IEC 60951-2

Edition 2.0 2009-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation importante pour la sûreté – Surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-accidentelles –
Partie 2: Matériels pour la surveillance des rayonnements en continu avec prélèvements dans les effluents gazeux et l'air de ventilation

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

IEC 60951-2

Edition 2.0 2009-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation importante pour la sûreté – Surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-accidentelles –
Partie 2: Matériels pour la surveillance des rayonnements en continu avec prélèvements dans les effluents gazeux et l'air de ventilation

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

Q

ICS 27.120.20

ISBN 2-8318-1046-2

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

CONTENTS

FOREWORD 3
INTRODUCTION 5
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 8
4 Design principles 8
4.1 General 8
4.2 Basic requirements related to functions 8
4.3 Sampling assembly 8
4.3.1 General 8
4.3.2 Measurement technique requirements 9
4.3.3 Requirements on filters and collecting devices 9
4.3.4 Requirements on sampling circuit and materials 10
5 Functional Testing 11
5.1 General 11
5.2 Reference sources 11
5.3 Performance characteristics : Response to other radioactive gases or particles 11
5.3.1 Requirements 11
5.3.2 Test method 11
5.4 Air circuit performance test 12
5.4.1 General 12
5.4.2 Monitor sampling efficiency 12
5.4.3 Susceptibility to gas or particles retention 13
5.4.4 Relative error of the volume and flow rate measurement 14
5.4.5 Flow-rate stability 15
5.4.6 Effect of filter pressure drop 15
5.4.7 Effect of power supply voltage on the flow rate 15
5.4.8 Effect of power supply frequency on the flow rate 16

Table 1 – Overview of the standards covering the domain of radiation monitoring 5
Table 2 – Additional tests to complement the general tests required in IEC 60951-1 16

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

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

International Standard IEC 60951-2 has been prepared by subcommittee 45A: Instrumentation and control of nuclear facilities, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1988, as well as IEC 60951-5, published in 1994. This edition constitutes a technical revision.

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

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

FDIS	Report on voting
45A/735/FDIS	45A/757/RVD

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

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

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

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTRODUCTION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

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 this standard

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

1 Scope

This part of IEC 60951 provides general guidance on the design principles and performance criteria for equipment for continuous off-line monitoring of radioactivity in gaseous effluents and ventilation air used in nuclear power plants for accident and post-accident conditions.

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

This standard is applicable to:

- noble gas activity monitors intended to measure the volumetric activity of radioactive noble gases in gaseous effluents at the discharge point and the variation of volumetric activity with time during accident and post-accident conditions. The monitor may also be used for the determination of the total discharge of noble gas activity over a given period;
- noble gas, aerosol and specific nuclide (commonly iodine, in its different forms: inorganic iodine, organic iodine and iodine sticking on dust) monitors intended to measure the volumetric activity in air or gas systems (control room ventilation, reactor leakage collection, drywell ventilation exhaust, fuel handling building ventilation exhaust, reactor building ventilation purge exhaust) and detect any significant increase of radioactivity during or after an accident.

This standard is only applicable to continuous off-line measurement, i.e. monitors whose detector measures a representative proportion of the main effluent or ventilation stream at some remote location (sampling assembly). It does not apply to monitors with the detector positioned in or adjacent to the effluent or ventilation stream, which are within the scope of IEC 60951-4.

Sample extraction and laboratory analysis, which are essential to a complete programme of effluent monitoring, are not within the scope of this standard.

2 Normative references

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

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISO 2889:2009, *Sampling airborne radioactive materials from the stacks and ducts of nuclear facilities*

3 Terms and definitions

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

4 Design principles

4.1 General

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

4.2 Basic requirements related to functions

The equipment will typically measure levels of activity in engineered gaseous discharge routes, such as reactor or fuel handling buildings, and ventilation ducts and stacks. It is intended to provide, depending on the required function, a measure of activity discharged to the environment or detection and quantification of leakage in containment barriers, and any useful information on the behaviour of the plant, which causes or allows the activity release.

The measurement of activity discharge to the environment should ideally be comprehensive, but since measurement of halogen and particulate activity released in effluents during an accident is more complex, it is often judged that monitoring only noble gases will be sufficient. Therefore, monitors should be capable of detecting and measuring gaseous effluent radioactivity with compositions ranging from fresh equilibrium noble gas fission product mixtures to 10 days old mixtures. Multiple instruments may be needed to cover the effective range of measurements required.

Since the measurement is continuously carried out on a sample of effluent or ventilation transferred to a remote location, the detection and measurement assembly shall be installed in an accessible location and in an environment which is compatible with the equipment design limits specified in this standard. This shall be also applicable to the active parts of the sampling assembly (pumps, flow control instruments) requiring maintenance.

The other part of the sampling assembly (sampling probe, pipework) may be designed for and located in a harsh environment. In this case, if the monitor is classified according to the guidance of IEC 61226, it should be classified at the same level as the monitor. If qualification is needed, the part of the sampling assembly located in the harsh environment should be environmentally qualified to these specific ambient conditions.

If necessary, the system shall indicate a value related to the measured volumetric activity under the conditions of temperature and pressure at the sampling location, agreed upon between the manufacturer and purchaser. They shall also agree on how to correct the expression of measurement if the conditions inside the measuring assembly are different from the calibration conditions.

4.3 Sampling assembly

4.3.1 General

The design of the sampling assembly shall take into account the guidance of ISO 2889 and shall comply with the general requirements of IEC 60951-1.

The sampling assembly typically includes one or more of the following assemblies and functional units:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

- Sampling and exhaust pipes.
- Gas conditioning device (e.g. gas cooling device with condensate removing device or gas reheating device to prevent condensation inside the measuring chamber, inlet and outlet connection for an external purging system to remove the remaining gas in the collecting device, etc).
- Measuring chamber.
- Airborne particles collecting devices:
  - aerosol filter unit (filter tape or fixed filter) for aerosol monitors;
  - inlet dust filter only for iodine and noble gas monitors;
  - iodine molecular filter unit or charcoal filter or cartridge unit (filter changing device or fixed filter) for iodine monitors.
- Ambient gamma radiation protection device and/or compensation device.
- Individual air pump or centralized pumping station.
- Air flow-rate measurement and/or control devices.
- When appropriate (depending on sampling conditions): pressure, temperature or humidity measurement and/or control device.

4.3.2 Measurement technique requirements

Depending on the radionuclides to be monitored, the air or gas shall be filtered to remove radioactive particulates and iodine or passed in a container of known constant volume; in the latter case, the measuring cell shall be of the flow-through type, its volume and operating pressure shall be specified, and the detector shall be easily removable for service or replacement with a detector mounting ensuring a repeatable geometrical location.

Where the measurement technique is sensitive to pressure, a pressure measurement shall be provided. The calibration shall take into account the actual conditions of service by appropriate corrections; the acceptable pressure and variation of pressure in the sampling assembly shall be specified by the manufacturer. Care shall be taken to ensure that the pressure in the measuring volume is only slightly affected by the variation of pressure drop across the inlet filter.

Where the measurement technique is sensitive to flow rate, a flow-rate measuring device shall be provided. The calibration shall take into account the actual pressure and temperature of service by appropriate corrections. The influence of gas stream conditioning devices upon the volume measurement shall be considered. A flow-rate control device should also be provided which has a flow-rate adjustment range sufficient to allow for variation in the intrinsic characteristics of the air pump and any filters used. A correction of the measurement for the effects of different flow-rates should also be provided.

If necessary, a humidity measurement of the atmosphere to be monitored may be provided to control the conditioning device in order to avoid any condensation in the pipes and the monitors; alarms should be provided to signal when the relative humidity exceeds a value specified by the manufacturer.

If necessary, a temperature measurement of the sample in front of and close to the measuring device may be provided. In this case, alarms should be provided to signal when the temperature is close to the maximum allowed temperature for the detector.

4.3.3 Requirements on filters and collecting devices

If required, filters or other trapping devices shall be placed in holders at the sampling assembly inlet to remove any dust, aerosols or volatiles from the air or gas. They shall therefore be designed not to trap or retain noble gases or iodine (except iodine sticking onto

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

dust); if this is not possible, they shall be monitored separately. The manufacturer of such filters shall specify their retention characteristics for several chemical forms of iodine.

Collecting filters (e.g. glass fibre filter plate, glass fibre filter tape, charcoal filter cartridges) shall be designed to ensure an as uniform as possible deposition of particles. The manufacturer of such filters shall state the retention characteristics of the filters for several chemical forms of radioactive particles, their lifetime, and the collection efficiency of the collecting filter for particles over a range of at least 0,1 μm to 10,0 μm aerodynamic equivalent diameter or to values agreed upon by the manufacturer and the purchaser. The efficiency of the filters should be more than 98 % for dust apart from iodine and more than 99 % for iodine.

The presence of radioactive gases (for example ^{41}Ar, ^{85}Kr, ^{133}Xe or ^{222}Rn) in the air being monitored has an effect on the monitoring of particles; this is especially true for non-selective detectors; to reduce the effects of these radionuclides, the air space in the vicinity of the detector and inside the filters shall be kept to the minimum. If necessary, and if practicable, a purging capability could be provided, to reduce unwanted and disturbing influence of radioactive noble gasses on the measurement of the particle activity.

Collecting filters or trapping devices shall be accessible during normal and post-accident conditions; the pressure drop in the filter as well as its contamination should be controlled, and it should be possible to replace it by an easy and quick disconnection of the filter unit from the pipes.

For the collecting filters introducing an important pressure drop, a differential pressure measurement should be provided to indicate a clogged or pierced collector. In this case, alarms shall be provided for warning of any excessive variation of this differential pressure.

4.3.4 Requirements on sampling circuit and materials

Where a pump is an integral part of any assembly, its nominal flow rate shall be stated by the manufacturer. The sampling assembly design shall provide simple access to the pump and its replaceable parts. Care shall be taken to prevent radioactive gases from leaking into the breathing zone of workers. The acceptable leakage rate depends on the emergency conditions and shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

Prevention against condensation in the pipe by variation of temperature or pressure shall be taken. If a gas stream cooling device is used, the condensate flow of the cooling device shall be removed automatically.

Leakage of air or gas in the sampling system (between inlet and outlet of the monitor) shall be less than 5 %.

Losses of particulates and iodine shall be maintained as low as possible by taking into account piping circuit and constructional material in order to estimate and minimize electrostatic effects, adsorption, condensation and plate-out; the level of such losses, and the ways to reduce it, shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser. In any case, the roughness of the surfaces in contact with the gas stream should be less than 0,4 μm.

Delay time to detector shall be maintained as low as possible by optimising the pipe length and diameter, flow rate, etc.

Where the measured sample may contain an explosive mixture of gases (e.g. H_2), the assembly shall be designed to prevent the possibility of ignition of the sample by the instrumentation.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Where the measured sample may contain noxious or corrosive chemical vapour, the assembly shall be designed to protect the measuring system.

5 Functional testing

5.1 General

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

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

These tests shall be carried out under standard conditions or with variation of the influence quantities. They are listed in Table 2.

5.2 Reference sources

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

A range of test gases may need to be used depending on the function and design of the monitor. These gases shall be agreed upon between the purchaser and the manufacturer.

Depending on the design of the monitor, the test shall be to:

- either circulate air or gas filled with known activity through the assembly under test during a sufficient time interval to reach measurement equilibrium and note the readings;
- or to immerse the detector in a sufficiently large volume of gas so as to be equivalent to the volume in the actual operating position of the detector and note the readings under equilibrium conditions for the monitor under test.

NOTE Circulation may not be required if the measurement is properly corrected for temperature and pressure.

If it is intended to use a reference instrument for tests, then it should be inserted in the gas flow (or in a sufficiently large volume of gas) in the same way as the instrument under test and, for both of them, the readings should be noted. In this case, to estimate the accuracy of the instrument under test, the readings and the absolute measurement error of the reference instrument should be used instead of the conventionally true value and its absolute uncertainty of the reference source.

5.3 Performance characteristics : response to other radioactive gases or particles

5.3.1 Requirements

The designated radioactive gases and particles to which this requirement applies shall be the subject of an agreement between the manufacturer and the purchaser. The manufacturer shall specify the response to the radioactive gases or particles of interest present in the sample of air or carrier-gas.

5.3.2 Test method

The test method is similar to the method used for determining the reference response, but using the appropriate radioactive gas or gases.

Two methods may be used:

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– Continuously inject a known volume activity of noble gas for example ^{133}Xe or ^{85}Kr into the monitor for the time necessary to reach equilibrium. Note the reading corresponding to the equilibrium value. Express the result as the ratio of the indication to the volume activity of the test gas.

– Connect the inlet air duct to the outlet air duct and measure the total air duct volume (for example connecting the inlet air duct to a known volume under pressure and noting the pressure change at equilibrium). Inject into the system a small volume (1 % of the air duct volume) of gas, for example ^{133}Xe or ^{85}Kr, of known total activity. Operate the monitor in the normal way. Note the reading corresponding to the equilibrium and to the highest value attained. Express the result as the ratio of the indication to the volume activity of the test gas.

5.4 Air circuit performance test

5.4.1 General

These tests shall be applied to all monitors for which the response is dependent upon a known flow-rate through a sampling and detection assembly.

Where the equipment is insensitive to flow-rate, but nevertheless requires a sampling flow-rate in order to function, a simple test of the flow-rate circuit and any flow-rate alarms shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

When the equipment is sensitive to flow-rate, and the flow-rate varies in conjunction with the effluent flow-rate, appropriate tests shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

5.4.2 Monitor sampling efficiency

5.4.2.1 General

The collection efficiency, between the inlet of the monitor and the collecting filter, shall not differ by more than 10 % from the value stated by the manufacturer for each given size of particle.

If agreed upon between the manufacturer and the purchaser, a simulation could be also performed, instead of real tests.

5.4.2.2 Particle size

The particle diameter and range of sizes used in the measurement of the collection efficiency of the sampling system shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser, for example depending upon the diameter of the aerosol to be monitored, collection efficiency of the filter media versus particle size, etc.

5.4.2.3 Aerosol type

Various types of aerosols are suitable for use in the collection efficiency tests and include, for example:

- non-radioactive aerosols with particles having a fluorescent tracer,
- non-radioactive aerosols composed of latex or polystyrene spheres,
- radioactive aerosols.

5.4.2.4 Test method

Collection efficiency shall be tested by introducing a sample of air containing particles of the appropriate median aerodynamic diameter into the inlet sampling pipe. The distribution may be polydispersed with a small geometric standard deviation. The sampling equipment shall be operating under standard test conditions, e.g., flow-rate.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

After the shutdown of the sampling equipment, the amount of aerosol collected on the sampling medium shall be determined. In addition, the total amount of aerosol available at the monitor inlet shall be determined. This may be done by an independent measurement of the sampled amount of aerosol, or by determining:

- the amount of aerosol collected on the internal surfaces of the inlet line and other surfaces of the air circuit upstream from the collection medium,
- the amount of aerosol downstream from the collection medium.

5.4.2.5 Determination of collection efficiency

The collection efficiency (E_m) of the monitor shall be calculated as:

$$E_m = \frac{C_M}{C_T} \times 100$$

where:

C_M is the amount deposited on the collection medium,

C_T is the total amount of aerosol.

It is recommended, if practical, that the total amount of aerosol (C_T) be determined by an alternative method as a means of verifying the values obtained. Such methods include the measurement of the concentration of aerosols that enter into the instrument by various instrumental techniques, for example spectrophotometer, particle analyzer, reference sampling, etc.

If the total aerosol sampled is determined by the sum of the material collected within the monitor, then the total amount of aerosol (C_T) (activity, mass or number of particles) is given by:

$$C_T = C_M + C_U + C_D$$

where:

C_U is the amount recovered from the internal surfaces of the air circuit upstream of the collection medium,

C_D is the amount collected downstream of the collection medium.

5.4.3 Susceptibility to gas or particles retention

5.4.3.1 General

The retention of noble gas or particles inside the air circuit may influence the measuring results. Therefore the intention of the manufacturer's air circuit design, selection of materials, and construction shall be to prevent such a retention.

If agreed upon between the manufacturer and the purchaser, a simulation could be also performed, instead of real tests.

5.4.3.2 Requirements

Noble gas with a volumetric activity greater than 10 times the decision threshold shall be introduced into the monitor. The test for susceptibility to gaseous retention shall indicate less than 1 % of the maximum resulting reading after clean air is introduced into the monitor.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Particle concentration shall be introduced into the monitor. The test for susceptibility to particle retention shall indicate less than 5 % of the maximum resulting reading after clean air is introduced into the monitor.

5.4.3.3 Test method for noble gas

Introduce into the detection assembly, for a period of at least 10 times the response time of the equipment, noble gas of the chemical form that the equipment is designed to measure with a volumetric activity approximately equal to 10 times the decision threshold.

For assemblies not comprising a trapping system, make the gas system a closed loop and introduce into this system sufficient noble gas for the volumetric activity to equal 1 000 times the decision threshold. Operate until equilibrium of the gas concentration.

Verify that the indication of the measuring assembly stays at its maximum value for at least 10 times the response time of the equipment.

Then circulate fresh air at ambient temperature and pressure with the air circuit open at the nominal flow-rate, for a time long enough to reach an equilibrium in indicated value. This value shall be less than 1 % of the maximum indicated value during the test with noble gas activity.

5.4.3.4 Test method for particles

Introduce into the detection assembly a well known quantity/mass of non-radioactive particles by injecting the particles into the sampling pipe. The particles should be of the chemical form that the equipment is designed to measure.

Then circulate fresh air at ambient temperature and pressure with the air circuit open at the nominal flow-rate, for several minutes. Then measure the quantity/mass of the particles collected on the filter unit of the monitor.

The total loss of particles shall be < 5 %.

5.4.4 Relative error of the volume and flow rate measurement

5.4.4.1 General

The relative error of the measured values of radioactive gas in air concentrations is directly related to the relative error of the measured values of flow rate or volume for those samplers, which concentrate or absorb the gas into the collection medium. An accurate volume and flow rate measurement of counting gas mixed with the noble gas containing medium is also important for an accurate measurement of the noble gas activity.

5.4.4.2 Requirements

The relative error of the flow rate measurement under standard test conditions, with the pressure drop exclusively due to the air circuit and any inlet or sampling filter (e.g. a molecular filter such as “Ceolit”) shall not be greater than ± 10 %. This test is not required for monitors and sampling units for which functions are demonstrably independent of the flow rate (e.g. sampling units with the total volume measurement).

5.4.4.3 Test method

This test shall be done with dust-free air. For this test, a volume and flow rate measuring device calibrated and having an uncertainty better than 2 %, is incorporated in the air circuit at the inlet to the equipment. The equipment shall be switched on and the flow-rate measured after 30 min of operation. The readings shall be in agreement with the requirement.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.4.5 Flow-rate stability

5.4.5.1 Requirements

The manufacturer shall specify the nominal flow-rate for the type of filter that is used. After the normal warm-up time of the sampling assembly (30 min), the indicated value of the sampling flow-rate shall not vary by more than 10 % for the next 24 h.

5.4.5.2 Test method

This test shall be done with dust-free air in order to avoid any variation of the pressure drop of the collection device during the test. For this test, a flow meter calibrated under the measuring conditions and having an uncertainty better than 3 % (k = 2), is incorporated in the air circuit at the inlet to the equipment. The equipment shall be switched on and the flow-rate measured after 30 min, 6 h, 12 h and 24 h of operation. The readings shall be in agreement with the requirements.

5.4.6 Effect of filter pressure drop

5.4.6.1 Requirements

The purpose of this test is to determine the increase in pressure drop across the filter that causes a 10 % decrease from the nominal air flow-rate under standard test conditions. This test is not required for monitors and sampling units for which functions are demonstrably independent of the flow rate (e.g. sampling units with the total volume measurement or with a mass flow meter).

An acceptable minimum pressure drop that can cause a 10 % decrease from the nominal flow-rate shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

5.4.6.2 Test method

For this test, the monitor shall be fitted with a clean inlet filter. Insert a flowmeter upstream of the monitor and a variable restrictor (for example, a valve) between the flowmeter and the flow monitor inlet. A calibrated pressure sensor shall be fitted downstream from the inlet filter, at a point selected by the manufacturer, in order to measure the pressure drop across the monitor due to air flow. The nominal flow-rate shall be measured at the nominal pressure drop through the filter. The variable restrictor shall then be adjusted to obtain a mean flow-rate 10 % below or 10 % above the nominal flow-rate under standard test conditions. The conventionally true sampling flow rate shall be measured under standard conditions.

Under these conditions, the measured pressure drop that causes a decrease of 10 % of the rate shall comply with the requirements.

5.4.7 Effect of power supply voltage on the flow rate

5.4.7.1 Requirements

The nominal flow-rate shall not vary by more than 5 % when the power supply voltage varies between + 10 % and – 12 % of the nominal supply voltage.

If the measure of the flow rate is taken into consideration by the measurement algorithm, this test is not required.

5.4.7.2 Test method

For this test, the sampling and detection assembly is connected to a voltage, which varies in the range defined in Table 2.

The flow-rate shall be noted at nominal voltage and at the quoted voltage limits.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.4.8 Effect of power supply frequency on the flow rate

5.4.8.1 Requirements

The assemblies shall be capable of operating from the mains with supply frequencies of 47 Hz to 51 Hz (57 Hz to 61 Hz in countries where the nominal frequency is 60 Hz) without the indication varying by more than 10 % from the indication under standard test conditions.

If the measure of the flow rate is taken into consideration by the measurement algorithm, this test is not required.

5.4.8.2 Test method

For this test, the sampling and detection assembly is connected to a power supply of the nominal voltage and a frequency that may be varied between 47 Hz and 51 Hz (alternative values: 57 Hz and 61 Hz).

The flow-rate shall be noted at the nominal frequency and at the quoted frequency limits.

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

Tests	Tests conditions	Limits of variation of indication	Reference (subclause)
Response to radioactive gases or particles other than those for which the monitor is designed	Range of values of influence quantity in accordance with the manufacturer's specifications	In accordance with the manufacturer's specifications	5.4.1
Collection efficiency	Range of values of influence quantity in accordance with the manufacturer's specifications	<10 % of variation from the value stated by the manufacturer	5.4.2
Susceptibility to gas or particle retention	Volumetric activity of noble gas greater than 10 times (for trapping systems) or 1 000 times (other systems) the decision threshold Particle concentration in accordance with the manufacturer's specifications	Less than 1 % (noble gas) and 5 % (particles) of the maximum resulting reading after exposure	5.4.3
Relative error of the volume and flow rate measurement	Standard test conditions	±10 %	5.4.4
Flow-rate stability	Standard test conditions	±10 %	5.4.5
Filter pressure drop	Range of values of influence quantity in accordance with the manufacturer's specifications	–10 %	5.4.6
AC power supply voltage	88 % U_N to 110 % U_N [2] (U_N = nominal supply voltage)	± 5 % [1]	5.4.7
AC power supply frequency	47 Hz to 51 Hz [3]	± 10 % [1]	5.4.8

[1] Of the indication under standard test conditions.

[2] A more restricted range of voltage variation may be used, if agreed upon between manufacturer and purchaser.

[3] 57 Hz to 61 Hz for countries where nominal frequency is 60 Hz.

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 19
INTRODUCTION 21
1 Domaine d'application 24
2 Références normatives 24
3 Termes et définitions 25
4 Principes de conception 25
4.1 Généralités 25
4.2 Exigences de base liées aux fonctions 25
4.3 Ensemble de prélèvement 26
4.3.1 Généralités 26
4.3.2 Exigences portant sur les techniques de mesure 26
4.3.3 Exigences portant sur les filtres et les dispositifs de collecte 27
4.3.4 Exigences portant sur les matériaux et les circuits de prélèvement 27
5 Essais fonctionnels 28
5.1 Généralités 28
5.2 Sources de référence 28
5.3 Caractéristiques des performances: Réponse à d'autres particules ou gaz radioactifs 29
5.3.1 Exigences 29
5.3.2 Méthode d'essai 29
5.4 Essais de performance des circuits en air 29
5.4.1 Généralités 29
5.4.2 Efficacité du moniteur de prélèvement 30
5.4.3 Tendance à la rétention du gaz ou des particules 31
5.4.4 Erreur relative de la mesure de débit et de volume 32
5.4.5 Stabilité du débit 32
5.4.6 Chute de pression due au filtre 33
5.4.7 Effets sur le débit des variations de tension de l'alimentation électrique 33
5.4.8 Effets sur le débit des variations de fréquence de l'alimentation électrique 33

Tableau 1 – Vue d'ensemble des normes couvrant le domaine de la surveillance des rayonnements 21
Tableau 2 – Essais supplémentaires complétant les essais généraux requis par la CEI 60951-1 34

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

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

Partie 2: Matériels pour la surveillance des rayonnements en continu avec prélèvements dans les effluents gazeux et l'air de ventilation

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60951-2 a été établie par le sous-comité 45A: Instrumentation et contrôle-commande des installations nucléaires, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 1988, ainsi que la CEI 60951-5, publiée en 1994. Cette édition constitue une révision technique.

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

- Mettre à jour les unités relatives aux rayonnements.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45A/735/FDIS	45A/757/RVD

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

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

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

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTRODUCTION

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

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

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

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

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

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

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

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

<table>
<tr><td>Développeur</td><td>ISO</td><td colspan="2">SC 45A – Surveillance de la sûreté et du procédé</td><td>SC 45B – Protection contre les rayonnements et surveillance des effluents</td></tr>
<tr><td>Domaine d'application</td><td>Méthodes et circuit de prélèvement</td><td>Conditions accidentelles et post-accidentelles</td><td>Conditions normales et incidentelles</td><td></td></tr>
<tr><td>Prélèvements des gaz, des particules et de l'iode
(Hors ligne)</td><td>ISO 2889</td><td>CEI 60951-1 et CEI 60951-2</td><td colspan="2">Série CEI 60761 et CEI 62302 (pour les gaz rares seulement)</td></tr>
<tr><td>Prélèvements</td><td>Non disponible</td><td>Non disponible</td><td colspan="2">CEI 60861</td></tr>
</table>

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

Partie 2: Matériels pour la surveillance des rayonnements en continu avec prélèvements dans les effluents gazeux et l'air de ventilation

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60951 fournit des recommandations générales sur les principes de conception et les critères de performance des matériels de surveillance des rayonnements en continu avec prélèvements dans les effluents gazeux et l'air de ventilation, utilisés dans les centrales nucléaires en conditions accidentelles et post-accidentelles.

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

La présente norme est applicable aux:

- moniteurs de surveillance de l'activité des gaz rares destinés à mesurer l'activité volumétrique des gaz rares radioactifs contenus dans les effluents gazeux rejetés à la décharge ainsi que la variation de l'activité volumétrique en fonction du temps en conditions accidentelles et post-accidentelles. Les moniteurs peuvent aussi être utilisés pour déterminer l'activité totale des gaz rares rejetés à la décharge sur une certaine période de temps;
- moniteurs de surveillance des gaz rares, des aérosols et de nucléides particuliers (en générale l'iode sous ses différentes formes, non organique, organique ou adhérente aux particules de poussière) destinés à mesurer l'activité dans l'air ou les gaz des systèmes (ventilation de la salle de commande, collecte des fuites réacteur, extraction de ventilation de séchage, extraction des purges de ventilation du bâtiment combustible) ainsi qu'à détecter toutes augmentations significatives de la radioactivité durant ou après les accidents.

Cette norme est seulement applicable à la mesure en continu avec prélèvements, par exemple à des moniteurs dont les détecteurs mesurent une proportion représentative du flux principal d'effluent ou de ventilation en un endroit distant (ensemble de prélèvement). Elle ne s'applique pas aux moniteurs dont les détecteurs sont dans ou au contact du flux principal des effluents ou de la ventilation, qui par ailleurs sont couverts par la CEI 60951-4.

La prise d'échantillon et les analyses de laboratoire qui sont un complément essentiel au programme de surveillance des effluents ne font pas partie du domaine d'application de cette norme.

2 Références normatives

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

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

ISO 2889:2009, *Echantillonnage des substances radioactives contenues dans l'air dans les conduits et émissaires de rejet des installations nucléaires*

3 Termes et définitions

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

4 Principes de conception

4.1 Généralités

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

4.2 Exigences de base liées aux fonctions

Ces matériels généralement mesurent le niveau d'activité dans les circuits industriels de décharge des gaz, tels que ceux des bâtiments réacteur ou combustible, et dans les gaines et cheminées de ventilation. Ils sont conçus pour fournir, suivant la fonction requise, une mesure d'activité de la décharge à l'environnement ou une détection et une quantification des fuites des barrières d'enceinte, ainsi que toutes informations utiles sur le comportement de la tranche, qui pourrait entraîner ou permettre un rejet d'activité.

Idéalement, il convient que la mesure de la décharge d'activité à l'environnement soit globale, mais comme la mesure des halogènes et en particulier de l'activité rejetée dans les effluents au cours de l'accident est particulièrement complexe, il est souvent estimé que la surveillance des gaz rares est suffisante. Ainsi, il convient que les moniteurs puissent détecter et mesurer la radioactivité des effluents gazeux pour des composés allant de mélanges de produits de fissions intégrant des gaz rares fraîchement stabilisés à des mélanges vieux d'une dizaine de jours. Plusieurs appareils peuvent être nécessaires pour couvrir l'étendue de mesures spécifiée.

Comme la mesure est réalisée en continu sur des prélèvements faits sur les effluents ou dans les ventilations puis envoyés en un lieu distant, l'ensemble de mesure et de détection doit être situé dans un endroit accessible et dans un environnement compatible avec les limites de conception du matériel spécifiées dans cette norme. Ceci est aussi valable pour les parties actives de l'ensemble de prélèvement (pompes, appareil de contrôle de débit) nécessitant une maintenance.

Les autres composants de l'ensemble de prélèvement (sonde de prélèvement, tuyauteries) peuvent être conçus pour être installés en environnement hostile. Dans ce cas, si le moniteur est classé de sûreté au sens des recommandations de la CEI 61226, il convient qu'il soit classé au même niveau de sûreté que le moniteur. Si une qualification est nécessaire, il convient que les composants de l'ensemble de prélèvement soit qualifiés au niveau de l'environnement aux conditions particulières d'ambiance.

Lorsque cela est nécessaire, le système doit indiquer la valeur liée à l'activité volumétrique mesurée dans les conditions de température et de pression du lieu de prélèvement,

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

conformément à l'accord passé entre le fabricant et l'acheteur. Ils doivent aussi se mettre d'accord sur la correction de l'expression de la mesure si les conditions prévalant à l'intérieur de l'ensemble de mesure diffèrent des conditions d'étalonnage.

4.3 Ensemble de prélèvement

4.3.1 Généralités

La conception de l'ensemble de prélèvement doit prendre en compte les recommandations de l'ISO 2889 et doit être conforme aux exigences générales de la CEI 60951-1.

Généralement l'ensemble de prélèvement comprend un ou plusieurs des ensembles et unités fonctionnelles suivants:

- Tuyauteries d'extraction et de prélèvement.
- Dispositif de conditionnement des gaz (par exemple dispositif de refroidissement des gaz avec système d'extraction des condensats ou dispositif de réchauffage des gaz pour éviter la condensation à l'intérieur de la chambre de mesure, prises d'entrée et de sortie pour le système de purge externe afin d'extraire le gaz rémanent dans le système de collecte, etc.).
- Chambre de mesure.
- Dispositif de collecte des particules en suspension dans l'air:
  - unité de filtrage des aérosols (filtre consommable ou filtre fixe) pour les moniteurs d'aérosols;
  - filtre d'entrée des poussières seulement pour les moniteurs gaz rares et iode;
  - unité de filtre des molécules d'iode ou unité à cartouche ou à filtre charbon (appareil à filtre consommable ou filtre fixe) pour les moniteurs iode.
- Dispositif de protection et/ou de compensation aux rayonnements gamma ambiants.
- Pompe à air individuelle ou station de pompage centralisée.
- Appareils de contrôle et/ou de mesure du débit d'air.
- Le cas échéant (suivant les conditions de prélèvement): appareil de contrôle et/ou de mesure pour la pression, la température et l'humidité.

4.3.2 Exigences portant sur les techniques de mesure

Suivant les radionucléides à surveiller, l'air ou le gaz doit être filtré pour en retirer les particules radioactives et l'iode, ou stocké dans un container dont le volume constant est connu, dans ce dernier cas, la chambre de mesure doit être du type à débit traversant, son volume et la pression de fonctionnement doivent être spécifiés, et le capteur doit être facilement démontable pour raisons de service ou en prévision de son remplacement avec une embase de montage garantissant la répétitivité au niveau géométrie.

Lorsque la technique de mesure est sensible à la pression, une mesure de pression doit être fournie. L'étalonnage doit prendre en compte les conditions réelles de service par des corrections appropriées, la pression et les variations acceptables de celle-ci doivent être spécifiées par le fabricant. On doit prendre soin de s'assurer que la pression dans la chambre de mesure varie peu du fait de la chute de pression causée par le passage au travers du filtre d'entrée.

Lorsque la technique de mesure est sensible au débit, une mesure de débit doit être fournie. L'étalonnage doit prendre en compte la pression réelle et la température de service en réalisant des corrections appropriées. L'influence des dispositifs de conditionnement du flux gazeux sur la mesure de volume doit être prise en compte. Il convient de mettre aussi en oeuvre un dispositif de contrôle du débit qui présente des capacités de réglage du débit suffisantes pour tolérer les écarts liés aux caractéristiques intrinsèques des pompes à air et

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

aux filtres utilisés. Il convient de mettre en œuvre une correction pour la mesure pour prendre en compte les effets liés aux débits différents.

Si nécessaire, une mesure d'humidité de l'atmosphère sous surveillance peut être mise en oeuvre afin de contrôler les appareils de conditionnement de façon à éviter la condensation dans les tuyaux et les moniteurs, il convient de prévoir des alarmes pour prévenir lorsque l'humidité relative dépasse la valeur spécifiée par le fabricant.

Si nécessaire une mesure de température du prélèvement peut être mise en oeuvre en amont à proximité de l'appareil de mesure. Dans ce cas, il convient de prévoir des alarmes pour prévenir si la température approche de la température maximum tolérée par le détecteur.

4.3.3 Exigences portant sur les filtres et les dispositifs de collecte

Si nécessaire, on doit placer des filtres et pièges sur des embases de montages en entrée de l'ensemble de prélèvement pour retirer toutes les poussières, aérosols ou particules volatiles dans le gaz ou l'air. Ces éléments doivent donc être conçus pour ne pas piéger les gaz rares ou l'iode (à l'exception de l'iode adhérant à la poussière), si cela n'est pas possible, ceux-ci doivent être surveillés par ailleurs. Le fabricant de ces filtres doit en préciser les caractéristiques de rétention pour plusieurs formes chimiques de l'iode.

Les filtres de collecte (par exemple disque filtrant de fibre de verre, bande filtrante de fibre de verre, cartouche filtrante au charbon) doivent être conçus pour garantir un dépôt des particules aussi uniforme que possible. Le fabricant de tels filtres doit indiquer les caractéristiques de rétention des filtres pour plusieurs formes chimiques des particules radioactives, leur durée de vie, leur efficacité de collecte pour des particules allant de moins de 0,1 μm à 10,0 μm en diamètre aérodynamique équivalent ou pour des valeurs ayant fait l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur. Il convient que l'efficacité des filtres soit supérieure à 98 % pour la poussière non compris l'iode et de plus de 99 % pour l'iode.

La présence de gaz radioactifs (par exemple ^{41}Ar, ^{85}Kr, ^{133}Xe ou ^{222}Rn) dans l'air à surveiller a un impact sur la surveillance des particules, ceci est particulièrement vrai pour les capteurs non sélectifs ; pour réduire les effets liés à ces radionucléides, le volume d'air à proximité du détecteur et dans les filtres doit être réduit au minimum. Si nécessaire et si cela est pratiquement réalisable il convient de pouvoir disposer d'un moyen de purge pour réduire les effets involontaires et indésirables liés aux gaz rares radioactifs affectant la mesure de l'activité des particules.

Les filtres de collecte ou les pièges doivent être accessibles en conditions normales et post-accidentelles, il convient de contrôler la chute de pression liée aux filtres ainsi que la contamination, il convient autant que possible de pouvoir les remplacer facilement par un retrait rapide de l'unité de filtrage de la tuyauterie.

Pour les filtres de collecte entraînant une chute de pression importante, il convient de fournir une mesure de pression différentielle pour détecter le bouchage ou le percement de l'élément collecteur. Dans ce cas, des alarmes doivent être mises en place pour alerter des variations excessives de la pression différentielle.

4.3.4 Exigences portant sur les matériaux et les circuits de prélèvement

Lorsqu'un ensemble comprend une pompe, le débit nominal de celle-ci doit être indiqué par le fabricant. La conception de l'ensemble de prélèvement doit être telle que la pompe et ses composants remplaçables soient facilement accessibles. On doit prendre soin de prévenir les fuites de gaz radioactifs qui pourraient survenir au niveau de zones où des travailleurs respirent. Le taux de fuite acceptable dépend des conditions d'urgence ayant fait l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

La condensation dans les tuyauteries doit être évitée en faisant varier la pression ou la température. Lorsqu'un dispositif de refroidissement du flux gazeux est mis en oeuvre, le flux des condensats du dispositif de refroidissement doit être extrait automatiquement.

Les fuites d'air ou de gaz du système de prélèvement (entre l'entrée et la sortie du moniteur) doivent être inférieures à 5 %.

Les pertes de particules et d'iode doivent être maintenues aussi basses que possible, prenant en compte les circuits de tuyauterie et les matériaux de construction de façon à estimer et à minimiser les effets électrostatiques, la condensation et les dépôts. Le niveau des pertes et les moyens pour réduire celles-ci doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur. Dans tous les cas, il convient que la rugosité des surfaces en contact avec le flux gazeux soit inférieure à 0,4 μm.

Le temps de retard au capteur doit être réduit autant que possible en optimisant la longueur et le diamètre des tuyaux, le débit, etc.

Lorsque le prélèvement mesuré contient un mélange de gaz explosif (par exemple H_2), l'ensemble doit être conçu pour prévenir le risque de mise à feu du prélèvement par l'instrumentation.

Lorsque le prélèvement mesuré peut contenir des vapeurs corrosives ou nocives, l'ensemble doit être conçu pour protéger le système de mesure.

5 Essais fonctionnels

5.1 Généralités

Sauf spécifications contraires, tous les essais spécifiés à l'Article 5 de la CEI 60951-1 doivent être réalisés.

Les essais décrits ci-après sont uniquement des essais complémentaires destinés au type de moniteurs couvert par cette norme. Comme pour les essais décrits dans la norme CEI 60951-1, ces essais doivent être considérés comme des essais de type, bien que certains ou tous puissent être pris en compte comme essais de recette suivant accord passé entre le fabricant et l'acheteur.

Ces essais doivent être déroulés dans les conditions standards d'essai ou en présence de variations des grandeurs d'influence. Celles-ci sont fournies par le Tableau 2.

5.2 Sources de référence

On doit appliquer les exigences suivantes en plus de 5.2.5 de la CEI 60951-1:

Un ensemble de gaz d'essai différents peut être nécessaire suivant les fonctions supportées par le moniteur ou sa conception. Ces gaz doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

Suivant la conception du moniteur, ces essais peuvent correspondre à:

- une circulation d'air ou de gaz dont l'activité est connue au travers de l'ensemble en essai durant un intervalle de temps suffisant pour que la mesure atteigne son équilibre et qu'on puisse noter la valeur affichée;
- ou une immersion du détecteur dans un volume suffisamment important de gaz équivalent au volume de gaz présent en situation réelle d'exploitation du détecteur qui permette de noter les valeurs affichées après que le moniteur en essai ait atteint son équilibre.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

NOTE La circulation n'est peut être pas nécessaire lorsque la mesure est correctement corrigée en fonction de la température et de la pression.

S'il est prévu d'utiliser un système d'instrumentation de référence pour les essais, alors il convient que celui-ci soit immergé dans le flux gazeux (ou dans un volume de gaz suffisamment important) de la même façon que le système d'instrumentation en essai, et il convient de noter pour les deux les valeurs affichées. Dans ce cas, il convient, pour estimer la précision du système d'instrumentation en essai, d'utiliser la valeur affichée et l'erreur absolue de mesure du système d'instrumentation de référence, plutôt que la valeur conventionnellement vraie et l'incertitude absolue de la source de référence.

5.3 Caractéristiques des performances: réponse à d'autres particules ou gaz radioactifs

5.3.1 Exigences

Les particules ou les gaz radioactifs pour lesquels ces exigences s'appliquent doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur. Le fabricant doit préciser la réponse attendue pour les particules et gaz radioactifs remarquables présents dans le prélèvement d'air ou de gaz porteur.

5.3.2 Méthode d'essai

La méthode d'essai est similaire à la méthode utilisée pour déterminer la réponse de référence mais en utilisant le ou les gaz radioactifs appropriés.

Deux méthodes peuvent être utilisées:

– On doit injecter de façon continue un gaz rare d'activité volumique connue par exemple ^{133}Xe ou ^{85}Kr dans le moniteur pendant le temps nécessaire pour que celui-ci atteigne un état d'équilibre. On doit noter les valeurs affichées correspondant à l'état d'équilibre. On doit exprimer le résultat comme le rapport entre la valeur indiquée et l'activité volumique du gaz d'essai.

– On doit brancher la prise d'air d'entrée et la prise d'air de sortie et mesurer le volume d'air total dans les gaines (par exemple en branchant la prise d'air d'entrée sur un volume déterminé sous pression et en notant la variation de la pression à l'équilibre) On doit injecter dans le système un petit volume (1 % du volume d'air contenu dans les gaines) de gaz, par exemple du ^{133}Xe ou du ^{85}Kr, d'activité totale connue. On doit faire fonctionner le moniteur de façon normale. On doit noter les valeurs affichées correspondant à la valeur d'équilibre et à la plus haute valeur atteinte. On doit exprimer les résultats comme le rapport entre la valeur indiquée et l'activité volumique du gaz d'essai.

5.4 Essais de performance des circuits en air

5.4.1 Généralités

Les essais doivent être réalisés pour tous les moniteurs pour lesquels la réponse dépend du débit connu passant au travers des ensembles de prélèvement et de détection.

Lorsque l'appareil n'est pas sensible au débit, mais que néanmoins un débit de prélèvement est nécessaire pour son fonctionnement, il faut qu'un simple essai du circuit de débit ainsi que les alarmes relatives au débit fassent l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

Lorsque l'appareil est sensible au débit et que le débit varie en fonction du débit des effluents, des essais adaptés doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.4.2 Efficacité du moniteur de prélèvement

5.4.2.1 Généralités

L'efficacité de collecte, entre l'entrée du moniteur et le filtre de collecte, ne doit pas varier de plus de 10 % de la valeur indiquée par le fabricant pour chaque taille de particule donnée.

Suivant accord entre le fabricant et l'acheteur, une simulation peut aussi être réalisée à la place des essais réels.

5.4.2.2 Taille de particule

Le diamètre des particules et la gamme de tailles utilisés pour la mesure de l'efficacité de collecte du système de prélèvement doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur, par exemple en fonction du diamètre des particules aérosols à surveiller, de l'efficacité de collecte du moyen de filtrage par rapport à la taille des particules, etc.

5.4.2.3 Types d'aérosols

Il est souhaitable d'utiliser différents types d'aérosols au niveau des essais d'efficacité de collecte, on peut par exemple avoir:

- des aérosols non radioactifs avec des particules intégrant des traceurs fluorescents,
- des aérosols non radioactifs composés de billes de latex ou de polystyrène,
- des aérosols radioactifs.

5.4.2.4 Méthodes d'essai

L'efficacité de collecte doit être testée en injectant un échantillon d'air contenant des particules d'un diamètre aérodynamique moyen adapté au niveau de la prise d'entrée de prélèvement. La distribution peut être polydispersée avec un écart type géométrique faible. Le système de prélèvement doit fonctionner dans les conditions standards d'essai, par exemple en débit.

Après arrêt du système de prélèvement, on doit déterminer la quantité d'aérosols collectée sur le moyen de prélèvement. De plus, la quantité totale d'aérosols présents au niveau de la prise d'entrée du moniteur doit être déterminée. Ceci peut être fait par une mesure indépendante de la quantité prélevée d'aérosols ou en déterminant:

- la quantité d'aérosols collectée sur les surfaces internes de la prise d'entrée et des autres surfaces du circuit d'air en amont du moyen de collecte,
- la quantité d'aérosols en aval du moyen de collecte.

5.4.2.5 Détermination de l'efficacité de collecte

L'efficacité de collecte (E_{m}) doit être calculée comme suit:

$$E_{\mathrm{m}} = \frac{C_{\mathrm{M}}}{C_{\mathrm{T}}} \times 100$$

où:

C_{M} est la quantité déposée sur le moyen de collecte,

C_{T} est la quantité totale d'aérosols.

Il est recommandé, dans la mesure du possible, de déterminer la quantité totale des aérosols (C_{T}) par une méthode différente pour avoir un moyen de vérification les valeurs obtenues. De telles méthodes comprennent la mesure de concentration des aérosols qui entrent dans le

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

système à l'aide de différentes techniques instrumentales, le spectrophotomètre, l'analyseur de particules, l'échantillonnage de référence, etc.

Si le total des aérosols prélevés est déterminé par la somme de matière collectée dans le moniteur, alors la quantité totale des aérosols (C_T) (activité, masse ou nombre de particules) est donnée par:

$$C_T = C_M + C_U + C_D$$

où:

C_U est la quantité récupérée sur les surfaces internes du circuit d'air en amont du moyen de collecte,

C_D est la quantité collectée en aval du moyen de collecte.

5.4.3 Tendance à la rétention du gaz ou des particules

5.4.3.1 Généralités

La rétention de gaz rares ou de particules à l'intérieur du circuit d'air peut avoir une influence sur les résultats de mesure. Ainsi l'objectif de la conception du circuit d'air proposée par le fabricant, le choix des matériaux, doivent limiter une telle rétention.

Suivant accord passé entre le fabricant et l'acheteur, la simulation peut remplacer les essais réels.

5.4.3.2 Exigences

Un gaz rare présentant une activité volumétrique 10 fois supérieure au niveau de seuil du moniteur doit être insufflé dans celui-ci. L'essai à la tendance à la rétention gazeuse doit fournir une valeur inférieure à 1 % du maximum de la valeur affichée au cours de l'essai, après injection d'air propre dans le moniteur.

Une concentration de particule doit être injectée dans le moniteur. Après injection au final d'air propre dans le moniteur, l'essai de tendance à la rétention des particules doit fournir une valeur affichée inférieure à 5 % de la valeur maximum relevée pendant tout l'essai.

5.4.3.3 Méthode d'essai pour les gaz rares

Durant un lapse de temps au moins 10 fois supérieur au temps de réponse, on doit injecter dans l'ensemble de détection une forme chimique du gaz rare prise en compte lors de la conception de l'appareil, pour que celui-ci mesure une activité volumétrique 10 fois supérieure au seuil de décision.

Pour les ensembles n'intégrant pas de système de piégeage, on doit configurer le système pour les gaz en boucle fermée réduite et introduire dans celui-ci suffisamment de gaz rare pour que l'activité volumétrique égale 1 000 fois le seuil de décision. On doit faire fonctionner ce système jusqu'à l'équilibre de la concentration gazeuse.

On doit vérifier que la valeur affichée par l'ensemble de mesure reste stabilisée à la valeur maximum pendant un temps au moins égal à 10 fois le temps de réponse de l'appareil.

On doit alors faire circuler au débit nominal de l'air propre à température et pression ambiantes dans le circuit d'air en configuration ouverte pendant le temps nécessaire pour que la valeur affichée atteigne l'équilibre. La valeur alors affichée doit être inférieure à 1 % de la valeur maximum affichée durant l'essai.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.4.3.4 Méthode d'essai pour les particules

On doit introduire dans l'ensemble de détection une quantité/masse connue avec précision de particules non radioactives en injectant les particules dans la ligne de prélèvement. Il convient que les particules se présentent sous une forme chimique que l'appareil peut par conception mesurer.

Puis on doit faire circuler dans le circuit d'air ouvert, à débit nominal, de l'air propre à température et pression ambiantes pendant plusieurs minutes. On doit alors mesurer la quantité/masse de particules collectée sur l'unité de filtrage du moniteur.

La quantité de particules perdue doit être inférieure à 5 %.

5.4.4 Erreur relative de la mesure de débit et de volume

5.4.4.1 Généralités

L'erreur relative pour les valeurs mesurées portant sur les gaz radioactifs concentrés dans l'air est directement liée à l'erreur relative des valeurs mesurées pour le débit ou le volume de ces échantillonneurs qui concentrent ou absorbent le gaz au niveau du moyen de collecte. Une mesure de comptage précise de volume et de débit d'un mélange gazeux contenant des gaz rares est aussi importante pour une mesure précise de l'activité du gaz rare.

5.4.4.2 Exigences

L'erreur relative de mesure de débit dans des conditions standards d'essai, avec chute de pression uniquement due au circuit d'air et aux prises d'entrée ou au filtre de prélèvement (par exemple un filtre moléculaire du type "Ceolit") ne doit pas excéder ±10 %. Cet essai n'est pas requis pour les moniteurs ou les unités de prélèvement dont les fonctions sont manifestement indépendantes du débit (par exemple les unités de prélèvement avec mesure du volume total).

5.4.4.3 Méthode d'essai

Cet essai doit être réalisé avec de l'air ne contenant pas de poussière. Pour cet essai un dispositif de mesure de volume et de débit étalonné et présentant une incertitude meilleure que 2 %, est intégré dans le circuit d'air en entrée de l'équipement. L'équipement doit être mis en marche et le débit mesuré après 30 min de fonctionnement. Les valeurs affichées doivent être conformes aux exigences.

5.4.5 Stabilité du débit

5.4.5.1 Exigences

Le fabricant doit préciser le débit nominal pour le type de filtre utilisé. Après un temps de démarrage normal de l'ensemble de prélèvement (30 min), la valeur affichée pour le débit de prélèvement ne doit pas varier de plus de 10 % durant les 24 h qui suivent.

5.4.5.2 Méthode d'essai

Cet essai doit être fait avec de l'air ne contenant pas de poussière de façon à éviter toute variation de la chute de pression du fait du dispositif de collecte durant l'essai. Pour cela un débitmètre étalonné aux conditions de mesure présentant une incertitude meilleure que 3 % (k = 2), est intégré dans le circuit d'air en entrée de l'équipement. L'équipement doit être mis en fonctionnement et le débit mesuré après 30 min, 6 h, 12 h et 24 h de fonctionnement. Les valeurs affichées doivent être conformes aux exigences.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.4.6 Chute de pression due au filtre

5.4.6.1 Exigences

Le but de cet essai est de déterminer le niveau d'augmentation de la chute de pression qui correspond à une baisse de 10 % du débit nominal d'air en conditions standards d'essai. Cet essai n'est pas requis pour les moniteurs et les unités de traitement dont les fonctions sont manifestement indépendantes du débit (par exemple pour des unités de prélèvement avec mesure du volume total ou pour des débitmètres de masse).

Une chute minimum de pression acceptable entraînant une baisse de 10 % du débit nominal doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

5.4.6.2 Méthode d'essai

Pour cet essai le moniteur doit être équipé de filtres d'entrée propres. On doit insérer le débitmètre en amont du moniteur ainsi qu'un organe de régulation réglant (par exemple une vanne) entre le débitmètre et l'entrée du débit dans le moniteur. Un capteur de pression étalonné doit être installé en aval du filtre d'entrée, en un point déterminé par le fabricant, de façon à mesurer la chute de pression au travers du moniteur due au flux d'air. Le débit nominal doit être mesuré à la chute de pression nominale à travers le filtre. Puis l'organe de régulation réglant doit être ajusté pour obtenir un débit moyen inférieur de 10 % ou supérieur de 10 % au débit nominal en conditions standards d'essai. Le débit de prélèvement conventionnellement vrai doit être mesuré en conditions standards.

Dans ces conditions la chute de pression mesurée entraînant une baisse de 10 % du débit doit être conforme aux exigences.

5.4.7 Effets sur le débit des variations de tension de l'alimentation électrique

5.4.7.1 Exigences

Le débit nominal ne doit pas varier de plus de 5 % lorsque la tension d'alimentation électrique varie entre + 10 % et – 12 % par rapport à la tension nominale d'alimentation.

Si la mesure de débit est prise en compte par des algorithmes de mesure, cet essai n'est pas nécessaire.

5.4.7.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, l'ensemble de détection et de prélèvement est branché sur une alimentation dont la tension varie dans la gamme indiquée dans le Tableau 2.

Le débit doit être noté à la tension nominale et aux limites de tension indiquées.

5.4.8 Effets sur le débit des variations de fréquence de l'alimentation électrique

5.4.8.1 Exigences

Les ensembles doivent être capables de fonctionner à partir de l'alimentation principale avec une fréquence d'alimentation comprise entre 47 Hz et 51 Hz (57 Hz et 61 Hz dans les pays où la tension nominale est de 60 Hz) sans que les indications ne varient de plus de 10 % de celles fournies en conditions standards d'essai.

Si la mesure du débit est prise en compte dans un algorithme de mesure, alors cet essai n'est pas nécessaire.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

5.4.8.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, l'ensemble de détection et de prélèvement est branché sur l'alimentation à tension nominale et la fréquence peut être réglée entre 47 Hz et 51 Hz (alternativement entre 57 Hz et 61 Hz).

La valeur du débit doit être notée à la valeur nominale et aux limites de fréquence données.

Tableau 2 – Essais supplémentaires complétant les essais généraux requis par la CEI 60951-1

Essais	Conditions d'essai	Limites de variation des indications	Référence (paragraphe)
Réponse aux gaz radioactifs ou aux particules autres que ceux pour lesquels le moniteur est conçu	Gamme des valeurs des grandeurs d'influence conformes aux spécifications du fabricant	Conformes aux spécifications du fabricant	5.4.1
Efficacité de collecte	Gamme des valeurs des grandeurs d'influence conformes aux spécifications du fabricant	<10 % d'écart par rapport à la valeur indiquée par le fabricant	5.4.2
Tendance à la rétention des gaz ou des particules	Activité volumétrique du gaz rare 10 fois plus grande que le seuil de décision pour les systèmes à piège et 1 000 fois plus grande pour les autres systèmes. Concentration des particules conforme aux spécifications du fabricant	Après exposition, moins de 1 % pour les gaz rares et moins de 5 % pour les particules de la valeur maximum affichée pendant l'essai	5.4.3
Erreur relative de la mesure de volume et de débit	Conditions standards d'essai	±10 %	5.4.4
Stabilité du débit	Conditions standards d'essai	±10 %	5.4.5
Chute de pression due au filtre	Gamme des valeurs des grandeurs d'influence conformes aux spécifications du fabricant	–10 %	5.4.6
Tension de l'alimentation en courant alternatif	De 88 % U_N à 110 % U_N [2] (U_N = tension d'alimentation nominale)	± 5 % [1]	5.4.7
Fréquence de l'alimentation en courant alternatif	De 47 Hz à 51 Hz [3]	± 10 % [1]	5.4.8

1) De la valeur affichée en conditions standards d'essai.

2) Suivant accord passé entre le fabricant et l'acheteur, une gamme plus réduite de variations de la tension peut être utilisée.

3) De 57 Hz à 61 Hz pour les pays où la tension nominale est de 60 Hz.

NOTE Pour les ensembles à échelle non linéaire, un appareil à échelle linéaire peut être utilisé comme moyen d'affichage afin de vérifier les performances indiquées dans ce tableau.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.