

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60768

Première édition
First edition
1983-01

**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**

**Process stream radiation monitoring equipment
in light water nuclear reactors for
normal operating and incident conditions**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60768: 1983

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

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 60000 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**

60768

Première édition
First edition
1983-01

**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**

**Process stream radiation monitoring equipment
in light water nuclear reactors for
normal operating and incident conditions**

© IEC 1983 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

K

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Définitions	6
2.1 Fluides de processus	6
2.2 Essais de qualification	8
2.3 Essai en usine	8
3. Principes de conception	8
4. Fluides de processus surveillés	8
5. Conception des moniteurs et critères de choix	10
5.1 Caractéristiques du fluide	10
5.2 Type de détecteur	10
5.3 Conditions de mesure	10
5.4 Traitement de signaux et affichage	12
5.5 Alarmes	12
6. Critères d'emplacement des sous-ensembles détecteurs	12
7. Alimentation électrique	14
8. Etalonnage	14
9. Essais	16
9.1 Aptitude aux essais	16
9.2 Procédures d'essai	16
9.3 Remplacement des pièces défectueuses	18
Références	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	7
2.1 Process streams	7
2.2 Qualification test	9
2.3 Factory test	9
3. Design principles	9
4. Process streams monitored	9
5. Monitor design and selection criteria	11
5.1 Stream characteristics	11
5.2 Detector type	11
5.3 Measurement requirements	11
5.4 Signal processing and display	13
5.5 Alarms	13
6. Location criteria for detector sub-assemblies	13
7. Power supply	15
8. Calibration	15
9. Testing	17
9.1 Testability	17
9.2 Test procedures	17
9.3 Replacement of defective items	19
References	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉQUIPEMENT POUR LA SURVEILLANCE DES RAYONNEMENTS
DES FLUIDES DE PROCESSUS
POUR LES CONDITIONS NORMALES DE FONCTIONNEMENT
ET D'INCIDENTS DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU LÉGÈRE**

PRÉAMBULE

- 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.

PRÉFACE

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

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Tokyo en 1981. A la suite de cette réunion, un projet, document 45A(Bureau Central)76, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1982.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne
Australie
Autriche
Belgique
Bulgarie
Canada
Chine
Egypte
Espagne

Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Pays-Bas
Pologne
République Démocratique Allemande
Suède
Union des Républiques
Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PROCESS STREAM RADIATION MONITORING EQUIPMENT
IN LIGHT WATER NUCLEAR REACTORS FOR
NORMAL OPERATING AND INCIDENT CONDITIONS**

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.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 45A: Reactor Instrumentation, of IEC Technical Committee No.45: Nuclear Instrumentation.

A first draft was discussed at the meeting held in Tokyo in 1981. As a result of this meeting, a draft, Document 45A(Central Office)76 was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1982.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Austria
Belgium
Bulgaria
Canada
China
Egypt
Finland
France

German Democratic Republic
Germany
Netherlands
Poland
Spain
Sweden
Union of Soviet
Socialist Republics
United States of America

ÉQUIPEMENT POUR LA SURVEILLANCE DES RAYONNEMENTS DES FLUIDES DE PROCESSUS POUR LES CONDITIONS NORMALES DE FONCTIONNEMENT ET D'INCIDENTS DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU LÉGÈRE

INTRODUCTION

Une information concernant les niveaux de radioactivité des fluides de processus des réacteurs à eau légère (boucles à eau et eau/vapeur) est nécessaire pour pouvoir estimer les performances d'une centrale, fournir suffisamment tôt des indications sur d'éventuelles émissions radioactives et permettre aux opérateurs de prendre les mesures appropriées pour le contrôle de ces émissions radioactives.

Cette tâche est généralement effectuée par des détecteurs de rayonnements de fluides radioactifs à poste fixe.

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux équipements destinés à la surveillance de substances radioactives susceptibles d'être présentes dans les fluides de processus des centrales nucléaires à eau légère dans les conditions normales de fonctionnement (en régime établi) et lors d'incidents de fonctionnement prévus.

Cette norme apporte 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.

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

- l'équipement de surveillance des rayonnements des fluides radioactifs en condition d'accident;
- l'équipement de surveillance des effluents radioactifs, liquides, gazeux, ou des décharges, en conditions normales de fonctionnement spécifiées, en conditions d'incidents de fonctionnement prévus et d'accidents.

2. Définitions

Les définitions suivantes sont applicables pour les besoins de la présente norme:

2.1 Fluides de processus

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

Exemples de fluides de processus: le système de refroidissement primaire, le système de refroidissement du combustible irradié, le système de refroidissement des composants, etc.

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

PROCESS STREAM RADIATION MONITORING EQUIPMENT IN LIGHT WATER NUCLEAR REACTORS FOR NORMAL OPERATING AND INCIDENT CONDITIONS

INTRODUCTION

Information regarding the levels of radioactive materials in defined process streams of light water reactors (water- and water/steam-loops) is necessary to evaluate plant performance, to provide at an early stage information on possible radioactive releases, and to allow plant operators to take actions as are necessary to control these radioactive releases.

This task will normally be carried out by installed process stream radiation monitors.

1. Scope

This standard is applicable to equipment for the monitoring of radioactive substances within plant process streams of stationary nuclear power plants with light-water reactors during specified normal operation (routine operation) and during anticipated operational occurrences (incidents).

This standard provides criteria for the design, selection, functional location, testing, and calibration of stationary radiation equipment to be used for continuous monitoring of plant process streams.

The following are not within the scope of this standard:

- process stream radiation monitoring equipment for accident conditions.
- monitoring equipment for liquid, gaseous and air-borne radioactive effluents or discharges during specified normal operation, anticipated operational occurrences and accidents.

2. Definitions

The following definitions apply for the purpose of this standard:

2.1 *Process streams*

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

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

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

2.2 Essais de qualification

Essais réalisés sur les équipements choisis afin de vérifier la validité de la conception et sa conformité aux spécifications ayant fait l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur pour les conditions normales de fonctionnement et les conditions d'incidents de fonctionnement prévus.

2.3 Essai en usine

Essai réalisé sur chaque équipement pendant et après la fabrication afin de vérifier la conformité de son fonctionnement aux spécifications.

3. Principes de conception

Les moniteurs de rayonnement des fluides de processus sont normalement installés dans des zones où l'on peut rencontrer diverses conditions d'environnement. Ils doivent être conçus de manière à supporter les conditions du proche environnement indiquées dans les principes conceptuels des systèmes et/ou des composants du réacteur. Il faut, le cas échéant, porter une attention toute particulière à la température, à son taux de variation, aux vibrations, à l'humidité, à la pression et au niveau de rayonnement à l'emplacement de l'équipement de surveillance.

La gamme et la précision de mesure doivent être adaptées au niveau et aux variations de concentration radioactive des fluides surveillés de la centrale dans les conditions normales de fonctionnement et les conditions d'incidents de fonctionnement prévus.

Les moniteurs de rayonnement des fluides doivent être conçus de manière à fournir en continu un affichage et/ou un enregistrement de la concentration radioactive et fournir un signal d'alarme lorsque celle-ci dépasse des niveaux prédéterminés. Ces fonctions doivent être retransmises à distance, 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; dans ce cas, ils doivent être installés dans la 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 fait alors partie des systèmes liés à la sûreté ou du système de protection. Il doit, dans ce cas, répondre aux exigences du système correspondant.

4. Fluides de processus surveillés

Les fluides dont le niveau de radioactivité peut être surveillé en continu comprennent:

4.1 Les boucles principales de refroidissement du réacteur (eau et/ou vapeur).

On peut également obtenir des informations sur l'activité de la boucle de refroidissement primaire, par prélèvement d'échantillons à intervalles de temps appropriés ou en contrôlant l'un des circuits associés à condition que les temps de retard et de dilution soient acceptables.

Les circuits associés sont le circuit d'épuration du réfrigérant primaire, ou le circuit extérieur du séparateur à gaz.

4.2 La boucle secondaire de refroidissement du réacteur (vapeur ou purge de déconcentration), le cas échéant.

4.3 Le système de refroidissement de l'eau en circuit fermé (BWR) ou les boucles de refroidissement des composants (PWR), dans le cas où les systèmes ou boucles peuvent être contaminés par la radioactivité.

2.2 *Qualification test*

Tests performed on selected equipment to verify the adequacy of the design and that the equipment meets the specifications agreed upon between manufacturer and user under normal (operational) conditions and anticipated operational occurrences.

2.3 *Factory test*

Test performed on each equipment item during and after production to verify the correct functioning of the equipment as specified.

3. **Design principles**

Process stream radiation monitors are normally installed in areas where a variety of environmental conditions may be encountered. They shall be designed to withstand the nearby environmental conditions given by the design principles of the reactor systems and/or components. Special attention, where applicable, shall be given to temperature, its rate of change, vibration, humidity, pressure, and radiation level at the location of the monitoring equipment.

The measuring range and accuracy shall be suitable for the level of and the variation in radioactive concentration of the monitored plant process stream during specified normal operation and anticipated operational occurrences.

Process radiation monitors shall be designed to provide continuous display and/or recording of radioactive concentration, and to provide an alarm signal when the radioactive concentration exceeds predetermined levels. These functions 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 actions; 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 belongs to safety-related systems or the protection system. In this case, it shall meet the requirements of the respective systems.

4. **Process streams monitored**

Process streams which may be monitored continuously for their level of radioactivity, include:

4.1 **Primary reactor cooling loops (water and/or steam).**

Information about primary cooling loop activity may also be obtained by taking samples at appropriate time intervals or by monitoring one of the associated systems, provided time delays and dilution are acceptable.

Associated systems are the primary coolant purification system or the off-gas-system of the gas stripper.

4.2 **Secondary reactor cooling loop (steam or blow down system), if existing.**

4.3 **Closed cooling water system (BWR) or component cooling loops (PWR), if these systems or loops could be radioactively contaminated.**

- 4.4 La boucle de refroidissement à eau froide (uniquement pour certains types de PWR, s'il existe une possibilité de rejet de radioactivité des systèmes auxiliaires dans la boucle d'eau froide).
- 4.5 Toutes les boucles de vapeur auxiliaires reliées à la chaudière nucléaire, dans le cas où ces boucles sont séparées seulement par une barrière des fluides éventuellement radioactifs.

5. Conception des moniteurs et critères de choix

5.1 Caractéristiques du fluide

Le choix d'un moniteur de rayonnements de fluides de processus nécessite la connaissance des caractéristiques physiques, chimiques et dynamiques du fluide à contrôler.

Les caractéristiques typiques du fluide sont les suivantes:

- a) sa nature, ses propriétés physiques et chimiques et son état dynamique;
- b) la température, la gamme de températures et le taux de variation;
- c) la pression, la gamme de pressions et le taux de variation;
- d) les radionucléides typiques significatifs et leur concentration.

5.2 Type de détecteur

Le type de détecteur et ses caractéristiques doivent être appropriés à la tâche définie de l'équipement (voir aussi article 6) et aux caractéristiques de rayonnements du fluide radioactif de processus à mesurer. La mesure peut être effectuée sur l'activité globale bêta ou gamma ou peut être utilisée pour quantifier l'activité de radionucléides spécifiques. Le constructeur doit satisfaire aux prescriptions fixées par l'utilisateur pour la sensibilité aux radionucléides concernés, ou peut même dépasser ces prescriptions. Le constructeur doit spécifier la sensibilité de l'équipement.

5.3 Conditions de mesure

L'équipement doit être doté d'une étendue de mesure effective à partir d'une activité minimale détectable compatible avec l'objectif défini.

Il est généralement souhaitable de prévoir au moins quatre décades de mesures afin de maximiser la flexibilité de fonctionnement. Le tableau I donne le détail des gammes typiques d'activité des fluides de processus.

TABLEAU I

Gammes d'activités des différentes boucles de fluides de processus

Boucles	Gamme minimale Bq.m ⁻³ (Ci.m ⁻³)	
Boucle primaire de refroidissement du réacteur (seulement pour les mesures directes)	3,7 · 10 ⁸ à 3,7 · 10 ¹²	[10 ⁻² à 10 ²]
Boucle secondaire de refroidissement du réacteur (PWR)	10 ⁵ à 3,7 · 10 ⁸	[3 · 10 ⁻⁶ à 10 ⁻²]
Système de refroidissement à eau en circuit fermé (BWR)	3,7 · 10 ⁵ à 3,7 · 10 ⁷	[10 ⁻⁵ à 10 ⁻³]
Boucle de refroidissement des composants (PWR)	3,7 · 10 ⁵ à 3,7 · 10 ⁷	[10 ⁻⁵ à 10 ⁻³]
Boucle d'eau froide (PWR)	10 ⁵ à 3,7 · 10 ⁷	[3 · 10 ⁻⁶ à 10 ⁻³]

L'exactitude de mesurage doit faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur, afin d'être compatible avec l'application du matériel. Dans de nombreux cas, une erreur relative intrinsèque de +100%, -50% peut être acceptable, à condition qu'une stabilité satisfaisante de l'indication (typique: ±10%) soit assurée.

- 4.4 Cold water loop (only for certain PWR types, if there is any possibility of radioactivity release from auxiliary systems into the cold water loop).
- 4.5 All nuclear heated auxiliary steam loops, if these loops are separated only by one barrier from possibly radioactive fluids.

5. Monitor design and selection criteria

5.1 Stream characteristics

For the selection of a process stream radiation monitor, it is essential to know the physical, chemical, and dynamic characteristics of the stream being monitored.

Typical stream characteristics are:

- medium (fluid), its physical/chemical properties, and its dynamic state;
- temperature, temperature range, and rate of change;
- pressure, pressure range, and rate of change;
- typical significant radionuclides and their concentration.

5.2 Detector type

The detector type and characteristics shall be appropriate to the defined duty of the equipment (see also Clause 6) and the radiation characteristics of the process stream activity to be measured. The measurement may be of gross beta or gamma activity or intended to quantify the activity of specific radionuclides. The manufacturer shall meet or may exceed the sensitivity to radionuclides of interest as specified by the user. The manufacturer shall specify the sensitivity of the equipment.

5.3 Measurement requirements

The equipment shall have an effective range of measurement and minimum detectable activity consistent with the defined duty.

It will be generally advantageous to provide at least four decades of measurement to maximize operating flexibility. Table I details typical process stream activity ranges.

TABLE I

Activity ranges of various process stream loops

Loops	Minimum range Bq.m ⁻³ (Ci.m ⁻³)	
Primary reactor cooling loop (for direct measurement only)	$3.7 \cdot 10^8$ to $3.7 \cdot 10^{12}$	[10 ⁻² to 10 ²]
Secondary reactor cooling loop (PWR)	10^5 to $3.7 \cdot 10^8$	[3 · 10 ⁻⁶ to 10 ⁻²]
Closed cooling water system (BWR)	$3.7 \cdot 10^5$ to $3.7 \cdot 10^7$	[10 ⁻⁵ to 10 ⁻³]
Component cooling loop (PWR)	$3.7 \cdot 10^5$ to $3.7 \cdot 10^7$	[10 ⁻⁵ to 10 ⁻³]
Cold water loop (PWR)	10^5 to $3.7 \cdot 10^7$	[3 · 10 ⁻⁶ to 10 ⁻³]

The accuracy of measurement shall be agreed upon between manufacturer and user as consistent with the equipment application. In many cases a relative intrinsic error of +100%, -50% may be acceptable provided that an adequate stability of indication (typically ±10%) is ensured.

Lorsque différents capteurs sont utilisés pour obtenir une gamme élargie, une décade de recouvrement au moins sera prévue entre les différents capteurs.

5.4 *Traitement de signaux et affichage*

L'équipement doit fournir des signaux de sortie appropriés pour l'affichage à distance, l'enregistrement et l'alarme en salle de commande ou tout autre local et comporter des dispositions pour l'affichage local, nécessaires aux essais de série et à l'étalonnage.

Les signaux de sortie à distance doivent être adaptés au matériel de traitement prévu (processeurs de données, affichage vidéo, indicateur, enregistreur, etc.) et doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

Les signaux d'affichage et d'enregistrement doivent être exprimés en grandeurs réellement mesurées (par exemple coups par unité de temps). De plus, il sera prévu un étalonnage pour des radionucléides spécifiés en cas d'affichage de grandeurs dérivées (par exemple activité par unité de volume).

5.5 *Alarmes*

La fourniture globale des dispositifs d'alarme et d'indication doit être appropriée aux besoins de l'équipement et doit faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

Les caractéristiques suivantes sont prévues:

5.5.1 *Alarme de haut niveau*

Dispositif d'alarme ajustable couvrant au moins 10% à 90% de l'échelle de lecture (pour les échelles linéaires) et de 50% de la décade la plus basse à 90% de la décade la plus élevée (pour les échelles logarithmiques). Il est souhaitable de prévoir une seconde alarme à réglage indépendant.

5.5.2 *Alarme de bas niveau*

Alarme couvrant 10% de l'échelle la plus basse (pour les échelles linéaires) ou plus de la totalité de la décade la plus basse (pour les échelles logarithmiques), qui peut faire partie d'un système d'alarme de défaillance en indiquant la perte de taux de comptage due au bruit de fond. Si le niveau de rayonnement correspondant au bruit de fond ne suffit pas à maintenir le signal de sortie de l'équipement à une valeur suffisante, il est nécessaire de prévoir une source radioactive appropriée.

Tous les réglages de niveau d'alarme doivent être protégés contre des modifications non autorisées.

6. *Critères d'emplacement des sous-ensembles détecteurs*

L'emplacement des sous-ensembles détecteurs de fluide dépend de leurs caractéristiques, du type de capteur utilisé, de l'utilisation d'un signal de sortie du sous-ensemble détecteur et de l'influence du champ de rayonnement ambiant sur le sous-ensemble détecteur.

La conception et l'emplacement du sous-ensemble détecteur doit permettre un étalonnage, une maintenance et une décontamination faciles. Les surfaces en contact avec le fluide doivent être conçues de manière à réduire l'accumulation de radioactivité.

- 6.1 Le sous-ensemble détecteur doit être muni d'un blindage approprié (géométrique 4π), afin de garantir les performances définies de l'équipement dans un champ de rayonnement gamma extérieur de 25 $\mu\text{Gy/h}$ (2,5 mrad/h dans l'air) à 1,25 MeV (Co^{60}) ou 0,66 MeV (Cs^{137}).

Where different sensors are used to provide an expanded range, at least one decade of overlap shall be provided for the different sensors.

5.4 *Signal processing and display*

The equipment shall provide appropriate output signals for remote display, recording and alarm annunciation in the control room or other locations and shall have provisions for local display as appropriate for routine testing and calibration.

The remote signal outputs shall be appropriate to the intended processing equipment (data processor, video display, meter, recorder, etc.) and shall be agreed upon between manufacturer and user.

Signal display and recording shall be in quantities actually measured (for example, counts per unit time). In addition, there shall be provisions for calibration for specified radionuclides for display in appropriate derived quantities (for example, activity per unit volume).

5.5 *Alarms*

The overall provision of alarm and indication features shall be appropriate to the purpose of the equipment and shall be agreed upon between manufacturer and user.

The following features shall be provided:

5.5.1 *High level alarm*

One adjustable alarm setting covering at least 10% to 90% of scale reading (linear scale) and from 50% of the lowest decade to 90% of the highest decade (logarithmic scale). A second high alarm with independent adjustment is desirable.

5.5.2 *Low level alarm*

An alarm covering the lowest 10% of scale reading (linear scale) or more than the whole of the lowest decade (logarithmic scale), which may form part of a failure alarm system by indicating loss of background count rate. If the background radiation level is insufficient to maintain the equipment output, a suitable radioactive source shall be provided.

All alarm level settings shall be safeguarded against unauthorized changes.

6. *Location criteria for detector sub-assemblies*

The location of process stream detector sub-assemblies depends on the process stream characteristics, the type of sensor used, the utilization of the detector sub-assembly output signal, and the influence of the ambient radiation field on the detector sub-assembly.

The design and location of the detector sub-assembly shall allow for ease of calibration, maintenance, and decontamination. Surfaces in contact with the process stream shall be designed so as to minimize the build-up of radioactivity.

- 6.1 The detector sub-assembly shall be provided with adequate shielding (4π geometry) to ensure that the defined equipment performance is achieved in an external gamma radiation field of $25\ \mu\text{Gy/h}$ ($2.5\ \text{mrad/h}$ in air) at 1.25 MeV (Co^{60}) or 0.66 MeV (Cs^{137}).

- 6.2 Les sous-ensembles détecteurs de fluides de processus doivent être placés dans une position en rapport avec les variations attendues de radioactivité pendant le fonctionnement normal et pendant les incidents de fonctionnement prévus.
- 6.3 Il faut éviter de placer les sous-ensembles détecteurs dans les points bas des boucles ou dans les portions à faible vitesse d'écoulement, du fait des dépôts de contamination radioactive par gravité.
- 6.4 La position de mesure sur la boucle primaire de refroidissement peut être la sortie du fluide de refroidissement du réacteur. L'emplacement exact doit être spécifié, en tenant compte de l'objectif de la mesure.
- 6.5 La position de mesure sur la boucle secondaire de refroidissement est normalement située à la sortie du générateur de vapeur. Au cas où cela ne serait pas possible, la boucle secondaire de refroidissement du réacteur peut être surveillée ailleurs. L'étendue de mesure doit être spécifiée en fonction de la concentration en radionucléides prévue.
- 6.6 La radioactivité de certaines boucles, par exemple la bande d'eau froide, est normalement faible. Cela peut nécessiter le choix d'un détecteur de grande sensibilité et un blindage spécial.

7. Alimentation électrique

L'équipement de surveillance des rayonnements des fluides radioactifs pouvant comprendre différents dispositifs électromécaniques, par exemple un système de pompage pour les débits de dérivation, une valve électropneumatique, etc., doit pouvoir fonctionner soit sur un réseau alternatif avec une tolérance de tension de $+16\%$ et -12% pour une gamme de fréquences de 47 Hz à 51 Hz (57 Hz à 61 Hz), soit sur un réseau continu avec une tolérance de tension de $+16\%$ et -12% , sans que l'indication ne diffère de plus de 10% de celle qui est obtenue dans des conditions normales d'essai. S'il est fait usage de signaux pour le déclenchement d'actions au sein du système de protection du réacteur, l'équipement de surveillance doit être doté d'un système d'alimentation de puissance disponible continuellement et redondant.

De plus, tout équipement de surveillance doit être capable de reprendre automatiquement son fonctionnement normal à la suite d'une interruption momentanée de l'alimentation, par exemple en cas de commutation, de surtensions transitoires dues à la foudre, etc.

8. Etalonnage

La précision des mesures de la concentration radioactive des fluides de processus dépend des caractéristiques de l'appareil de détection, de sa forme géométrique, de son montage et des procédés d'étalonnage utilisés.

Le but de l'étalonnage est de déterminer, pour les radionucléides ayant fait l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur, la réponse d'un équipement de surveillance pour une concentration connue de radioéléments.

- 8.1 Une procédure d'étalonnage doit être spécifiée et utilisée pour chaque type de détecteur de rayonnement des fluides radioactifs. La méthode utilisée pour déterminer la précision de l'étalonnage doit être clairement définie.

Dans le cas où la source radioactive d'étalonnage et/ou sa géométrie diffèrent des conditions réelles *in situ*, la corrélation avec la configuration du dispositif de surveillance et le radio-isotope considéré doit être spécifié dans la documentation.

- 6.2 Detector sub-assemblies in the process streams shall be placed in a position representative of the variation in radioactivity expected during normal operation and anticipated operational occurrences.
- 6.3 Locating detector sub-assemblies at low parts of loops or at parts with low velocity shall be avoided due to gravity deposition of radioactive nuclides.
- 6.4 The measuring position at the primary loop may be the reactor coolant outlet. The exact location shall be specified bearing in mind the defined duty.
- 6.5 The measuring position at the secondary cooling loop is normally the steam generator outlet. If this is not feasible, the secondary reactor cooling loop may be monitored at another position. The measuring range shall be specified according to the anticipated concentration of radionuclides.
- 6.6 The radioactivity in some loops, for example, the cold water loop, is expected to be low. This may require the selection of a high sensitivity detector and a special shielding.

7. Power supply

The process stream radiation monitoring equipment including any device, such as a pumping system for by-pass streams, valve actuator, etc., shall be capable of operating from either an a.c. power supply with a voltage tolerance of $+16\%$ and -12% for a frequency range of 47 Hz to 51 Hz (57 Hz to 61 Hz), or a d.c. power supply with a voltage tolerance of $+16\%$ and -12% without the indication varying more than 10% from the indication under standard test conditions. If signals are used for initiating actions within the reactor protection system, the monitoring equipment shall be supplied from continuously available and redundant power supply systems.

Furthermore, all process stream radiation monitoring equipment shall be capable of automatically regaining full operation following momentary power supply interruption, for example power supply switch-over, lightning transients, etc.

8. Calibration

The accurate measurement of radioactive concentration in process streams depends on the characteristics of the detecting device, its geometry of arrangement, and the calibration procedures utilized.

The purpose of calibration is to determine the response of a monitoring equipment relative to a known radionuclide concentration for the radionuclides agreed between manufacturer and user.

- 8.1 A calibration procedure shall be specified and used for each type of process stream radiation monitor. The method for determining the calibration accuracy shall be clearly defined.

If the radioactive calibration source and/or its geometry is different from the *in situ* position, the correlation to the monitoring configuration and radioisotope shall be documented.