la valeur de réglage sur une période de 1 mois	26.6
Gamme de réglage de l'alarme	En accord avec l'article 12 de la CEI 951-1	26.7
Alarmes de défaut	Alarme bas niveau en accord avec 12.2 de la CEI 951-1. Les autres alarmes par accord entre le constructeur et l'acheteur	26.8
Temps de réponse	En accord avec les spécifications du constructeur	