

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Containment monitoring for early detection of developing deviations from normal operation in light water reactors

Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation importants pour la sûreté – Surveillance de l'enceinte de confinement pour une détection rapide des écarts par rapport au fonctionnement normal dans les réacteurs à eau légère

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60910:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Containment monitoring for early detection of developing deviations from normal operation in light water reactors

Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation importants pour la sûreté – Surveillance de l'enceinte de confinement pour une détection rapide des écarts par rapport au fonctionnement normal dans les réacteurs à eau légère

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.120.20

ISBN 978-2-8322-5926-9

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 Physical parameters	9
4.1 General.....	9
4.2 Temperature of containment atmosphere and fluid drains	9
4.2.1 General	9
4.2.2 Atmospheric temperature.....	9
4.2.3 Drain temperatures	10
4.3 Pressure in the containment.....	10
4.4 Humidity in the containment.....	10
4.5 Combustible gas concentration in the containment.....	10
4.6 Water level in the drain sumps	10
4.7 Fluid flow balance	10
4.8 Radioactivity in the containment atmosphere	10
4.9 Chemical analysis of water in the drain sumps.....	11
4.10 Visible abnormalities.....	11
4.11 Noise and vibration	11
4.12 Fire	11
4.13 Operability of instrumentation	11
4.14 Performance requirements.....	11
4.15 Documentation of performance criteria.....	11
5 Design criteria	12
5.1 Performance requirements.....	12
5.2 Physical independence	12
5.3 Electrical isolation.....	12
5.4 Information ambiguity.....	12
5.5 Power supply	12
5.6 Calibration	12
5.7 Testability	12
5.8 Direct measurement.....	12
5.9 Control of access	13
5.10 Measurement and repair	13
5.11 Supporting features	13
5.12 Alarm	13
6 Qualification criteria.....	13
6.1 General.....	13
6.2 Environmental	13
6.3 Seismic.....	13
6.4 Accident.....	13
7 Display criteria	14
7.1 Human factors	14
7.2 Display of distributed data.....	14
7.3 Trend or rate information	14

7.4	Continuous versus on-demand displays	14
7.5	Display identification	14
7.6	Display location	14
8	Quality assurance.....	14
	Bibliography.....	15

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60910:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR POWER PLANTS –
INSTRUMENTATION IMPORTANT TO SAFETY –
CONTAINMENT MONITORING FOR EARLY DETECTION OF DEVELOPING
DEVIATIONS FROM NORMAL OPERATION IN LIGHT WATER REACTORS**

FOREWORD

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

IEC 60910 has been prepared by subcommittee 45A: Instrumentation, control and electrical power systems of nuclear facilities, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1988. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) Modification of title;
- b) Integration of new technology and knowledge;
- c) Drafting directed towards monitoring conditions in containment under normal conditions.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
45A/1443/FDIS	45A/1452/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60910:2022

INTRODUCTION

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

IEC 60910 provides recommendations for measurements that allow operator diagnosis of developing deviations from normal operation. The recommendations located herein are intended to be general so that they may apply to containment I&C systems for different types of light water reactors.

The IAEA Safety Glossary defines containment as the methods or physical structures designed to prevent or control the release and dispersion of radioactive substances. IEC 60910 uses this definition of containment.

This document is intended to monitor the parameters which, when appropriate action is taken, will prevent accident scenarios from occurring.

It is intended that this document be used by operators of NPPs (utilities), systems evaluators and by licensors.

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

IEC 60910 is a third level IEC SC 45A document covering the instrumentation important to safety in containment as defined in IEC 61513

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

c) Recommendations and limitations regarding the application of the Standard

To ensure that the document will continue to be relevant in future years, the emphasis has been placed on issues of principle, rather than specific technologies.

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

The IEC SC 45A standard series comprises a hierarchy of four levels. The top-level documents of the IEC SC 45A standard series are IEC 61513 and IEC 63046.

IEC 61513 provides general requirements for instrumentation and control (I&C) systems and equipment that are used to perform functions important to safety in nuclear power plants (NPPs). IEC 63046 provides general requirements for electrical power systems of NPPs; it covers power supply systems including the supply systems of the I&C systems.

IEC 61513 and IEC 63046 are to be considered in conjunction and at the same level. IEC 61513 and IEC 63046 structure the IEC SC 45A standard series and shape a complete framework establishing general requirements for instrumentation, control and electrical power systems for nuclear power plants.

IEC 61513 and IEC 63046 refer directly to other IEC SC 45A standards for general requirements for specific topics, such as categorization of functions and classification of systems, qualification, separation, defence against common cause failure, control room design, electromagnetic compatibility, human factors engineering, cybersecurity, software and hardware aspects for programmable digital systems, coordination of safety and security requirements and management of ageing. The standards referenced directly at this second level should be considered together with IEC 61513 and IEC 63046 as a consistent document set.

At a third level, IEC SC 45A standards not directly referenced by IEC 61513 or by IEC 63046 are standards related to specific requirements for specific equipment, technical methods, or activities. Usually these documents, which make reference to second-level documents for general requirements, can be used on their own.

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

The IEC SC 45A standards series consistently implements and details the safety and security principles and basic aspects provided in the relevant IAEA safety standards and in the relevant documents of the IAEA nuclear security series (NSS). In particular this includes the IAEA requirements SSR-2/1, establishing safety requirements related to the design of nuclear power plants (NPPs), the IAEA safety guide SSG-30 dealing with the safety classification of structures, systems and components in NPPs, the IAEA safety guide SSG-39 dealing with the design of instrumentation and control systems for NPPs, the IAEA safety guide SSG-34 dealing with the design of electrical power systems for NPPs, the IAEA safety guide SSG-51 dealing with human factors engineering in the design of NPPs and the implementing guide NSS42-G for computer security at nuclear facilities. The safety and security terminology and definitions used by the SC 45A standards are consistent with those used by the IAEA.

IEC 61513 and IEC 63046 have adopted a presentation format similar to the basic safety publication IEC 61508 with an overall life-cycle framework and a system life-cycle framework. Regarding nuclear safety, IEC 61513 and IEC 63046 provide the interpretation of the general requirements of IEC 61508-1, IEC 61508-2 and IEC 61508-4 for the nuclear application sector. In this framework, IEC 60880, IEC 62138 and IEC 62566 correspond to IEC 61508-3 for the nuclear application sector.

IEC 61513 and IEC 63046 refer to ISO 9001 as well as to IAEA GSR part 2 and IAEA GS-G-3.1 and IAEA GS-G-3.5 for topics related to quality assurance (QA).

At level 2, regarding nuclear security, IEC 62645 is the entry document for the IEC/SC 45A security standards. It builds upon the valid high level principles and main concepts of the generic security standards, in particular ISO/IEC 27001 and ISO/IEC 27002; it adapts them and completes them to fit the nuclear context and coordinates with the IEC 62443 series. At level 2, IEC 60964 is the entry document for the IEC/SC 45A control rooms standards, IEC 63351 is the entry document for the human factors engineering standards and IEC 62342 is the entry document for the ageing management standards.

NOTE 1 It is assumed that for the design of I&C systems in NPPs that implement conventional safety functions (e.g. to address worker safety, asset protection, chemical hazards, process energy hazards) international or national standards would be applied.

NOTE 2 IEC TR 64000 provides a more comprehensive description of the overall structure of the IEC SC 45A standards series and of its relationship with other standards bodies and standards.

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION IMPORTANT TO SAFETY – CONTAINMENT MONITORING FOR EARLY DETECTION OF DEVELOPING DEVIATIONS FROM NORMAL OPERATION IN LIGHT WATER REACTORS

1 Scope

This document provides requirements for primary and secondary containment parameter monitoring that enable the operator to identify developing deviations from normal operation. The operator can then take corrective action at an early stage to prevent a minor failure from developing into a serious plant failure or an accident condition. This document is directed towards monitoring the primary and secondary containment under normal conditions only.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC/IEEE 60780-323, *Nuclear facilities – Electrical equipment important to safety – Qualification*

IEC/IEEE 60980-344, *Nuclear facilities – Equipment important to safety – Seismic qualification*

IEC 61226, *Nuclear power plants – Instrumentation, control and electrical power systems important to safety – Categorization of functions and classification of systems*

IEC 61513, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – General requirements for systems*

IEC TR 63123, *Nuclear power plants – Instrumentation, control, and electrical power systems – Guidance for the application of IEC 63147:2017/IEEE Std 497™-2016 in the IAEA/IEC framework*

IEC 63147, *Criteria for accident monitoring instrumentation for nuclear power generating stations*

IAEA Safety Glossary:2016, *Terminology used in nuclear safety and radiation protection*, available at <https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/7897/IAEA-Safety-Glossary>

IAEA Safety Standard Series No. SSR-2/1 Rev:1, *Safety of Nuclear Power Plant: Design*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in the IAEA Safety Glossary apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 Physical parameters

4.1 General

The physical parameters that should be monitored to detect developing deviations from normal operation within containment vary with different reactor systems. The measurement sensitivities required to detect a developing deviation can be estimated by analytical methods appropriate to the individual plants. Typical conditions that introduce parameter changes are:

- Release or accidental leakage of high-temperature fluid;
- Release or accidental leakage of high-pressure fluid;
- Presence of radioactive gas or liquids;
- Fire;
- Component mechanical or electrical failure.

The following is a list of parameters and conditions which shall be monitored:

- Temperature of the containment atmosphere and of the fluid drains;
- Pressure in the containment building;
- Humidity in the containment building;
- Combustible gas concentrations in the containment building;
- Fluid level in the drains;
- Fluid flows;
- Radiation;
- Chemical analysis of drain fluids;
- Visible abnormalities;
- Noise and vibrations;
- Fire;
- Operability of existing instrumentation.

4.2 Temperature of containment atmosphere and fluid drains

4.2.1 General

The atmospheric and fluid drain temperatures shall be measured.

4.2.2 Atmospheric temperature

A sufficient number of temperature sensors should be installed to measure the atmospheric temperature distribution throughout the containment building. In addition, measurement of the fluid temperatures of the containment air coolers should be used to estimate the temperature of the atmosphere.

The data display shall present the temperature distribution and the local trends in atmospheric temperatures to the operators.

4.2.3 Drain temperatures

The temperature shall be measured in selected fluid drains (system drains, floor drains). These temperature measurements should be recorded to show trends. The data display should present the temperature distribution and the local trends in fluid temperatures to the operators.

4.3 Pressure in the containment

Leakage of gases or fluids such as compressed air, nitrogen, or water may be the cause of pressure increases. To detect such leaks, measurements of the ambient pressure shall be provided from the appropriate compartments in the containment building. These measurements shall not be significantly affected by variations in other parameters such as temperature, humidity, or ionizing or electromagnetic radiation. These pressure measurements should be recorded to show trends and shall be displayed to the operators.

4.4 Humidity in the containment

The humidity is a highly significant factor for the detection of anomalies. Parameters which indicate changes in humidity are:

- Dew point and temperature of the containment atmosphere;
- Electrical parameters (e.g. impedance, resistance, etc.) of sensors;
- Amount of condensate in the containment building air coolers.

Humidity shall be monitored in appropriate compartments in the containment building and measured values should be recorded to show trends and shall be displayed to the operators.

4.5 Combustible gas concentration in the containment

The gas composition of the containment building should be monitored during normal operation. Hydrogen gas in particular should be monitored. The combustion of hydrogen gas occurs at a threshold based on vapor and hydrogen gas concentration levels in the containment building.

The data display should present the hydrogen gas level to the operators and shall alarm if the concentration approaches the detonation threshold.

4.6 Water level in the drain sumps

Each system and drain sump, and each air cooler condensate collector shall be equipped with an indicator to measure the fluid level in the drain sumps. The level data gathered should be presented to the operators.

4.7 Fluid flow balance

The periodic calculation of a mass balance can quantitatively show the amount of identified small leaks from the primary systems. To accomplish this, fluid flows shall be measured to establish mass balance in the different systems. The mass balance data should be displayed to the operator.

4.8 Radioactivity in the containment atmosphere

Airborne radioactivity shall be monitored in the relevant compartments and should be recorded.

It shall be possible to obtain containment atmosphere samples for analysis from outside the containment building.

The data display should present the radiation level to the operators and shall alarm if an abnormal level is reached.

4.9 Chemical analysis of water in the drain sumps

Sampling from the drain sumps shall be possible from outside the containment building so that the leakage sources may be identified through measurements of radioactivity and the concentration of boron, lithium, potassium, or other chemicals.

The operators shall be alerted to any abnormal measurements.

4.10 Visible abnormalities

Television cameras, to facilitate visual inspection, should be located to cover places where leakage or other malfunction can be expected and/or where personnel access is difficult. Mobile cameras should be available for use if and when such a demand arises.

4.11 Noise and vibration

Acoustic noise analyses should be used, for example, to detect loose parts or abnormal behaviour of operating equipment.

The use of audio signals from the containment building for detection of abnormalities should be considered. In addition, spectral and Fourier transform analyses for the acoustical noise signals may be considered.

The operators shall be alerted to any abnormal measurements.

4.12 Fire

Sensors to detect heat, smoke, and/or flame shall be installed in each compartment where there is a potential risk for fire.

The operators shall be alerted to any detection by an alarm.

4.13 Operability of instrumentation

The ability for instrumentation to provide accurate readings for parameters described in this clause and actuate alarms shall be periodically verified. Calibration and test intervals shall be established for each instrument. Plant personnel shall maintain calibration and test certificates for each instrument performance criteria.

4.14 Performance requirements

The number and location of sensors for measuring the above parameters as well as instrument range, accuracy, response time, and reliability shall be determined by analytical methods appropriate to the individual plants.

Performance requirements shall take into account the need for extended instrument ranges in special operational situations and the procedures required to accomplish this.

4.15 Documentation of performance criteria

A documented assessment shall be performed for all containment monitoring instrumentation to confirm that the as-designed performance meets or exceeds the performance requirements given in 5.1.

These assessments should include consideration of allowances for calibration uncertainties, monitoring channel errors, and instrument drift.

5 Design criteria

5.1 Performance requirements

Containment monitoring instrumentation for early detection of deviations from normal operation shall be assigned to a safety category in accordance with the requirements of IEC 61226. More generally the technical requirements of the system shall be in accordance with the requirements of IEC 61513 and of IEC 61226.

Typically, the functions will be assigned to Category C, but it is possible that some of the instrumentation will perform additional functions that result in a higher categorization.

5.2 Physical independence

In order to comply with the Defence-in-Depth requirement (Requirement 7 in IAEA SSR-2/1 (Rev. 1)), the containment monitoring instrument channels shall be physically separated from electrical and instrument systems and channels of higher safety classification.

5.3 Electrical isolation

In order to comply with the Defence-in-Depth requirement (Requirement 7 in IAEA SSR-2/1 (Rev.1)), the containment monitoring instrument channels shall be electrically isolated from instrument channels of higher safety categories.

5.4 Information ambiguity

The possibility of ambiguous measurements during normal operations and design extension conditions should be considered. Additional instrumentation to resolve instrument channel measurement ambiguities should be included where there is an unacceptable probability that ambiguous measurements could lead to undesirable operator actions.

5.5 Power supply

Power supplies for containment monitoring systems shall be isolated from power supplies of higher safety classification.

Containment monitoring instrument systems do not require uninterruptible power.

5.6 Calibration

Capability shall be provided for calibration of each containment monitoring channel during normal or shutdown operation, or both, as determined by the required interval between calibrations.

5.7 Testability

Containment monitoring channels shall have provisions for periodic testing of each monitoring channel during operational states. Testing shall follow a pre-defined method and test results shall be documented.

5.8 Direct measurement

Containment monitoring channels should provide a direct measurement of the required parameter (i.e., level, temperature, or dose rate), as opposed to indirect methods, such as a calculation based upon multiple measurements or determination of the value of a parameter based upon measurement of other data with a known relationship to the desired parameter.

5.9 Control of access

The design of containment monitoring channels shall provide for limiting access of unauthorized personnel to calibration adjustments, test points, and controls for removing monitoring channels from service. Access control may be maintained by administrative means.

5.10 Measurement and repair

The design of containment monitoring channels shall facilitate maintenance, troubleshooting, and repair.

5.11 Supporting features

Supporting features for containment monitoring instrumentation shall meet the requirements of the monitoring channel.

5.12 Alarm

Alarm thresholds for all parameters described in Clause 4 shall be established. Alarms shall provide audible and/or visual indications when the parameters detailed in Clause 4 exceed tolerable values. The alarm indications shall be presented to the operators.

6 Qualification criteria

6.1 General

Required instrument performance, in particular, accuracy and response time, shall be specified for each postulated situation that is expected to occur during deviations from normal operation during operational states.

6.2 Environmental

Containment monitoring measurements shall not be significantly affected by variations in other parameters.

Containment monitoring instrumentation shall be environmentally qualified according to the requirements of IEC/IEEE 60780-323.

Service conditions shall include temperature, radiation, electromagnetic compatibility, and humidity conditions that may be expected during normal operating conditions and deviations from normal operation within operational states.

6.3 Seismic

Containment monitoring measurements shall not be significantly affected by seismic events. Containment monitoring instrumentation shall be seismically qualified according to requirements of IEC/IEEE 60980-344.

6.4 Accident

Containment monitoring instrumentation whose purpose is to both detect early deviations from normal operation and remain operable during accident conditions shall be qualified for use in accident conditions according to requirements of IEC 63147:2017/IEEE Std 497™ supported by IEC TR 63123.

7 Display criteria

7.1 Human factors

The design of containment monitoring displays shall be based upon a thorough application of human factors methods and principles.

7.2 Display of distributed data

Where measurements are made in multiple containment locations, the display to the operator shall identify the precise location of each measured value.

7.3 Trend or rate information

Trend or rate data capable of providing at least 30 min of time history shall be provided. It is not necessary that the trend or rate information be a part of the monitoring channels themselves.

7.4 Continuous versus on-demand displays

The readings from containment monitoring channels may be displayed either continually or on-demand.

7.5 Display identification

Displays for data from containment monitoring instrumentation shall be uniquely identified as accident variables.

7.6 Display location

Containment monitoring displays should be located in the main control room and possible supplementary control room based on specific nuclear power plant safety case. These displays should be in appropriate system or function related locations within the main control room.

The basis for display locations should include functional task analysis results and accepted human factors principles.

8 Quality assurance

Containment monitoring instrumentation shall be designed, manufactured, inspected, installed, operated, and maintained in accordance with a prescribed quality assurance program that requires:

- Documented requirement specifications,
- Verification and validation to confirm that required functions are fulfilled according to the requirement specifications, and
- Configuration management.

The design of containment monitoring instrumentation shall be documented in sufficient detail to support the manufacture, installation, commissioning, operation, and modification phases of the system.

Before containment monitoring instrumentation is released for normal operation, on-site testing shall be performed to confirm that the instrumentation together with plant fluid and structural systems achieve the required functionality and performance

Bibliography

IEC 60737:2010, *Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Temperature sensors (in-core and primary coolant circuit) – Characteristics and test methods*

IEC 60761-1:2002, *Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents – Part 1: General requirements*

IEC 60761-2:2002, *Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents – Part 2: Specific requirements for radioactive aerosol monitors including transuranic aerosols*

IEC 60761-3:2002, *Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents – Part 3: Specific requirements for radioactive noble gas monitors*

IEC 60761-4:2002, *Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents – Part 4: Specific requirements for radioactive iodine monitors*

IEC 60761-5:2002, *Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents – Part 5: Specific requirements for tritium monitors*

IEC 60768:2009, *Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Equipment for continuous in-line or on-line monitoring of radioactivity in process streams for normal and incident conditions*

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

IEC 60951-2:2009, *Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Radiation monitoring for accident and post-accident conditions – Part 2: Equipment for continuous off-line monitoring of radioactivity in gaseous effluents and ventilation air*

IEC 60951-3:2009, *Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Radiation monitoring for accident and post-accident conditions – Part 3: Equipment for continuous high range area gamma monitoring*

IEC 60951-4:2009, *Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Radiation monitoring for accident and post-accident conditions – Part 4: Equipment for continuous in-line or on-line monitoring of radioactivity in process streams*

IEC 61504:2017, *Instrumentation and control systems important to safety – Centralized systems for continuous monitoring of radiation and/or levels of radioactivity*

IEC 61559-1:2009, *Radiation protection instrumentation in nuclear facilities – Centralized systems for continuous monitoring of radiation and/or levels of radioactivity – Part 1: General requirements*

IEC 62003:2020, *Nuclear power plants – Instrumentation, control, and electrical power systems – Requirements for electromagnetic compatibility testing*

IAEA Safety Guide SSG-39, *Design of instrumentation and control systems in Nuclear Power Plants*

IAEA Safety Guide No. NS-G-1.10, *Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	18
INTRODUCTION.....	20
1 Domaine d'application	23
2 Références normatives	23
3 Termes et définitions	24
4 Paramètres physiques	24
4.1 Généralités	24
4.2 Température de l'atmosphère de l'enceinte de confinement et des drains de fluides.....	24
4.2.1 Généralités	24
4.2.2 Température atmosphérique	25
4.2.3 Températures des drains	25
4.3 Pression dans l'enceinte de confinement	25
4.4 Humidité dans l'enceinte de confinement	25
4.5 Concentration de gaz combustibles dans l'enceinte de confinement.....	25
4.6 Niveau d'eau dans les puisards de drainage	25
4.7 Bilan de débit des fluides	26
4.8 Radioactivité dans l'atmosphère de l'enceinte de confinement	26
4.9 Analyse chimique de l'eau dans les puisards de drainage	26
4.10 Anomalies visibles	26
4.11 Bruit et vibration	26
4.12 Incendie.....	26
4.13 Aptitude au fonctionnement de l'instrumentation	26
4.14 Exigences de performance.....	27
4.15 Documentation des critères de performance	27
5 Critères de conception.....	27
5.1 Exigences de performance.....	27
5.2 Indépendance physique	27
5.3 Isolement électrique.....	27
5.4 Ambiguïté des informations.....	27
5.5 Alimentation électrique.....	27
5.6 Étalonnage	28
5.7 Aptitude aux essais.....	28
5.8 Mesure directe.....	28
5.9 Contrôle d'accès	28
5.10 Mesurage et réparation	28
5.11 Fonctions de support	28
5.12 Alarme	28
6 Critères de qualification.....	28
6.1 Généralités	28
6.2 Qualification environnementale	29
6.3 Qualification antisismique	29
6.4 Qualification accidentelle	29
7 Critères d'affichage	29
7.1 Facteurs humains	29
7.2 Affichage des données réparties	29

7.3	Informations sur les tendances ou les débits.....	29
7.4	Affichages continus et à la demande.....	29
7.5	Identification de l'affichage.....	29
7.6	Emplacement des affichages	30
8	Assurance qualité	30
	Bibliographie.....	31

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60910:2022

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE –
SYSTÈMES D'INSTRUMENTATION IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ –
SURVEILLANCE DE L'ENCEINTE DE CONFINEMENT POUR UNE
 DÉTECTION RAPIDE DES ÉCARTS PAR RAPPORT AU FONCTIONNEMENT
NORMAL DANS LES RÉACTEURS À EAU LÉGÈRE**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60910 a été établie par le sous-comité 45A: Systèmes d'instrumentation, de contrôle-commande et d'alimentation électrique des installations nucléaires, du comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1988. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Modification du titre;
- b) Intégration de nouvelles technologies et connaissances;

- c) projet centré sur les conditions de surveillance de l'enceinte de confinement en conditions normales de fonctionnement.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
45A/1443/FDIS	45A/1452/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

a) Contexte technique, questions principales et structure de la présente norme

L'IEC 60910 fournit des recommandations pour les mesures qui permettent aux exploitants d'effectuer un diagnostic concernant le développement d'écarts par rapport au fonctionnement normal. Les recommandations du présent document sont prévues pour être de nature générale, de sorte qu'elles puissent s'appliquer aux systèmes d'I&C de confinement destinés à différents types de réacteurs à eau légère.

Le Glossaire de sûreté de l'AIEA définit le confinement comme les méthodes ou structures physiques destinées à éviter ou à maîtriser le rejet et la dispersion de substances radioactives. L'IEC 60910 utilise cette définition du confinement.

L'objet du présent document est de surveiller les paramètres qui, lorsqu'une action appropriée est entreprise, empêchent l'apparition de scénarios d'accidents.

Il est destiné à être utilisé par les exploitants de centrales nucléaires, les évaluateurs de systèmes et les organismes de réglementation.

b) Positionnement de la présente norme dans la structure de la collection de normes du SC 45A de l'IEC

L'IEC 60910 est un document de troisième niveau du SC 45A de l'IEC qui couvre l'instrumentation importante pour la sûreté dans les enceintes de confinement, comme défini dans l'IEC 61513.

Pour plus d'informations sur la structure de la collection des normes du SC 45A de l'IEC, voir le point d) de la présente introduction.

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

Afin d'assurer la pertinence de ce document pour les années à venir, l'accent est mis sur les questions de principe plutôt que sur des technologies particulières.

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

La collection des normes établies par le SC 45A de l'IEC est organisée selon quatre niveaux. Les documents de niveau supérieur de cette collection des normes du SC 45A de l'IEC sont les normes IEC 61513 et IEC 63046.

La norme IEC 61513 donne des exigences générales relatives aux systèmes et équipements d'instrumentation et de contrôle-commande (systèmes d'I&C) utilisés pour exécuter des fonctions importantes pour la sûreté des centrales nucléaires de puissance. La norme IEC 63046 traite des exigences générales relatives aux systèmes d'alimentation électrique des centrales nucléaires de puissance; elle couvre les systèmes d'alimentation électrique y compris les alimentations des systèmes d'I&C.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 doivent être prises en compte ensemble et au même niveau. Les normes IEC 61513 et IEC 63046 structurent la collection de normes du SC 45A de l'IEC et constituent un cadre complet qui établit les exigences générales relatives aux systèmes d'instrumentation, de contrôle-commande et d'alimentation électrique des centrales nucléaires de puissance.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 font directement référence à d'autres normes du SC 45A de l'IEC pour les exigences générales concernant des sujets particuliers, tels que la catégorisation des fonctions et le classement des systèmes, la qualification, la séparation des systèmes, la défense contre les défaillances de cause commune, la conception des salles de commande, la compatibilité électromagnétique, l'ingénierie des facteurs humains, la cybersécurité, les aspects logiciels et matériels relatifs aux systèmes numériques programmables, la coordination des exigences de sûreté et de sécurité et la gestion du vieillissement. Il convient de considérer que ces normes, auxquelles il est fait directement référence à ce deuxième niveau, forment, avec les normes IEC 61513 et IEC 63046, un ensemble documentaire cohérent.

Au troisième niveau, les normes du SC 45A de l'IEC, qui ne sont pas citées en référence directement par les normes IEC 61513 ou IEC 63046, sont des normes qui traitent d'exigences particulières relatives à des matériels particuliers, des méthodes techniques ou des activités spécifiques. Généralement, ces documents, qui font référence aux documents de deuxième niveau pour les exigences générales, peuvent être utilisés de façon isolée.

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

Les normes de la collection du SC 45A de l'IEC mettent en œuvre de manière systématique et détaillent les principes de sûreté et de sécurité et les aspects fondamentaux donnés dans les normes de sûreté de l'AIEA pertinentes pour les centrales nucléaires de puissance, ainsi que dans les documents pertinents de la collection de l'AIEA pour la sécurité nucléaire (NSS). Cela concerne en particulier le document SSR-2/1 qui établit les exigences de sûreté relatives à la conception des centrales nucléaires de puissance, le guide de sûreté SSG-30 qui traite du classement de sûreté des structures, des systèmes et des composants des centrales nucléaires de puissance, le guide de sûreté SSG-39 qui traite de la conception des systèmes d'instrumentation et de contrôle commande des centrales nucléaires de puissance, le guide de sûreté SSG-34 qui traite de la conception des systèmes d'alimentation électrique des centrales nucléaires de puissance, le guide de sûreté SSG-51 qui traite de l'ingénierie des facteurs humains dans la conception des centrales nucléaires de puissance et le guide de mise en œuvre NSS42-G traitant de la sécurité informatique pour les installations nucléaires. La terminologie et les définitions utilisées pour la sûreté et la sécurité dans les normes établies par le SC 45A sont conformes à celles utilisées par l'AIEA.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 ont adopté une présentation similaire à celle de la publication fondamentale de sécurité IEC 61508, avec un cycle de vie d'ensemble et un cycle de vie des systèmes. En ce qui concerne la sûreté nucléaire, les normes IEC 61513 et IEC 63046 donnent l'interprétation des exigences générales des IEC 61508-1, IEC 61508-2 et IEC 61508-4 pour le secteur nucléaire. Dans ce cadre, l'IEC 60880, l'IEC 62138 et l'IEC 62566 correspondent à l'IEC 61508-3 pour le secteur nucléaire.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 font référence à l'ISO 9001 ainsi qu'aux documents AIEA GSR partie 2, AIEA GS-G-3.1 et AIEA GS-G-3.5 pour les aspects qui concernent l'assurance qualité.

Au deuxième niveau, en ce qui concerne la sûreté nucléaire, la norme IEC 62645 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC portant sur la cybersécurité. Elle se fonde sur les principes pertinents de haut niveau et sur les concepts principaux des normes génériques de sécurité, en particulier ISO/IEC 27001 et ISO/IEC 27002; elle les adapte et les complète pour les rendre pertinents pour le secteur nucléaire; elle est en coordination étroite avec la série de normes IEC 62443. Au deuxième niveau, la norme IEC 60964 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC applicables aux salles de commande, la norme IEC 63351 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC applicables à l'ingénierie des facteurs humains et la norme IEC 62342 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC applicables à la gestion du vieillissement.

NOTE 1 On considère que, pour la conception des systèmes d'I&C qui mettent en œuvre des fonctions de sûreté conventionnelle dans les centrales nucléaires de puissance (par exemple pour assurer la sécurité des travailleurs, la protection des biens, la prévention contre les risques chimiques, la prévention contre les risques liés au procédé énergétique) des normes nationales ou internationales sont appliquées.

NOTE 2 Le Rapport technique IEC 64000 donne une description plus complète de la structure globale de la collection des normes établies par le SC 45A de l'IEC et des relations avec les autres organismes de normalisation et les autres normes.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60910:2022

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – SYSTÈMES D'INSTRUMENTATION IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ – SURVEILLANCE DE L'ENCEINTE DE CONFINEMENT POUR UNE DÉTECTION RAPIDE DES ÉCARTS PAR RAPPORT AU FONCTIONNEMENT NORMAL DANS LES RÉACTEURS À EAU LÉGÈRE

1 Domaine d'application

Le présent document fournit des exigences relatives à la surveillance des paramètres de confinement primaire et secondaire qui permettent à l'exploitant d'identifier le développement d'écarts par rapport au fonctionnement normal. L'exploitant peut alors entreprendre une action corrective à un stade précoce afin d'empêcher qu'une défaillance mineure n'évolue en grave défaillance de la centrale ou en condition accidentelle. Le présent document traite de la surveillance de l'enceinte de confinement primaire et secondaire en conditions normales uniquement.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC/IEEE 60780-323, *Nuclear facilities – Electrical equipment important to safety – Qualification* (disponible en anglais seulement)

IEC/IEEE 60980-344, *Nuclear facilities – Equipment important to safety – Seismic qualification* (disponible en anglais seulement)

IEC 61226, *Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation, de contrôle commande et d'alimentation électrique importants pour la sûreté – Catégorisation des fonctions et classement des systèmes*

IEC 61513, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Exigences générales pour les systèmes*

IEC TR 63123, *Nuclear power plants – Instrumentation, control, and electrical power systems – Guidance for the application of IEC 63147:2017/IEEE Std 497™-2016 in the IAEA/IEC framework* (disponible en anglais seulement)

IEC 63147, *Criteria for accident monitoring instrumentation for nuclear power generating stations* (disponible en anglais seulement)

Glossaire de sûreté de l'AIEA, *Terminologie employée en sûreté nucléaire et en radioprotection*, disponible à l'adresse <https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/7897/IAEA-Safety-Glossary>

IAEA Safety Standard Series No. SSR-2/1 Rev:1, *Safety of Nuclear Power Plant: Design* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions du glossaire de sûreté de l'AIEA s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Paramètres physiques

4.1 Généralités

Les paramètres physiques qu'il convient de surveiller pour détecter le développement d'écarts par rapport au fonctionnement normal à l'intérieur de l'enceinte de confinement varient en fonction des différents systèmes de réacteur. Les sensibilités de mesure exigées pour détecter le développement d'un écart peuvent être estimées par des méthodes d'analyse adaptées aux différentes centrales. Les conditions types qui introduisent des variations des paramètres sont:

- le rejet ou la fuite accidentelle de fluide à haute température;
- le rejet ou la fuite accidentelle de fluide à haute pression;
- la présence de gaz ou de liquides radioactifs;
- les incendies;
- la défaillance mécanique ou électrique d'un composant.

La liste suivante présente les paramètres et conditions qui doivent être surveillés:

- la température de l'atmosphère de l'enceinte de confinement et des drains de fluides;
- la pression dans le bâtiment de l'enceinte de confinement;
- l'humidité dans le bâtiment de l'enceinte de confinement;
- les concentrations de gaz combustibles dans le bâtiment de l'enceinte de confinement;
- le niveau des fluides dans les drains;
- les débits des fluides;
- les rayonnements;
- l'analyse chimique des fluides dans les drains;
- les anomalies visibles;
- le bruit et les vibrations;
- les incendies;
- l'aptitude au fonctionnement de l'instrumentation existante.

4.2 Température de l'atmosphère de l'enceinte de confinement et des drains de fluides

4.2.1 Généralités

La température atmosphérique et celle des drains de fluides doivent être mesurées.

4.2.2 Température atmosphérique

Il convient d'installer un nombre suffisant de capteurs de température afin de mesurer la répartition des températures atmosphériques dans l'ensemble du bâtiment de l'enceinte de confinement. De plus, il convient d'utiliser le mesurage des températures des fluides dans les refroidisseurs d'air de l'enceinte de confinement pour estimer la température de son atmosphère.

L'affichage des données doit indiquer aux exploitants la répartition des températures et les tendances locales des températures atmosphériques.

4.2.3 Températures des drains

La température doit être mesurée dans des drains de fluides choisis (drains de système, drains de plancher). Il convient d'enregistrer ces mesures de température afin de montrer les tendances. Il convient que l'affichage des données indique aux exploitants la répartition des températures et les tendances locales des températures des fluides.

4.3 Pression dans l'enceinte de confinement

Les fuites de gaz ou de fluides tels que de l'air comprimé, de l'azote ou de l'eau peuvent provoquer des augmentations de pression. Afin de détecter de telles fuites, des mesures de la pression ambiante doivent être fournies pour les compartiments appropriés du bâtiment de l'enceinte de confinement. Ces mesures ne doivent pas être impactées de manière significative par les variations d'autres paramètres tels que la température, l'humidité ou encore les rayonnements ionisants ou électromagnétiques. Il convient d'enregistrer ces mesures de pression afin de montrer les tendances; elles doivent être affichées pour les exploitants.

4.4 Humidité dans l'enceinte de confinement

L'humidité est un facteur très important pour la détection des anomalies. Les paramètres qui indiquent des variations d'humidité sont:

- Le point de rosée et la température de l'atmosphère de l'enceinte de confinement;
- Les paramètres électriques (par exemple, impédance, résistance, etc.) des capteurs;
- La quantité de condensat dans les refroidisseurs d'air du bâtiment de l'enceinte de confinement.

L'humidité doit être surveillée dans les compartiments appropriés du bâtiment de l'enceinte de confinement et il convient d'enregistrer les valeurs mesurées afin de montrer les tendances; elles doivent être affichées pour les exploitants.

4.5 Concentration de gaz combustibles dans l'enceinte de confinement

Il convient de surveiller la composition gazeuse dans le bâtiment de l'enceinte de confinement pendant le fonctionnement normal. Il convient de surveiller en particulier l'hydrogène gazeux. La combustion de l'hydrogène gazeux se produit à un seuil fondé sur les niveaux de concentration de vapeur et d'hydrogène gazeux dans le bâtiment de l'enceinte de confinement.

Il convient que l'affichage des données indique aux exploitants le niveau d'hydrogène gazeux, et il doit déclencher une alarme si la concentration approche le seuil de détonation.

4.6 Niveau d'eau dans les puisards de drainage

Chaque système et puisard de drainage ainsi que chaque collecteur de condensat des refroidisseurs d'air doit être équipé d'un indicateur qui permet de mesurer le niveau des fluides dans les puisards de drainage. Il convient de présenter aux exploitants les données relatives au niveau qui sont collectées.

4.7 Bilan de débit des fluides

Le calcul périodique d'un bilan de masse peut montrer de manière quantitative le taux de faibles fuites identifiées pour les systèmes primaires. Pour cela, les débits des fluides doivent être mesurés afin d'établir le bilan de masse des différents systèmes. Il convient que les données relatives au bilan de masse soient affichées pour l'exploitant.

4.8 Radioactivité dans l'atmosphère de l'enceinte de confinement

La radioactivité contenue dans l'air doit être surveillée dans les compartiments concernés et il convient de l'enregistrer.

Il doit être possible d'obtenir des échantillons d'atmosphère de l'enceinte de confinement pour analyse depuis l'extérieur du bâtiment de l'enceinte de confinement.

Il convient que l'affichage des données indique aux exploitants le niveau de rayonnement, et il doit fournir une alarme si un niveau anormal est atteint.

4.9 Analyse chimique de l'eau dans les puisards de drainage

L'échantillonnage à partir des puisards de drainage doit être possible depuis l'extérieur du bâtiment de l'enceinte de confinement, de sorte que les sources de fuites puissent être identifiées par des mesures de la radioactivité et de la concentration de bore, de lithium, de potassium ou d'autres produits chimiques.

Les exploitants doivent être alertés de toute mesure anormale.

4.10 Anomalies visibles

Il convient de placer des caméras de télévision, destinées à faciliter l'examen visuel, de façon à couvrir les emplacements où des fuites ou autres dysfonctionnements peuvent être attendus et/ou d'accès difficile pour le personnel. Il convient que des caméras mobiles soit disponibles pour être utilisées si et quand cela est demandé.

4.11 Bruit et vibration

Il convient d'utiliser des analyses du bruit acoustique, par exemple, pour détecter des parties desserrées ou un comportement anormal de l'équipement en fonctionnement.

Il convient d'envisager l'utilisation de signaux sonores en provenance du bâtiment de l'enceinte de confinement pour détecter des anomalies. En outre, pour les signaux de bruit acoustique, des analyses spectrales et par transformée de Fourier peuvent être envisagées.

Les exploitants doivent être alertés de toute mesure anormale.

4.12 Incendie

Des capteurs qui permettent de détecter la chaleur, la fumée et/ou les flammes doivent être installés dans chaque compartiment où il existe un risque potentiel d'incendie.

Les exploitants doivent être alertés de toute détection par une alarme.

4.13 Aptitude au fonctionnement de l'instrumentation

L'aptitude de l'instrumentation à fournir des indications précises pour les paramètres décrits dans le présent article et à activer des alarmes doit être vérifiée de façon périodique. L'étalonnage et les intervalles d'essai doivent être établis pour chaque instrument. Le personnel de la centrale doit conserver les certificats d'étalonnage et d'essai pour les critères de performance de chaque instrument.