

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60861

Deuxième édition
Second edition
2006-08

**Equipements pour la surveillance
des radionucléides dans les effluents liquides
et les eaux de surface**

**Equipment for monitoring of radionuclides
in liquid effluents and surface waters**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60861:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60861

Deuxième édition
Second edition
2006-08

**Equipements pour la surveillance
des radionucléides dans les effluents liquides
et les eaux de surface**

**Equipment for monitoring of radionuclides
in liquid effluents and surface waters**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	14
4 Classification des appareils	24
5 Conception de l'équipement	24
5.1 Caractéristiques de mesure et de l'affichage	24
5.2 Fiabilité	26
5.3 Equipement d'échantillonnage	26
5.4 Ensemble de détection	28
5.5 Ensemble de contrôle	30
5.6 Ensemble de mesure	30
5.7 Ensemble d'alarme	30
5.8 Dispositifs d'affichage	32
5.9 Moyens d'essai en fonctionnement	32
5.10 Installation et moyens de maintenance	32
5.11 Dispositifs de protection du rayonnement ionisant ambiant	34
5.12 Sécurité de l'utilisateur	34
5.13 Compatibilité électromagnétique	34
5.14 Alimentation électrique	36
6 Procédures d'essai	36
6.1 Généralités	36
6.2 Essais réalisés dans les conditions normales d'essai	36
6.3 Essais réalisés avec une variation des grandeurs d'influence	38
6.4 Caractéristiques métrologiques	38
6.5 Sources d'essai	38
7 Essais des performances sous rayonnement	40
7.1 Réponse de référence	40
7.2 Sensibilité et réponse relative de l'équipement pour une source solide	42
7.3 Linéarité	42
7.4 Justesse de l'équipement	44
7.5 Reproductibilité des résultats de mesure	46
7.6 Temps de réponse	46
7.7 Uniformité des écran de protection du détecteur bêta	48
7.8 Essais de surexposition	50
7.9 Réponse à d'autres radionucléides artificiels	50
7.10 Réponse aux descendants du ^{222}Rn dissous dans l'eau	50
7.11 Réponse au rayonnement gamma ambiant	52
7.12 Influence des matériaux en suspension dans le liquide sur la mesure de l'activité	54
8 Essais de performance du circuit hydraulique	56
8.1 Généralité	56
8.2 Stabilité du débit	56
8.3 Efficacité du nettoyage	56

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	15
4 Classification of equipment.....	25
5 Equipment design.....	25
5.1 Measurement and indication characteristics	25
5.2 Reliability	27
5.3 Sampling assembly	27
5.4 Detection assembly.....	29
5.5 Control assembly.....	31
5.6 Measurement assembly.....	31
5.7 Alarm assembly.....	31
5.8 Indication facilities.....	33
5.9 Facilities for operational testing.....	33
5.10 Installation and maintenance facilities	33
5.11 Ambient ionizing radiation protection devices.....	35
5.12 User safety.....	35
5.13 Electromagnetic compatibility	35
5.14 Power supply.....	37
6 Test procedures	37
6.1 General.....	37
6.2 Tests performed under standard test conditions	37
6.3 Tests performed with variation of influence quantities.....	39
6.4 Metrological characteristics	39
6.5 Test sources	39
7 Radiation performance tests.....	41
7.1 Reference response	41
7.2 Sensitivity and relative response of the equipment for a solid source	43
7.3 Linearity	43
7.4 Repeatability of the equipment	45
7.5 Reproducibility of results of measurements	47
7.6 Response time	47
7.7 Uniformity of the protective screens for the beta detector	49
7.8 Overload test.....	51
7.9 Response to other artificial radionuclides	51
7.10 Response to ^{222}Rn progeny dissolved in water.....	51
7.11 Response to ambient gamma radiation.....	53
7.12 Influence of materials in suspension in liquid on activity measurement.....	55
8 Liquid circuit performance tests	57
8.1 General.....	57
8.2 Flow-rate stability.....	57
8.3 Cleaning efficiency.....	57

9	Essais de performances électriques	58
9.1	Temps de préchauffage – ensembles de détection et de mesure	58
9.2	Variation de l'alimentation électrique	58
9.3	Variations transitoires de l'alimentation électrique	60
9.4	Stabilité du déclenchement d'alarme	60
9.5	Gamme de déclenchement de l'alarme	60
9.6	Alarme de défaut	62
10	Essais de performances environnementales	62
10.1	Température ambiante	62
10.2	Humidité relative	64
10.3	Immunité électromagnétique externe et décharge électrostatique	64
10.4	Emission électromagnétique	64
11	Rapport d'essais de type	64
12	Certificat	66
13	Notice d'emploi et de maintenance	66
	Annexe A (informative) Guide pour l'utilisation des moniteurs de contamination radioactive de l'eau	76
	Annexe B (informative) Réalisation d'un effluent artificiel pour les essais	80
	Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essais	68
	Tableau 2 – Essais effectués dans les conditions normales d'essais	70
	Tableau 3 – Essais réalisés avec variation des grandeurs d'influence	72
	Tableau 4 – Essais du circuit hydraulique	74

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60861:2006

9	Electrical performance tests	59
9.1	Warm-up time – Detection and measurement assemblies	59
9.2	Power-supply variations	59
9.3	Power-supply transient effects.....	61
9.4	Alarm-trip stability	61
9.5	Alarm-trip range	61
9.6	Fault alarm	63
10	Environmental performance test	63
10.1	Ambient temperature	63
10.2	Relative humidity.....	65
10.3	External electromagnetic immunity and electrostatic discharge	65
10.4	Electromagnetic emission.....	65
11	Type test report	65
12	Certificate.....	67
13	Operation and maintenance manual	67
	Annex A (informative) Guidance for use with radioactive water monitors	77
	Annex B (informative) Realization of an artificial effluent for testing	81
	Table 1 – Reference and standard test conditions.....	69
	Table 2 – Tests performed under standard test conditions	71
	Table 3 – Tests performed with variation of influence quantities.....	73
	Table 4 – Tests of liquid circuit	75

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENTS POUR LA SURVEILLANCE DES RADIONUCLÉIDES DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES ET LES EAUX DE SURFACE

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 60861 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition de cette norme, parue en 1987, ainsi que la première édition de la CEI 61311 parue en 1995.

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

- a) la prise en compte des évolutions technologiques, notamment la possibilité de surveillance en continu de la radioactivité alpha des liquides;
- b) les essais de compatibilité électromagnétique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EQUIPMENT FOR MONITORING OF RADIONUCLIDES
IN LIQUID EFFLUENTS AND SURFACE WATERS**

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 60861 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1987 and the first edition of IEC 61311 published in 1995.

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

- a) taking into account of the main technological evolutions, notably the feasibility of continuous monitoring of alpha radioactivity in liquids;
- b) tests of electromagnetic compatibility.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/499/FDIS	45B/518/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.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60861:2006

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

FDIS	Report on voting
45B/499/FDIS	45B/518/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.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60861:2006

ÉQUIPEMENTS POUR LA SURVEILLANCE DES RADIONUCLÉIDES DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES ET LES EAUX DE SURFACE

1 Domaine d'application

Cette Norme internationale définit les exigences techniques pour les appareils de surveillance des radionucléides émetteurs alpha, bêta ou gamma dans les effluents liquides et dans les eaux de surface. Elle donne des directives générales sur les aptitudes de tels équipements et indique où et quand ils peuvent être utilisés.

NOTE La possibilité de mesurer en continu la radioactivité alpha des liquides par concentration et collecte du concentrât sur un filtre a été démontré. Aussi cette norme peut-elle être également applicable à la surveillance en continu de la radioactivité alpha des liquides.

Cette norme s'applique aux équipements pour la surveillance en continu de l'activité:

- dans les effluents liquides qui peuvent être rejetés en fonctionnement normal;
- dans les eaux de l'environnement.

Cette norme ne s'applique pas aux équipements spécialement conçus pour l'utilisation dans des conditions accidentelles pour lesquels des capacités supplémentaires peuvent être requises.

Cette norme concerne exclusivement les équipements de surveillance en continu de l'activité alpha globale, l'activité bêta globale pour les émetteurs bêta d'énergie supérieure à 150 keV ou l'activité gamma, dans les rejets d'effluents liquides ou dans les eaux environnementales. Elle ne concerne pas le prélèvement d'échantillon et l'analyse en laboratoire.

L'objet de cette norme est de présenter les exigences générales et de donner des exemples de méthodes acceptables d'utilisation des équipements pour la surveillance en continu de l'activité de l'eau.

Cette Norme internationale précise les caractéristiques générales, les procédures générales d'essai, les caractéristiques sous rayonnement, électriques, de sécurité et environnementales et l'identification et certification de l'équipement pour les équipements définis dans le domaine d'application. Les exigences concernant la sécurité des équipements électriques figurent dans la CEI 61010-1. Ces exigences de sécurité et les essais correspondants sont applicables si l'industriel souhaite obtenir un label pour cet équipement avec le marquage correspondant (par exemple CE, UL, etc.).

Cette norme s'applique aux moniteurs de surveillance de l'eau conçus pour remplir les fonctions suivantes:

- mesure de l'activité volumique ou du taux de comptage (voir 5.1.2) dû à la présence de radionucléides dans le liquide et de ses variations dans le temps;
- déclenchement d'une alarme en cas de dépassement d'une valeur limite de l'activité volumique ou du taux de comptage dans l'eau.

L'Annexe A donne quelques lignes directrices pour l'utilisation de moniteurs de la radioactivité dans l'eau.

EQUIPMENT FOR MONITORING OF RADIONUCLIDES IN LIQUID EFFLUENTS AND SURFACE WATERS

1 Scope

This International Standard defines technical requirements for equipment for monitoring of alpha-, beta- or gamma-emitting radionuclides in liquid effluents and surface waters, provides some general guidance as to the possible detection capability of such equipment and indicates when and where its uses may be practicable.

NOTE Alpha monitoring in liquids is a possibility that has been demonstrated using a concentration device and collection of the concentrate in a filter, so this standard may also be applicable to alpha monitoring in liquids.

This standard is applicable to equipment for continuous monitoring of the activity:

- in liquid effluents which could be released in the environment during normal operations;
- in environmental waters.

This standard does not apply to equipment specifically for use in accident conditions that may require additional capabilities.

This standard is restricted to equipment for continuous monitoring of gross alpha or gross beta of maximum energy higher than 150 keV or gamma activity in liquid effluent streams and environmental waters. It does not deal with sample extraction and laboratory analysis.

The object of this standard is to lay down general requirements and give examples of acceptable methods for equipment to monitor continuously the activity of water.

This International Standard specifies, for the equipment described in the scope, the general characteristics, general test procedures, radiation, electrical, safety and environmental characteristics, and the identification and certification of the equipment. Performance requirements for the safe operation of electrical equipment are provided in IEC 61010-1. These safety requirements and corresponding tests are applicable if the manufacturer wants to, or is required to, label its equipment with the appropriate safety mark (for example, CE, UL, etc.).

This standard is applicable to water monitors intended to fulfil the following functions:

- measurement of the volumetric activity or count rate (see 5.1.2) due to radionuclides in the liquid and its variation with time;
- actuation of an alarm when a limit value of volumetric activity or count rate in water is exceeded.

Annex A gives some guidance for use with radioactive water monitors.

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).

CEI 60038:1983, *Tensions normales de la CEI*
Amendement 1 (1994)
Amendement 2 (1997)¹

CEI 60050-393:2003, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 393: Instrumentation nucléaire: Phénomènes physiques et notions fondamentales*

CEI 60050-394:1995, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 394: Instrumentation nucléaire: Instruments*
Amendement 1 (1996)
Amendement 2 (2000)

CEI 60068-2-38:1974, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Deuxième partie: Essais. Essais Z/AD: Essai cyclique composite de température et d'humidité*

CEI 61000-4-2:2001, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*
Amendement 1 (1998)
Amendement 2 (2000)²

CEI 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 61000-4-4:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves.*

CEI 61000-4-5:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*
Amendement 1 (2004)³

CEI 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CEI 61000-4-12:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-12: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes oscillatoires*
Amendement 1 (2000)⁴

CEI 61000-6-4:1997, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6: Normes génériques – Section 4: Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

¹ Il existe une édition consolidée 6.2 (2002) incluant l'édition 6.0 et ses amendements 1 et 2.

² Il existe une édition consolidée 1.2 (2001) incluant l'édition 1.0 et ses amendements 1 et 2.

³ Il existe une édition consolidée 2.1 (2004) incluant l'édition 2.0 et son amendement 1.

⁴ Il existe une édition consolidée 1.1 (2001) incluant l'édition 1.0 et son amendement 1.

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 60038:1983, *IEC standard voltages*
Amendment 1 (1994)
Amendment 2 (1997)¹

IEC 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

IEC 60050-394:1995, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 394: Nuclear instrumentation – Instruments*
Amendment 1 (1996)
Amendment 2 (2000)

IEC 60068-2-38:1974, *Basic environmental testing procedures – Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test*

IEC 61000-4-2:2001 *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*
Amendment 1 (1998)
Amendment 2 (2000)²

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*
Amendment 1 (2004)³

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-12:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-12: Testing and measurement techniques – Oscillatory waves immunity test*
Amendment 1 (2000)⁴

IEC 61000-6-4:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 4: Emission standard for industrial environments*

¹ There exists a consolidated edition 6.2 (2002) including edition 6.0 and its amendments 1 and 2.

² There exists a consolidated edition 1.2 (2001) including edition 1.0 and its amendments 1 and 2.

³ There exists a consolidated edition 2.1 (2004) including edition 2.0 and its amendment 1.

⁴ There exists a consolidated edition 1.1 (2001) including edition 1.0 and its amendment 1.

CEI 61010-1:2001, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 61187:1993, *Equipements de mesure électrique et électronique – Documentation*

ISO Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM), 1995.

ISO 10012: 2003, *Systèmes de management de la mesure – Exigences pour les processus et les équipements de mesure*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions concernant la mesure des rayonnements ionisants et l'instrumentation nucléaire, qui sont donnés dans la CEI 60050-393 et dans la CEI 60050-394, ainsi que les termes et définitions suivants, s'appliquent.

3.1

moniteur eau

équipement destiné à la surveillance de la radioactivité des effluents liquides rejetés dans l'environnement et des eaux de l'environnement

3.2

surveillance de l'activité

différentes méthodes de surveillance:

Moniteurs avec échantillonnage,

mesure simultanée,

mesure séquentielle discrète,

Moniteurs sans échantillonnage:

mesure directe

3.3

mesure continue

mesure simultanée et la mesure séquentielle discrète

3.4

mesure simultanée

mesure d'un prélèvement effectuée en même temps que celui-ci est collecté

NOTE Des mesures réalisées avec un détecteur en contact avec le liquide (détecteur bêta) ou immergé dans celui-ci (détecteur gamma) sont considérées comme des mesures simultanées.

3.5

mesure séquentielle discrète

mesure d'un prélèvement réalisée séparément de la collecte de l'échantillon avec une durée de collecte et un temps courts depuis la collecte de la mesure

3.6

mesure directe

mesure avec un détecteur immergé dans le flux liquide ou adjacent au conduit dans lequel coule le liquide, sans prélèvement

3.7

ensemble de prélèvement

ensemble utilisé pour le prélèvement d'un échantillon représentatif

IEC 61010-1:2001, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*.

IEC 61187:1993, *Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

ISO Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM), 1995.

ISO 10012:2003, *Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions concerning detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation given in IEC 60050-393 and IEC 60050-394, as well as the following, apply.

3.1

water monitor

equipment intended for radioactivity monitoring in liquid effluents discharged into the environment and into environmental waters

3.2

activity monitoring

different ways of monitoring:

Monitors with sampling,

simultaneous measurement,

discrete sequential measurement,

Monitors without sampling

direct measurement

3.3

continuous measurement

simultaneous and discrete sequential measurement

3.4

simultaneous measurement

measurement of a sample taken at the same time as the sample is collected

NOTE Measurements carried out with the detector in contact with the liquid (beta detector) or inside it (gamma detector) are considered as a simultaneous measurement.

3.5

discrete sequential measurement

measurement of a sample that is undertaken separately from collection of the sample with a short collection time separated by a short delay from the time of measurement

3.6

direct measurement

measurement, without sampling, with the detector immersed in liquid flow or adjacent to the duct where the liquid is flowing

3.7

sampling assembly

assembly for collecting a representative sample

3.8

ensemble de détection

ensemble utilisé pour la mesure de l'activité. L'ensemble de détection comprend un ou plusieurs détecteurs

3.9

ensemble de mesure

ensembles et unités fonctionnelles destinés à la mesure de la grandeur liée au rayonnement ionisant (activité, activité volumique, etc.)

3.10

ensemble d'alarme

ensemble qui produira une alarme sonore ou visuelle en cas de dépassement d'un seuil d'alarme ou en cas de défaut de l'équipement

3.11

épaisseur totale équivalente de la fenêtre (densité d'épaisseur)

épaisseur, généralement exprimée en masse surfacique (mg/cm²), devant être traversée par une particule émise normalement depuis la surface du milieu, pour atteindre le volume sensible du détecteur

NOTE Cette épaisseur inclut la distance parcourue dans le liquide ou l'air et l'épaisseur de la fenêtre d'entrée du détecteur, épaisseur qui peut comprendre tout revêtement interposé devant le détecteur pour le protéger de l'effluent liquide.

3.12

coefficient de variation

rapport V entre l'écart type s et la moyenne arithmétique $\bar{x}$ d'une série de n mesures x_i , donné par la formule suivante:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3.13

erreur relative intrinsèque

erreur relative d'une indication concernant une grandeur fournie par un matériel ou un ensemble de mesures soumis à une grandeur de référence donnée dans les conditions de référence déterminées, exprimée par la relation:

$$e_i = \frac{v - v_c}{v_c}$$

où

v est la valeur indiquée de la grandeur;

v_c est la valeur conventionnellement vraie de cette grandeur au point de mesure.

3.14

incertitude de mesure

paramètre, associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui peuvent raisonnablement être attribuées au mesurande

NOTE 1 Le paramètre peut être, par exemple, un écart-type (ou un multiple de celui-ci) ou la demi-largeur d'un intervalle de niveau de confiance déterminé.

NOTE 2 L'incertitude de mesure comprend, en général, plusieurs composantes. Certaines peuvent être évaluées à partir de la distribution statistique des résultats de série de mesurages et peuvent être caractérisées par des écarts-types expérimentaux. Les autres composantes, qui peuvent aussi être caractérisées par des écarts-types, sont évaluées en admettant des distributions de probabilité, d'après l'expérience requise ou d'après d'autres informations.

3.8**detection assembly**

assembly used for measuring the activity. The detection assembly includes one or more radiation detectors

3.9**measurement assembly**

assemblies and function units designed to measure quantities connected with ionizing radiation (activity, volumetric activity, etc.)

3.10**alarm assembly**

assembly that will initiate an audible or visible alarm in the event of an alarm threshold being breached or in case of fault of the equipment

3.11**total equivalent window thickness (density thickness)**

thickness, generally expressed in mass per unit area (mg/cm^2), which a particle emitted normally from the medium measured traverses to reach the sensitive volume of the detector

NOTE This thickness includes the distance covered in liquid or air plus the thickness of the entry window of the detector. This may include any screen or coating over the detector for protection against the liquid effluent

3.12**coefficient of variation**

ratio V of the standard deviation s to the arithmetic mean $\bar{x}$ of a set of n measurements x_i given by the following formula:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3.13**relative intrinsic error**

relative error of indication of a piece of equipment or an assembly with respect to a quantity when subjected to a specified reference quantity under specified reference conditions expressed as

$$e_i = \frac{V - V_c}{V_c}$$

where

V is the indicated value of a quantity;

V_c is the conventionally true value of the quantity at the point of measurement

3.14**uncertainty of measurement**

parameter associated with the result of a measurement that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand

NOTE 1 The parameter may be, for example, a standard deviation (or a given multiple of it) or the half-width of an interval having a stated level of confidence.

NOTE 2 Uncertainty of measurement comprises, in general, many components. Some of these components may be evaluated from statistical distribution of the result of series of measurements and can be characterized by experimental standard deviation. The other components, which can also be characterized by standard deviation, are evaluated from assumed probability distributions based on experience or other information.

NOTE 3 Il est entendu que le résultat du mesurage est la meilleure estimation de la valeur du mesurande, et que toutes les composantes de l'incertitude, y compris celles qui proviennent d'effets systématiques, telles que les composantes associées aux corrections et aux étalons de référence contribuent à la dispersion.

3.15

facteur d'élargissement

k

facteur numérique, k , utilisé comme multiplicateur de l'incertitude type composée pour obtenir l'incertitude élargie

3.16

seuil de décision

valeur décisionnelle fixée qui, lorsqu'elle est dépassée par le résultat d'une mesure vraie d'un mesurande quantifiant un effet physique, il est décidé que l'effet physique est présent

NOTE 1 Le test statistique est tel que la probabilité de rejeter l'hypothèse par erreur (erreur de première espèce) est égale à une valeur donnée α . Pour cette norme, α est égal à 5 % et le seuil de décision (SD) est calculé à partir de la formule générale suivante:

$$SD = 1,64 \sqrt{2 \text{var}(b)} = 2,32 s(b)$$

où

s est l'écart type expérimental du bruit de fond.

NOTE 2 Pour les équipements donnant une indication en terme de taux de comptage, l'écart type utilisé peut être la valeur estimée de l'écart type du bruit de fond exprimé en taux de comptage $u_{(b)}$ donné par la formule suivante, au lieu de l'écart type expérimental, s :

$$u_{(b)} = \sqrt{\frac{b}{t}}$$

où

b est le taux de comptage dû au bruit de fond (impulsions par seconde);

t est la durée de mesure (en secondes).

3.17

valeur décisionnelle

variable aléatoire permettant de décider que le phénomène physique à mesurer est présent ou non

3.18

étendue de mesure

étendue des valeurs de quantité à mesurer dans laquelle les performances d'un équipement ou d'un ensemble satisfont aux exigences de ses spécifications

3.19

dynamique de mesure

quotient de la valeur du signal pour l'indication mesurable maximale d'une grandeur, par la valeur du signal pour le seuil de décision

3.20

temps de réponse

temps nécessaire, après une variation brusque de la grandeur à mesurer, pour que la variation du signal de sortie atteigne pour la première fois un pourcentage donné, en général de 10 % à 90 % de sa valeur finale

3.21

activité volumique

quotient entre l'activité mesurée et le volume total de l'échantillon

NOTE Cette quantité est exprimée en becquerel par mètre cube (Bq/m³).

NOTE 3 It is understood that the result of the measurement is the best estimate of the value of the measurand and that all components of uncertainty, including those arising from systematic effects, such as components associated with corrections and reference standards, contribute to the dispersion.

3.15 coverage factor

k

numerical factor, *k*, used as a multiplier of the combined standard uncertainty in order to obtain an expanded uncertainty

3.16 decision threshold

fixed value of the decision quantity by which, when exceeded by the result of an actual measurement of a measurand quantifying a physical effect, one decides that the physical effect is present

NOTE 1 The statistical test is designed in such a way that the probability of wrongly rejecting the hypothesis (error of the first kind) is equal to a given value α . For this standard, α equals 5 % and the decision threshold (*DT*) is calculated using the following general formula:

$$DT = 1,64\sqrt{2\text{var}(b)} = 2,32 s(b)$$

where

s is the experimental standard deviation of the background.

NOTE 2 For equipment given an indication in terms of count rate the standard deviation used may be the estimated standard deviation of the background count rate, $u_{(b)}$, given by the following formula, instead of the experimental standard deviation, *s*:

$$u_{(b)} = \sqrt{\frac{b}{t}}$$

where

b is the count rate due to the background (counts/second);

t is the time of measurement (in seconds).

3.17 decision quantity

random variable for the decision whether the physical effect to be measured is present or not

3.18 effective range of measurement

range of values of the quantity to be measured over which the performance of a piece of equipment or an assembly meets the requirements of its specifications

3.19 dynamic range

quotient of the signal from the maximum measurable indication of a quantity to the signal from the decision threshold of that quantity

3.20 response time

time required after a step variation in the measured quantity for the output signal variation to reach a given percentage for the first time, usually from 10 % to 90 %, of its final value

3.21 volumetric activity

quotient of the measured activity by the total volume of the sample

NOTE This quantity is expressed in becquerel per cubic metre (Bq/m³).

3.22

taux d'émission surfacique d'une source solide

nombre de particules d'un type donné et d'énergie supérieure à une énergie donnée émergeant de la face avant de la source par unité de temps

3.23

valeur conventionnellement vraie (d'une grandeur)

meilleure valeur estimée d'une grandeur utilisée pour un but donné

NOTE Une valeur conventionnellement vraie est, en général, considérée comme suffisamment proche de la valeur vraie pour que, pour une application donnée, la différence ne soit pas significative. Par exemple: une valeur à partir d'un étalon primaire ou secondaire ou à partir d'un instrument de référence peut être considérée comme la valeur conventionnellement vraie.

3.24

réponse de référence

rapport, dans les conditions normales d'essais, donné par la relation:

$$R_{\text{ref}} = \frac{A_v}{A_{vc}}$$

où

A_v est la valeur de l'activité volumique indiquée par l'équipement ou l'ensemble à l'essai;

A_{vc} est la valeur conventionnellement vraie de l'activité volumique.

3.25

sensibilité

pour une valeur donnée de la grandeur mesurée, quotient de la variation de la variable observée par la variation correspondante de la grandeur mesurée

$$S = \frac{I - B}{A_c}$$

où

I est la valeur indiquée en présence de la source radioactive mesurée;

B est la valeur indiquée du bruit de fond;

A_c est la valeur conventionnellement vraie de l'activité, l'activité volumique ou du taux d'émission surfacique de la source.

3.26

réponse relative

valeur calculée, pendant les essais de type et égale au rapport entre la réponse de référence ou la sensibilité de référence de l'équipement pour une source liquide et la sensibilité de ce même équipement pour une source solide

NOTE La réponse relative permet de déterminer la réponse (ou la sensibilité de référence) de tout équipement identique à l'équipement ayant subi les essais de type à partir de la mesure de la sensibilité pour une source solide.

3.27

fidélité (d'un instrument de mesure)

aptitude d'un instrument de mesure à donner des indications très voisines lors de l'application répétée du même mesurande dans les mêmes conditions de mesure

NOTE 1 Ces conditions comprennent la réduction au minimum des variations dues à l'observateur, le même mode opératoire de mesure, le même observateur, le même équipement de mesure utilisé dans les mêmes conditions, le même lieu, la répétition durant une courte période de temps.

NOTE 2 La fidélité peut s'exprimer quantitativement à l'aide des caractéristiques de dispersion des indications.

3.22**surface emission rate of solid sources**

number of particles of a given type above a given energy emerging from the front face of the source per unit time

3.23**conventionally true value** (of a quantity)

best estimate of the value of a quantity used for a given purpose

NOTE A conventionally true value is, in general, regarded as sufficiently close to the true value for the difference to be insignificant for the given purpose. For example, a value determined from a primary or a secondary standard or by a reference instrument, may be taken as the conventionally true value.

3.24**reference response**

ratio, under standard test conditions, given by the relation

$$R_{\text{ref}} = \frac{A_v}{A_{vc}}$$

where

A_v is the value of the volumetric activity indicated by the equipment or assembly under test;

A_{vc} is the conventionally true value of the volumetric activity measured

3.25**sensitivity**

for a given value of the measured quantity, ratio of the variation of the observed variable to the corresponding variation of the measured quantity

$$S = \frac{I - B}{A_c}$$

where

I is the indicated value in presence of the radioactive source measured;

B is the indicated value of the background;

A_c is the conventionally true value of the activity, the volumetric activity, or surface emission rate of the source.

3.26**relative response**

value calculated, during type testing, equal to the ratio between the reference response (or the reference sensitivity) of the equipment for a liquid source and the sensitivity of the same equipment for a solid source

NOTE The relative response allows for the determination of the reference response (or the reference sensitivity) of all identical equipment that the equipment type tested from the measurement or the sensitivity for solid source.

3.27**repeatability** (of a measuring instrument)

ability of a measuring instrument to provide closely similar indications for repeated applications of the same measurand under the same conditions of measurement

NOTE 1 These conditions include reduction to a minimum of variation due to the observer, the same measurand procedure, the same observer, the same measuring equipment used under the same conditions, the same location, repetition over a short period of time.

NOTE 2 Repeatability may be expressed quantitatively in terms of dispersion characteristics of the indications.

3.28

reproductibilité (des résultats de mesure)

étroitesse de l'accord entre les résultats des mesurages successifs du même mesurande, mesurages effectués en faisant varier les conditions de mesure

NOTE 1 Pour qu'une expression de la reproductibilité soit valable, il est nécessaire de spécifier les conditions que l'on fait varier.

NOTE 2 Les conditions que l'on fait varier peuvent comprendre principe de mesure, méthode de mesure, observateur, instrument de mesure, étalon de référence, lieu, conditions d'utilisation, temps.

NOTE 3 La reproductibilité peut s'exprimer quantitativement à l'aide des caractéristiques de dispersion des résultats.

NOTE 4 Les résultats considérés ici sont habituellement les résultats corrigés.

3.29

erreur de linéarité

expression de la déviation de la courbe représentant les variations de la grandeur de sortie en fonction des variations de la grandeur d'entrée par rapport à une ligne de référence

3.30

coefficient d'échange

pour une eau chargée avec des particules en suspension, rapport entre l'activité massique des particules et l'activité volumique de l'eau. Ce coefficient, K_d , s'exprime en (becquerels/kilogramme)/(becquerels/litre)

3.31

essais de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier qu'elle répond aux spécifications exigées

3.32

essai individuel de série

essai auquel est soumis chaque instrument en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis

3.33

essai de réception

essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que l'instrument répond à certaines conditions de sa spécification

3.34

essai de maintenance

essai exigé faisant suite à une maintenance spécifiée

3.35

constructeur

concepteur de l'équipement et vendeur de l'équipement

3.36

acheteur

utilisateur de l'équipement

3.37

unités

système d'unité SI. Les unités pratiques suivantes seront également utilisées lorsque nécessaire:

- pour le temps: année (a), jour (j), heure (h), minute (min);
- pour l'énergie: électronvolt (eV).

3.28**reproducibility** (of results of measurements)

closeness of the agreement between the results of successive measurement of the same measurand carried out under the changed conditions of measurement

NOTE 1 A valid statement of reproducibility requires specification of the conditions changed.

NOTE 2 The changed conditions may include principle of measurement, method of measurement, observer-measuring instrument, reference standard location, conditions of use, time.

NOTE 3 Reproducibility may be expressed quantitatively in terms of the dispersion characteristics of the results.

NOTE 4 Results are here usually understood to be corrected results.

3.29**linearity error**

deviation from a reference straight line of the curve representing the output indication variation as a function of the input quantity variation

3.30**exchange coefficient**

for water loaded with particles in suspension, ratio between the mass activity of the particles and volumetric activity of the water. This coefficient, K_d , is expressed in (becquerels/kilogram)/(becquerels/liter)

3.31**type test**

conformity testing on the basis of one or more specimens of a product representative of the production

3.32**routine test**

test to which each individual instrument is subject during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

3.33**acceptance test**

contractual test to prove to the customer that the instrument meets certain conditions of its specification

3.34**maintenance test**

prescribed test following specific maintenance

3.35**manufacturer**

designer and seller of the equipment

3.36**purchaser**

user of the equipment

3.37**units**

SI system of units. The following units of practical importance will also be used where appropriate:

- for time: year (y), day (d), hour (h), minute (min);
- for energy: electronvolt (eV).

4 Classification des appareils

Les moniteurs peuvent être classés suivant le type de rayonnement détecté:

- moniteurs bêta et/ou gamma global;
- moniteurs alpha et/ou bêta global;
- moniteur gamma global comprenant des canaux spécifiques par radionucléide.

Ils peuvent également être classés en fonction de leur mode d'utilisation:

- mesure simultanée;
- mesure séquentielle discrète;
- mesure directe.

5 Conception de l'équipement

5.1 Caractéristiques de mesure et de l'affichage

5.1.1 Caractéristiques de mesure

Si l'indication du moniteur est en activité globale ou en activité volumique, le constructeur doit préciser le radionucléide de référence pour lequel cette activité (ou cette activité volumique) est indiquée (une liste de radionucléides de référence est donnée Tableau 1).

Le constructeur doit indiquer le seuil de décision et le domaine de mesure de l'appareil pour les nucléides d'intérêt. Il convient que ces caractéristiques soient données pour les radionucléides spécifiés en tenant compte du niveau de référence du bruit de fond dû au rayonnement gamma (200 nGy/h).

Le moniteur doit donner une indication quand la valeur mesurée est en dehors du domaine de mesure.

La dynamique du domaine de mesure doit être au moins de 10^3 pour la mesure de l'eau dans l'environnement et 10^5 pour celle des effluents liquides.

NOTE La gamme de mesure doit inclure les niveaux d'activité volumique de 1×10^4 Bq/m³ pour la surveillance de l'environnement et 2×10^8 Bq/m³ pour la surveillance des effluents liquides.

Le constructeur doit préciser la réponse de l'appareil pour des radionucléides qui ne sont pas cités dans le Tableau 1 des radionucléides de référence. La liste des radionucléides d'intérêt doit être établie en accord entre le constructeur et l'acheteur.

Il convient que, pour les radionucléides d'intérêt, le constructeur précise le seuil de décision possible en fonction du bruit de fond gamma ambiant au niveau du détecteur.

5.1.2 Dispositif d'affichage

Le dispositif d'affichage doit indiquer la valeur mesurée dans des unités appropriées à la technique de mesure et doit être accepté en accord par le constructeur et le client.

Dans le cas où une mesure bêta serait effectuée directement sur le liquide à contrôler, il convient que l'indication soit exprimée dans la grandeur observée, par exemple impulsions par seconde. Dans des conditions bien définies, par exemple: pour un radionucléide connu et un taux de comptage observé, l'indication peut être exprimée en activité ou en activité volumique.

4 Classification of equipment

Monitors may be classified according to the type of radiation detected:

- gross beta and/or gamma monitors;
- gross alpha and/or beta monitors;
- gross gamma monitor including specific radionuclide channels.

They may be also classified according to their method of operation:

- simultaneous measurement;
- discrete sequential measurement;
- direct measurement.

5 Equipment design

5.1 Measurement and indication characteristics

5.1.1 Measurement characteristics

If the monitor indicates a gross activity or a volumetric activity, the manufacturer shall specify the radionuclide of reference for which the activity (or volumetric activity) is indicated (a list of reference radionuclides is given in Table 1).

The manufacturer shall indicate the decision threshold and the effective range of measurement of the equipment for nuclides of interest. These characteristics should be given for the specified radionuclides taking into account the reference gamma radiation background level (200 nGy/h).

The monitor shall give an indication when the measurement is outside the effective range.

The dynamic range of the equipment shall be at least 10^3 for the measurement of the environmental water and 10^5 for the liquid effluents.

NOTE For monitoring environmental water, the effective range of measurement should include a level of activity of 1×10^4 Bq/m³ and for liquid effluents 2×10^8 Bq/m³.

The manufacturer shall specify the response of the assembly to radionuclides other than that of the reference mentioned in Table 1. The list of radionuclides of interest shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

The manufacturer should specify the achievable decision threshold for nuclides of interest, as a function of the ambient gamma background at detector assembly.

5.1.2 Measurement display

The measurement display shall indicate the value in appropriate units to the measurement technique and shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

In the case of a beta measurement carried out directly on the liquid, the indication should be the observed quantities, for example, counts per second. Under referenced conditions, for example, for a known radionuclide and observed count rate, the indication may be expressed in activity or in volumetric activity.

5.2 Fiabilité

Tout l'équipement doit être conçu avec un niveau élevé de fiabilité.

Le constructeur doit préciser la fréquence des opérations de maintenance courantes, et décrire dans le détail chaque procédure de maintenance. Ces exigences de maintenance doivent rester à un niveau minimum acceptable.

L'équipement doit être conçu avec une sécurité pour "mise en défaut", de manière qu'une interruption de l'alimentation ou la mise en défaut d'un composant important, produisant une perte de la mesure, entraîne le déclenchement d'une alarme.

5.3 Équipement d'échantillonnage

5.3.1 Conduits d'échantillonnage et d'échappement

Pour minimiser le piégeage des particules, la corrosion ou l'érosion, les caractéristiques suivantes doivent être prises en compte lors de la conception du système d'échantillonnage:

- diamètre interne des tubes, longueur de tube, nombre de coudes et rayon de courbure de ces coudes;
- état de finition des surfaces internes;
- connexions;
- nature des matériaux utilisés.

Si l'eau ou l'effluent liquide contrôlé est susceptible de contenir des particules en suspension, la conception du système d'échantillonnage et des conduits d'échappement doit minimiser la rétention des particules sur leurs surfaces.

Les conduits d'échantillonnage et d'échappement doivent être compatibles avec les propriétés physiques et chimiques des liquides à contrôler et avec le type de rayonnement mesuré.

Dans le cas de mesure séquentielle discrète, le temps de collecte et le délai entre le temps de collecte et la mesure doit être approprié au temps de séjour estimé de la radioactivité au point de mesure après un rejet instantané.

5.3.2 Grille d'admission

Si nécessaire, une grille, dans un support, peut être placée à l'entrée du circuit d'échantillonnage pour éliminer certains éléments en suspension dans le liquide à contrôler.

L'accès à cette grille doit être conçu pour permettre de l'enlever rapidement et facilement pour la nettoyer. Des précautions doivent être prises pour que la cellule de mesure et le détecteur soient protégés pendant cette opération.

La conception du support de grille doit tenir compte de la tenue mécanique du matériau utilisé et des caractéristiques de débit.

La conception doit permettre de minimiser les fuites pouvant entraîner un contournement de la grille.

La position et la forme de la grille doivent être telles que l'augmentation d'activité sur cette grille n'affecte pas significativement les performances pour lesquelles l'appareil est conçu.

5.2 Reliability

All equipment shall be designed to a high standard of reliability.

The manufacturer shall specify the frequencies of the routine maintenance operations and fully describe each maintenance procedure. These maintenance requirements shall be kept to the practicable minimum.

The equipment shall be designed to “fail safe” so that interruption of power supplies or failure of a main component causing loss of the measurement will result in the triggering of an alarm.

5.3 Sampling assembly

5.3.1 Sampling and exhaust pipes

The following characteristics shall be considered in the design of the sampling system in order to minimize particle traps, corrosion or erosion:

- internal diameter of pipes, pipe length and number and radius of bends;
- finish of internal surfaces;
- connections;
- nature of constructional material.

If the controlled liquid effluent or water is likely to contain particles in suspension, the design of the sampling and exhaust pipes should be such as to minimize plate out of particles.

The sampling and exhaust pipes shall be appropriate to the chemical and physical properties of the liquid being monitored and the type of radiation measured.

In the case of discrete sequential measurement, the collection time and the delay between collection and measurement shall be appropriate to the estimated residence time of the radioactivity at the point of measurement after instantaneous release of activity.

5.3.2 Inlet mesh

Where appropriate, a mesh may be placed in a holder at the sampling circuit inlet to remove certain materials in suspension from the liquid under control.

Access to the mesh shall be designed in such a manner as to permit fast and easy removal for cleaning. Care shall be taken in order to protect the measurement cell and the detector during this operation.

The design of the holder of the mesh shall take account of the mechanical strength of the material used and the characteristics of the flow rate.

The design shall be such as to minimize leak paths causing flow to by-pass the mesh.

The location and form of the mesh shall be such that the build-up of activity on the mesh will not significantly affect the designed performances of the equipment.

5.3.3 Cellule de mesure

Lorsqu'une cellule de mesure est utilisée pour fournir un volume de liquide à mesurer, avec à un détecteur immergé ou à proximité, les exigences suivantes s'appliquent.

La cellule de mesure doit être de type "entrée-sortie", fonctionnant en échantillonnage continu ou séquentiel, et réalisée de manière que le volume de liquide reste constant durant la mesure. Le débit doit être suffisant pour assurer un renouvellement suffisant de l'effluent liquide ou de l'eau et assurer l'homogénéité des éléments en suspension afin d'éviter toute perturbation dans la réponse du détecteur.

Le constructeur doit préciser le volume de la cellule de mesure, la pression d'utilisation et la gamme de débit du système d'échantillonnage.

La cellule de mesure doit être réalisée dans un matériau, présentant un bruit de fond radioactif, naturel ou artificiel, aussi faible que possible. Le matériau doit aussi permettre de réduire autant que possible les risques de contamination. Il doit être possible d'accéder à toutes les surfaces de la cellule de mesure pour les décontaminer. Si la cellule de mesure est fournie avec un écran, les dimensions et la masse par unité de surface (mg/cm^2) de cet écran doivent être précisées.

5.3.4 Facilité de décontamination et nettoyage

Le détecteur doit être séparé du liquide à mesurer par une fenêtre ou un écran de protection de solidité appropriée. Les mesures ne doivent pas être modifiées par le remplacement de l'écran.

La cellule de mesure doit être conçue et réalisée pour minimiser l'accumulation de contamination et permettre un nettoyage et une décontamination efficace au cours du fonctionnement normal.

Le détecteur doit être facilement amovible pour son entretien ou son remplacement et doit pouvoir être replacé aisément dans la même position.

5.3.5 Concentrateur

Quand un dispositif de concentration est utilisé pour la mesure α ou pour améliorer la sensibilité des mesures β , il convient que celui-ci satisfasse aux exigences suivantes.

- Il convient que le débit de concentration soit aussi constant que possible, par exemple: contrôle de la température, du taux de génération de l'aérosol, etc.
- Il convient que la perturbation du débit de concentration due à une variation de la perte de charge du média de collection soit aussi faible que possible.
- Il convient que la géométrie de collection reste aussi constante que possible.
- Le milieu de collecte doit être suffisamment résistant pour éviter des déchirures dues à la perte de charge ou à l'humidité du dépôt collecté.

5.4 Ensemble de détection

5.4.1 Type de détecteur

Tout type de détecteur adapté à la mesure souhaitée peut être utilisé selon accord entre le constructeur et l'acheteur. Le constructeur doit préciser le type de détecteur utilisé et toutes ses caractéristiques pertinentes, en particulier la réponse, dans la géométrie de fonctionnement, aux substances radioactives à mesurer et au rayonnement d'intérêt pouvant interférer.

5.3.3 Measuring cell

Where a measuring cell is used to provide a volume of liquid for measurement, with an immersed or adjacent detector, the following requirements shall apply.

The measuring cell shall be of the flow-through type, with continuous or sequential sampling, constructed in such a manner that the liquid volume remains constant during the measurement. The flow-rate shall be sufficient to ensure sufficient renewal of the liquid effluent or water and homogeneity of the material in suspension in order to avoid any disturbances in the response of the monitor.

The manufacturer shall specify the measuring cell volume, the operating pressure and the range of flow rate of the sampler.

The measuring cell shall be constructed with material having the lowest possible intrinsic radioactive background, natural or artificial. The material shall be such that the possibility of contamination is reduced to a minimum. It shall be possible to gain access to all surfaces of the measuring cell for decontamination. If the measuring cell is supplied with a screen the dimensions and the mass per unit area (mg/cm^2) of such a screen shall be specified.

5.3.4 Ease of decontamination and cleaning

The detector shall be separated from the liquid being measured by a protective window or screen of adequate strength. The measurement shall not be modified by the screen replacement.

The measuring cell shall be designed and constructed so as to minimize the build-up of contamination and so as to allow efficient cleaning and decontamination during normal operation.

The detector shall be readily removable for service or replacement and shall be easily replaced in the same position.

5.3.5 Concentration device

When a concentration device is used for α measurement, or in order to improve the detection capability for β measurement, this device should meet the following requirements.

- The concentration flow rate should be as constant as possible, for example, monitoring of temperature, aerosol generation rate, etc.
- The disturbance of the concentration flow rate due to the variation of the collection medium pressure drop should be as low as possible.
- The collection geometry should be as constant as possible.
- The collection medium shall be strong enough in order to avoid tearing due to pressure drop or the wetness of collected deposit.

5.4 Detection assembly

5.4.1 Detector type

Any type of detector appropriate to the desired measurement may be used by agreement between manufacturer and purchaser. The manufacturer shall specify the detector type and all relevant characteristics, particularly the response, in the operating geometry, to radioactive substances to be measured and to interfering radiation of concern.

5.4.2 Détecteurs alpha ou bêta

Indépendamment du type de détecteur utilisé, le constructeur doit spécifier les dimensions du détecteur.

Pour les détecteurs bêta, la variation de la sensibilité ou de la réponse avec l'énergie des particules, dans la géométrie de détection, doit être spécifiée.

Le constructeur doit indiquer toute modification de la mesure qu'entraîne la présence d'un écran de protection.

5.4.3 Détecteurs de rayonnement gamma

Le constructeur doit préciser la sensibilité ou la réponse du détecteur en fonction de l'énergie gamma dans les conditions de fonctionnement.

Dans le cas de détecteurs destinés à la spectrométrie, la résolution du détecteur en fonction de l'énergie doit être précisée.

5.5 Ensemble de contrôle

L'ensemble de contrôle comprend essentiellement les parties suivantes:

- ensemble de commandes électriques;
- ensemble alimentation électrique.

5.6 Ensemble de mesure

L'ensemble de mesure comprend essentiellement les parties suivantes:

- ensemble électronique de mesure;
- affichage des mesures.

5.7 Ensemble d'alarme

5.7.1 Types d'alarme

Les alarmes et l'affichage doivent être adaptés à la destination de l'équipement et doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

Des alarmes distinctes doivent être fournies pour les conditions de niveau élevé d'activité et de défaut. Ces alarmes doivent être délivrées localement et pouvoir être déportée à distance.

Toutes les fonctions d'alarme doivent comporter des moyens d'essai pour en vérifier le fonctionnement. Dans le cas d'alarmes réglables, la vérification doit être possible sur tout le domaine de réglage avec un affichage du seuil réel de déclenchement de l'alarme.

Les circuits d'alarme doivent être soit capables de maintenir des conditions d'alarme jusqu'à leur réinitialisation par un contrôle spécifique, soit comporter une remise automatique à zéro quand la situation d'alarme disparaît.

5.7.2 Alarmes de dépassement d'activité

Le système doit comporter une alarme ajustable de dépassement d'activité couvrant tout le domaine de mesure.

5.4.2 Alpha or beta detectors

Regardless of the type of detector used, the manufacturer shall specify the detector dimensions.

For beta detectors, the variation of sensitivity or response with particle energy, in the geometry of detection, shall be specified.

The manufacturer shall state any modification of measurement caused by the intervening protective screen.

5.4.3 Gamma-ray detectors

The manufacturer shall specify the detector sensitivity or response as a function of gamma energy in operating condition.

In the case of detectors intended for spectrometry, the detector resolution as a function of energy shall be specified.

5.5 Control assembly

The control assembly includes essentially the following parts:

- electrical control assembly;
- power supply assembly.

5.6 Measurement assembly

The measurement assembly includes essentially the following parts:

- electronic measuring assemblies;
- measurement display unit.

5.7 Alarm assembly

5.7.1 Types of alarm

The alarm and indication facilities shall be appropriate to the purpose of the equipment and shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

Separate distinctive alarms for high-level activity and fault conditions shall be provided for both local and remote indications.

All alarm functions shall be provided with test facilities to allow checking of alarm operation. In the case of adjustable alarms, checking shall be possible over the range of adjustment with indication of the actual alarm operation point.

Alarm circuits shall be operable either to hold an alarm condition until specifically reset by a reset control or to auto-reset when the alarm state disappears.

5.7.2 High-level alarm

An adjustable high-level alarm covering the whole effective range of measurement shall be provided.

5.7.3 Alarme de défaut

L'équipement doit comporter les alarmes suivantes:

- une alarme indiquant la perte de signal du détecteur;
- une alarme indiquant les mises en défaut du système électronique;
- si nécessaire, une alarme indiquant la perte du circuit d'échantillonnage.

NOTE Cette alarme ne convient pas pour les rejets discontinus d'effluents ou pour la mesure directe à l'émissaire.

Quand cela est possible, il convient que l'alarme indique la source du plus grand nombre de défauts possibles, et qu'un système d'auto-diagnostic soit fourni. Il convient que chaque défaut soit indiqué séparément.

5.8 Dispositifs d'affichage

En plus de l'affichage visuel de la valeur mesurée, l'équipement doit comporter diverses indications de fonctionnement pour

- la mise sous tension;
- le fonctionnement de la pompe si nécessaire;
- le fonctionnement sans défaut.

L'équipement doit comporter une sortie analogique ou digitale pour la transmission à distance de la mesure.

Quand le liquide circule dans l'équipement, celui-ci doit comporter un indicateur approprié, comme un indicateur de débit.

5.9 Moyens d'essai en fonctionnement

Des moyens adaptés doivent être fournis pour permettre à l'acheteur d'effectuer des contrôles périodiques de bon fonctionnement de l'équipement, y compris des étalonnages et des vérifications. Ces moyens doivent normalement être installés pour permettre d'effectuer les vérifications à partir des ensembles de contrôle ou de mesure.

Il doit être possible de vérifier la sensibilité de l'appareil pour deux points représentatifs du domaine de mesure, par exemple, 2,5 fois la valeur inférieure de la gamme de mesure et 75 % de cette gamme. Le point le plus bas doit être vérifié avec une source radioactive solide ou liquide, le point le plus élevé peut être contrôlé électroniquement.

Ce moyen doit être conçu pour permettre la vérification d'au moins un point avec une source radioactive appropriée. La position de la source doit être bien définie pour permettre des mesures reproductibles.

5.10 Installation et moyens de maintenance

L'équipement doit être conçu de façon à faciliter les opérations de réparation et de maintenance. Il convient qu'un dispositif d'auto-diagnostic indique l'origine des pannes sur l'afficheur.

Tout équipement électronique doit comporter un nombre de points de test suffisants et facilement accessibles, cela pour faciliter l'installation et la localisation des défauts. Il convient d'utiliser un programme informatique pour effectuer ces contrôles en continu et automatiquement. Il convient également que les données contrôlées fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

5.7.3 Fault alarm

The following alarm devices shall be provided:

- an alarm indicating the loss of the detector signal;
- an alarm indicating failures of the electronic circuit system;
- an alarm indicating the loss of the sampling circuit where appropriate.

NOTE This alarm is not appropriate for discrete discharge of effluents or direct measurement on the discharge duct.

Whenever possible, the alarms should indicate the source of as many other faults as possible and a self-diagnostic system should be provided. A separate indication of each fault should be given.

5.8 Indication facilities

In addition to the visual display of the measured value, operational indication shall be provided on the equipment for

- power on;
- pump on, if appropriate;
- equipment in fault-free condition.

An analogue or digital output shall be provided permitting remote indication.

Where liquid flows through the equipment, a suitable indicator, such as a flow indicator shall be provided.

5.9 Facilities for operational testing

Suitable facilities shall be provided to allow the purchaser to carry out a periodic check of the satisfactory operation of the assembly, including calibrations and verifications. These facilities shall normally be installed so as to allow the checks to be carried out from the control and measurement assemblies.

It shall be possible to check the sensitivity of the assembly at two representative points on the range of measurement, for example, about 2,5 times the lowest value of the range of measurement and 75 % of this range. The lowest point shall be checked with a solid or a liquid radioactive source, the highest point may be checked electronically.

This facility shall be designed in order to allow a suitable radioactive source to check at least one point. The source position shall be well defined in order to get reproducible measurements.

5.10 Installation and maintenance facilities

The design of all equipment shall be such as to facilitate ease of repair and maintenance. Self-diagnostic features should be available through a display.

All electronic equipment shall be provided with sufficient easily accessible identified test points to facilitate installation and fault location. Software should be used to perform these controls automatically and continuously. The diagnostic displays should be agreed between manufacturer and purchaser.

Tout outil de maintenance spécifique et un manuel de maintenance satisfaisant doivent être fournis.

5.11 Dispositifs de protection du rayonnement ionisant ambiant

Il convient que l'ensemble comporte un blindage adapté, une compensation électronique ou des techniques informatiques de correction pour réduire l'effet du bruit de fond radiatif ambiant sur la mesure.

Il convient que ces types de dispositifs de protection soient incorporés de façon appropriée dès la conception d'ensemble du système.

Il convient également, que l'épaisseur du blindage soit déterminée en tenant compte du niveau de bruit de fond ambiant et du seuil de décision de l'équipement souhaité.

Si l'équipement ne peut pas être extrait facilement de son blindage, il convient que le blindage soit facilement amovible, de plus, il serait bon qu'il soit réalisé en plusieurs éléments de moins de 15 kg chacun, sauf s'il en a été convenu autrement entre le constructeur et l'acheteur.

Quand des techniques électroniques sont utilisées pour réduire l'effet du bruit de fond, faisant appel à des détecteurs supplémentaires, il convient que ces détecteurs soient choisis et mis en place de manière à réaliser la meilleure compensation possible, en tenant compte du domaine d'énergie gamma et de la direction du rayonnement.

5.12 Sécurité de l'utilisateur

5.12.1 Equipement électrique

Du fait de la présence simultanée d'eau et d'électricité, le constructeur doit prendre toutes les précautions nécessaires dans la conception de l'équipement en ce qui concerne la sécurité des utilisateurs.

De plus, si le moniteur est destiné à la mesure d'effluents liquides contenant des solvants, toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour éviter le risque d'ignition.

5.12.2 Niveau de bruit acoustique de l'appareil

Le niveau de bruit acoustique de l'équipement provient essentiellement de l'ensemble d'échantillonnage et plus particulièrement du fonctionnement des conduits de fluide et des vibrations qui en résultent.

Le constructeur doit sélectionner les composants et doit concevoir l'équipement de sorte à minimiser le niveau de bruit de fond acoustique en fonction du type d'environnement dans lequel l'équipement est sensé fonctionner.

5.13 Compatibilité électromagnétique

Il convient qu'à la conception de l'équipement des précautions particulières soient prises pour garantir que celui-ci ne peut pas être rendu inutilisable ou donner des indications fausses en présence d'un champ électromagnétique externe et/ou de décharges électrostatiques. De plus, le constructeur doit indiquer, pour une distance donnée, l'influence d'un téléphone portable sur l'ensemble de mesure et définir les précautions d'utilisation.

5.13.1 Champs rayonnés

L'équipement doit satisfaire au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-4-3 et de la CEI 61000-4-6.

Any special maintenance tools and a satisfactory maintenance manual shall be supplied.

5.11 Ambient ionizing radiation protection devices

Appropriate radiation shielding, electronic compensation, or software correction techniques should be provided to reduce the effect of the ambient background on the measurement.

These types of protection devices should be incorporated, as appropriate, into the overall system design.

The thickness of the shield should be determined by the level of the ambient background and the desired decision threshold of the equipment.

If the equipment cannot be removed easily from any shielding, the shields should be easily removable and should be constructed of several elements each having a mass of 15 kg or less, unless otherwise agreed upon between manufacturer and purchaser.

When electronic techniques incorporating additional detectors are used to reduce the effect of background, these detectors should be chosen and located to give the best practicable compensation, taking account of the range of gamma energies and the direction of irradiation.

5.12 User safety

5.12.1 Electrical equipment

Taking into account the simultaneous presence of water and electricity, the manufacturer shall take all necessary precautions in the design of the equipment concerning the safety of the user.

Moreover, if the monitor is dedicated to measuring liquid effluent containing solvent, all necessary precautions shall be taken to avoid ignition.

5.12.2 Acoustic noise level of the assembly

Acoustic noise level of the assembly mainly arises from the sampling assembly and more particularly from the operation of the fluid duct system and the resultant vibration.

The manufacturer shall select the components and shall design the assembly so that the acoustic noise level is minimized and consistent with the type of environment for which the assembly is intended.

5.13 Electromagnetic compatibility

Special precautions should be taken in the design of the equipment to ensure that external electromagnetic fields and/or electrostatic discharges do not cause the equipment to be unusable or to give incorrect indications. Moreover, the manufacturer shall state the influence of a cellular phone on the measurement assembly at a given distance and define the precautions for use.

5.13.1 Radiated fields

The equipment shall meet severity level 3 of IEC 61000-4-3 and IEC 61000-4-6 .

5.13.2 Décharges électrostatiques

L'équipement doit satisfaire au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-4-2.

5.13.3 Interférences conduites

L'équipement doit satisfaire au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-4-4, de la CEI 61000-4-5, de la CEI 61000-4-11 et de la CEI 61000-4-12.

5.13.4 Emission électromagnétique

L'équipement doit satisfaire au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-6-4.

5.14 Alimentation électrique

Les appareils doivent être conçus pour fonctionner en courant alternatif monophasé de l'une des catégories suivantes, conformément à la CEI 60038.

Série I: 230 V courant alternatif;

Série II: 100 V courant alternatif;

Série III: 120 V et/ou 240 V courant alternatif.

La tension nominale monophasée, aux Etats Unis d'Amérique et au Canada, est 117 V et/ou 234 V, 60 Hz. Une tension nominale monophasée de 110 V, 50 Hz peut être aussi utilisée au Royaume Uni.

Cependant, l'équipement peut être conçu pour fonctionner en 24 V courant continu (série IV).

Par accord entre le constructeur et l'acheteur, l'équipement peut être conçu pour fonctionner, en cas de panne d'électricité, sur une source tampon à basse tension. Dans ce cas, Il est éminemment souhaitable, que l'équipement ne subisse ni dysfonctionnement ni déclenchement d'alarme au moment du basculement d'une source d'alimentation à l'autre. Il convient également de prévoir une indication de ce basculement.

6 Procédures d'essai

6.1 Généralités

La présente norme traite des procédures générales d'essai applicables à tous les types de moniteurs. Sauf spécification contraire, ces essais doivent être considérés comme des essais de type, mais certains d'entre eux ou tous peuvent être considérés comme des essais d'acceptation par accord entre le constructeur et l'acheteur.

Le bruit de fond de l'équipement doit être mesuré avant et après chaque essai utilisant une solution radioactive pour s'assurer, par comparaison de ces deux valeurs entre elles, de l'absence de contamination résiduelle de l'équipement.

6.2 Essais réalisés dans les conditions normales d'essai

Les conditions normales d'essai sont définies dans le Tableau 1. Elles présentent les valeurs et les tolérances concernant les différentes grandeurs d'influence pour les essais réalisés sans faire varier de ces valeurs.

Le Tableau 2 donne la liste des essais réalisés dans les conditions normales d'essais. Ce tableau indique, pour chaque caractéristique en cours d'essai, les exigences et le paragraphe dans le quel a méthode d'essai correspondante est décrite.

5.13.2 Electrostatic discharges

The equipment shall meet severity level 3 of IEC 61000-4-2 .

5.13.3 Conducted interferences

The equipment shall meet severity level 3 of IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-11 and IEC 61000-4-12.

5.13.4 Electromagnetic emission

The equipment shall meet severity level 3 of IEC 61000-6-4 .

5.14 Power supply

Assemblies should be designed to operate from single-phase a.c. supply voltage in one of the following categories in accordance with IEC 60038:

Series I: 230 V a.c.;

Series II: 100 V a.c.;

Series III: 120 V and/or 240 V a.c.

Nominal single-phase power in the United States of America and Canada is 117 V and/or 234 V, 60 Hz. Nominal single-phase power of 110 V, 50 Hz also may be used in the United Kingdom.

Nevertheless, the assemblies may be designed to operate from 24 V d.c. (series IV).

By agreement between manufacturer and purchaser, the equipment may be designed for operation from a low-voltage stand-by supply in the case of a power failure. In such cases it would be desirable for the equipment not to malfunction or trigger an alarm as a result of the supply changeover. An indication for this changeover should be provided.

6 Test procedures

6.1 General

General test procedures applicable to all types of monitors are covered in this standard. Except where otherwise specified, these tests are to be considered as “type tests”, although any or all may be considered as “acceptance tests” by agreement between manufacturer and purchaser.

Background shall be measured before and after any test is carried out with radioactive solution to ensure the absence of residual contamination of the equipment by comparison of the initial and final background values.

6.2 Tests performed under standard test conditions

The standard test conditions are defined in Table 1. These represent the values and tolerances of the various influence quantities for tests carried out with no variation of these values.

Tests performed under standard test conditions are listed in Table 2. This table indicates, for each characteristic under test, the requirements and the subclause where the corresponding test method is described.

6.3 Essais réalisés avec une variation des grandeurs d'influence

L'objet de ces essais est de déterminer quels sont les effets des variations des grandeurs d'influence. Pour faciliter l'exécution de ces essais, nous les avons regroupés en deux catégories:

- les essais relatifs au circuit du liquide;
- les essais relatifs aux équipements de mesure et d'alarme.

Ces deux catégories d'essais doivent être réalisées indépendamment l'une de l'autre.

Pour vérifier les effets de la variation de chacune grandeur d'influence indiquée dans les Tableaux 3 et 4, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans les limites des conditions normales d'essai données dans le Tableau 1. Sauf si la procédure d'essai le définit autrement.

Pour simplifier ces essais, un seul essai de type sera nécessaire pour chaque grandeur d'influence. Ces essais doivent mesurer l'effet d'une variation spécifiée de la grandeur d'influence pour des niveaux d'activité situés entre 10 et 50 fois la valeur la plus basse du domaine de mesure.

Le Tableau 3 est relatif aux essais des ensembles de mesure et d'alarme et indique le domaine de variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations correspondantes de l'indication de l'équipement.

Le Tableau 4 est relatif aux essais du circuit de liquide et indique le domaine de variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations correspondantes des paramètres en cours d'essai.

6.4 Caractéristiques métrologiques

6.4.1 Incertitude de mesure

Il convient que l'incertitude de mesure au cours des essais soit aussi faible que possible. Dans la plupart des domaines de mesure, il convient qu'elle ne dépasse pas un tiers ou mieux, un dixième de l'erreur tolérée pour l'équipement spécifiée dans les exigences appropriées (ISO 10012).

NOTE Compte tenu de la difficulté d'obtenir des sources radioactives ayant une activité volumique connue avec une faible incertitude, un facteur un demi, entre l'incertitude ($k = 2$) sur l'activité volumique de la source de référence et l'erreur tolérée de l'équipement, est acceptable pour les essais des moniteurs de contamination atmosphérique.

6.4.2 Fluctuations statistiques

Compte tenu des fluctuations statistiques de l'indication dues à la nature aléatoire du rayonnement, pour les essais impliquant l'utilisation de rayonnements, un nombre suffisant de lectures doit être effectué afin d'être sûr que la valeur moyenne de ces lectures peut être estimée avec une précision suffisante pour démontrer la conformité à l'essai en question.

L'intervalle de temps entre deux lectures doit être au moins trois fois le temps de réponse de l'équipement pour assurer que ces lectures sont statistiquement indépendantes.

6.5 Sources d'essai

6.5.1 Sources de référence

Pour la détermination de la réponse de référence ou de la sensibilité, ou au cours des essais de type, la source de référence doit être de l'eau ou un milieu équivalent ayant une activité volumique connue due à un radionucléide approprié.

6.3 Tests performed with variation of influence quantities

The object of these tests is to determine the effects of variations of the influencing quantities. In order to facilitate the execution of these tests, they are grouped into two categories:

- the tests relating to the liquid circuit;
- the tests relating to the measurement and alarm assemblies.

These two categories of tests shall be carried out independently of each other.

In order to check the effects of the variation of each influencing quantity listed in Tables 3 and 4, all the other influencing quantities shall be maintained within the limits of the standard test conditions given in Table 1, unless otherwise stated in the test procedure.

In order to simplify these tests, only a single type test need be performed for each individual influence quantity. These tests shall measure the effect of the specified change of influencing quantity for activity levels between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement.

The tests relating to the measurement and alarm assemblies are shown in Table 3 with the range of variation of each influencing quantity and the limits of the corresponding variations of the indication of the equipment.

The tests of the liquid circuit are shown in Table 4 with the range of variation of each influence quantity and the limits of the corresponding variations of the parameters under test.

6.4 Metrological characteristics

6.4.1 Uncertainty of measurement

The uncertainty of measurement during tests should be as small as possible. In most areas of measurement, it should be no more than one-third or preferably one-tenth of the permissible error of the equipment specified in appropriate requirement (ISO 10012).

NOTE Due to the difficulty in obtaining radioactive sources with a low uncertainty on the volumetric activity, a factor one-half between the uncertainty ($k = 2$) of the volumetric activity for the reference source and the permissible error of the equipment is acceptable for tests of water contamination monitors.

6.4.2 Statistical fluctuations

Due to the statistical fluctuations of the indication arising from the random nature of radiation, for any test involving the use of radiation, sufficient readings shall be taken to ensure that the mean value of such readings may be estimated with sufficient precision to demonstrate compliance with the test in question.

The time interval between such readings shall be at least three times the response time of the equipment in order to ensure that the readings are statistically independent.

6.5 Test sources

6.5.1 Reference sources

For determination of the reference response or sensitivity, or during type tests, the reference source shall be water, or an equivalent medium, with a known volumetric activity of the appropriate radionuclide.

Pour les équipements fournissant une mesure d'activité globale, le rayonnement alpha de référence doit être obtenu à partir d'une source de référence de ^{239}Pu ou ^{241}Am , le rayonnement bêta de référence doit être obtenu à partir d'une source de référence telle que ^{36}Cl , ^{204}Tl ou ^{137}Cs , et une source de référence ^{137}Cs doit être utilisée pour le rayonnement gamma. D'autres sources de rayonnement de référence peuvent être utilisées par accord entre le constructeur et l'acheteur.

Pour les équipements fournissant la mesure d'un radionucléide spécifique, le rayonnement de référence doit être celui de ce radionucléide.

L'activité conventionnellement vraie des sources de référence doit être connue avec une incertitude meilleure que 5 % ($k = 2$).

Une variante à l'utilisation d'une source radioactive liquide étalonnée consiste à utiliser un moniteur étalonné. La source de référence ou le moniteur de référence doit être traçable à un étalon primaire national.

6.5.2 Sources solides

Il est permis d'utiliser des sources solides à la place de sources liquides pour d'autres essais. De telles sources doivent avoir une forme physique appropriée à l'ensemble en cours d'essai, en particulier, la localisation de la source relativement au détecteur doit être définie précisément et reproductible. Le radionucléide utilisé doit être adapté à l'équipement en cours d'essai. Ces sources doivent être traçables à un étalon primaire national. Le taux d'émission surfacique conventionnellement vrai ou l'activité des sources solides doit être connue avec une incertitude meilleure que 5 % ($k = 2$).

Dans tous les cas, la réponse relative doit être déterminée au cours d'un essai de type. Cette réponse relative peut alors être utilisée, lors d'essais avec des sources solides lorsque celles-ci remplacent des sources liquides.

7 Essais des performances sous rayonnement

7.1 Réponse de référence

7.1.1 Exigences

Le constructeur doit donner la relation entre l'indication fournie par l'ensemble de mesure et l'activité volumique de référence, quand l'équipement fonctionne dans les conditions normales d'essai et quand sa mise en service s'est faite comme défini par le constructeur. L'erreur relative intrinsèque ne doit pas être supérieure à 10 %.

Lorsque l'indication du moniteur est un taux de comptage sans soustraction automatique du bruit de fond, on doit calculer la sensibilité de référence au lieu de la réponse de référence.

7.1.2 Méthode d'essai

Cet essai doit être effectué avec des sources de référence comme défini en 6.5.1.

Il convient que l'activité volumique de la source soit entre 10 et 50 fois la valeur limite inférieure du domaine de mesure de l'appareil.

Il convient d'estimer l'incertitude sur la réponse de référence selon les méthodes spécifiées dans le Guide ISO pour l'expression de l'incertitudes de mesure (GUM).

Cet essai peut être réalisé de quatre façons différentes suivant la conception du moniteur.

For equipment giving a global activity measurement, the reference alpha radiation shall be provided by a reference source of ^{239}Pu or ^{241}Am , the reference beta radiation shall be provided by a reference source such as ^{36}Cl , ^{204}Tl , or ^{137}Cs , and a reference source of ^{137}Cs shall be used for gamma radiation. Alternative reference radiation sources may be used by agreement between manufacturer and purchaser.

For equipment designed to measure a specific radionuclide, the reference radiation shall be provided by the radionuclides of interest.

The conventionally true activity of the references sources shall be known with an uncertainty better than 5 % ($k = 2$).

As an alternative to the use of a calibrated radioactive liquid source a calibrated monitor can be used. The reference source or the reference monitor shall be traceable to a national primary standard.

6.5.2 Solid sources

It should be permissible to use solid sources instead of liquid sources for other tests. Such sources shall be of a physical form appropriate to the assembly under test; in particular, the location of the source relative to the detector shall be accurately fixed and repeatable. The radionuclide used shall be appropriate to the assembly under test. These sources shall be traceable to a national primary standard. The conventionally true surface emission rate or activity of the solid sources shall be known with an uncertainty better than 5 % ($k = 2$).

In every case, the relative response shall be determined during the type test. This relative response may then be used in conjunction with solid source tests when these are substituted for liquid source tests.

7 Radiation performance tests

7.1 Reference response

7.1.1 Requirements

The manufacturer shall state the relationship between the indication given by the measuring assembly and the volumetric activity of the reference source when the equipment is operated under standard test conditions and set up as defined by the manufacturer. The relative intrinsic error shall not exceed 10 %.

When the monitor gives an indication expressed in count rate without automatic subtraction of the background, the reference sensitivity should be calculated instead of the reference response.

7.1.2 Test method

This test shall be carried out with reference sources as defined in 6.5.1.

The volumetric activity of this source should be between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement of the equipment.

The uncertainty of the reference response should be estimated using the specified method in the ISO Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM).

This test may be carried out in one of four ways depending on the design of the monitor.

Premièrement faire circuler l'eau propre qui servira à la préparation de la source de référence dans la cellule de mesure afin de déterminer le bruit de fond de l'équipement en présence de cette eau. Appliquer ensuite parmi les méthodes suivantes celle qui est appropriée à l'équipement soumis à l'essai.

- Faire circuler une source de référence dans l'appareil, au débit nominal, pendant un temps suffisant pour atteindre l'équilibre de lecture.
- Remplir la cellule de mesure avec une source de référence de volume égal au volume de liquide présent dans la cellule de mesure dans les conditions normales d'utilisation.
- Pour les instruments de mesure directe en continu, mettre le détecteur en relation avec une source de référence de volume suffisamment important pour être équivalent aux conditions réelles d'utilisation du moniteur.
- Pour les équipements qui utilisent une technique de concentration, concentrer la source de référence dans les conditions de fonctionnement habituelles: temps de concentration, volume, etc.

7.2 Sensibilité et réponse relative de l'équipement pour une source solide

7.2.1 Exigence

La sensibilité de l'équipement ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de celle spécifiée par le constructeur.

7.2.2 Méthode d'essai

Cet essai doit être réalisé avec un radionucléide de référence (voir Tableau 1). Il est recommandé que l'activité de la source soit telle que la valeur mesurée se situe entre 10 et 50 fois la valeur limite inférieure du domaine de mesure de l'équipement considéré.

Le bruit de fond doit être mesuré dans la géométrie qui sera utilisée lors de mesures avec une source solide: par exemple cellule de mesure vide. Noter sa valeur.

Puis placer la source par rapport au détecteur dans la position spécifiée par le constructeur, avec ou sans la présence de liquide non radioactif suivant la conception du moniteur. Noter le taux de comptage en présence de la source.

Calculer la sensibilité et la réponse relative de l'équipement pour cette source solide.

7.3 Linéarité

7.3.1 Sources d'essai

Cet essai doit être réalisé avec un jeu de sources du même radionucléide et de mêmes caractéristiques géométriques. Il peut être réalisé avec des sources solides ou liquides.

La norme de préparation des sources utilisées pour ces essais doit être telle que l'incertitude sur la valeur conventionnellement vraie de l'activité, ou sur le taux d'émission surfacique, est inférieure à 10 % ($k = 2$) et que l'incertitude sur l'activité relative du même lot de sources est inférieure à 5 % ($k = 2$). Les sources d'essai doivent être raccordées aux étalons reconnus.

7.3.2 Exigences

Dans les conditions normales d'essai, les paramètres du moniteur étant conformes aux instructions du constructeur, l'erreur de justesse ne doit pas excéder 15 %, pour les indications entre 2,5 fois la plus petite valeur du domaine de mesure et 75 % de ce domaine. La courbe de référence doit être déterminée à partir de la réponse de référence pour les essais réalisés avec une source liquide ou à partir de la sensibilité obtenue lors de l'essai de 7.2 lorsque des sources solides sont utilisées.

First, circulate through the measuring cell the clean water used to prepare the reference source in order to determine the background of the equipment in presence of this water. Then apply the appropriate method depending on the equipment tested.

- Circulate reference source through the assembly at nominal flow rate for a sufficient time to reach the equilibrium of the reading.
- Fill up the measuring cell with a volume of a reference source equal to the volume of liquid in the measuring cell in normal condition of use.
- For direct continuous measurement instruments, locate the detector relative to a sufficiently large volume of reference source to be equivalent to the actual operating conditions of the monitor.
- For equipment that uses a concentration device, concentrate the reference source in the normal operation condition: time of concentration, volume, etc.

7.2 Sensitivity and relative response of the equipment for a solid source

7.2.1 Requirement

The sensitivity of the equipment shall not differ by more than 10 % from the value specified by the manufacturer.

7.2.2 Test method

This test shall be performed with a radionuclide of reference (see Table 1). The activity of the source should be such that the reading is between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement of the equipment.

The background shall be measured in the geometry that will be used for the measurement with solid source; for example, measuring cell empty. Note the value.

Then locate the solid source at the position relative to the detector specified by the manufacturer with or without non-radioactive liquid present depending on the design of the monitor. Note the count rate in presence of the source

Calculate the sensitivity and the relative response of the equipment for this solid source.

7.3 Linearity

7.3.1 Test sources

This test shall be carried out with a set of sources having the same radionuclide and geometric characteristics. This test may be performed with liquid or solid sources.

The standard of preparation of the test sources used in the required tests shall be such that the uncertainty in the conventionally true activity or the surface emission rate of each source is better than 10 % ($k = 2$) and the uncertainty in the activity between sources of the same test set is better than 5 % ($k = 2$). The test sources shall be traceable to recognized standards.

7.3.2 Requirements

Under standard test conditions, with set-up parameters adjusted according to the manufacturer's instructions, the linearity error shall not exceed 15 %, between 2,5 times the lowest value of the effective range of measurement and 75 % of this range. The reference curve shall be determined from reference response when the test is performed with liquid sources or from the sensitivity obtained during the test of 7.2 when solid sources are used.

7.3.3 Méthode d'essai

7.3.3.1 Généralités

Cet essai peut être réalisé de deux manières:

- avec des sources radioactives liquides ou solides;
- en injectant un signal électronique.

La linéarité doit être testée sur toute la gamme de mesures de l'équipement depuis environ 2,5 fois sa limite inférieure jusqu'à environ 75 % de cette gamme pour les conditions normales d'essais. Le rapport entre deux mesures successives doit être au minimum de l'ordre de 10. Il convient d'effectuer au moins 3 de ces mesures, incluant les valeurs hautes et basses, avec des sources radioactives.

7.3.3.2 Essai réalisé avec une source liquide

Quand cet essai est réalisé avec des sources radioactives liquides, il peut l'être de quatre manières différentes suivant la conception du moniteur.

- Pour les équipements qui utilisent une cellule de mesure:
 - faire circuler une source de référence dans l'appareil, au débit nominal, pendant un temps suffisant pour atteindre l'équilibre de l'indication;
 - ou remplir la cellule de mesure avec une source de référence de volume égal au volume nominal.
- Pour les dispositifs de mesure directe en continu, mettre le détecteur en relation avec une source de référence de volume suffisamment important pour être équivalent aux conditions réelles d'utilisation du moniteur.
- Pour les équipements qui utilisent une technique de concentration, concentrer la source de référence dans les conditions de fonctionnement habituelles: temps de concentration, volume, etc.

Pour réduire les effets d'une éventuelle contamination des circuits du liquide, tous les essais avec des sources liquides doivent être réalisés en commençant par les activités volumiques les plus faibles et avec des activités volumiques croissantes.

7.3.3.3 Essai réalisé avec une source solide

Les sources utilisées doivent être du même radionucléide et de mêmes caractéristiques géométriques que celle utilisée lors de l'essai 7.2. et placées dans la même position.

7.4 Fidélité de l'équipement

7.4.1 Exigences

Le coefficient de variation de l'indication doit rester inférieur à 10 % pour toute lecture supérieure à 10 fois la limite inférieure du domaine de mesure.

7.4.2 Méthode d'essai

Utiliser une source radioactive qui donne un signal compris entre 10 et 50 fois la limite inférieure du domaine de mesure.

Au moins 10 lectures consécutives et indépendantes doivent être effectuées dans les conditions à la fois normales d'essais et de justesse (voir 3.27). Calculer la valeur moyenne et le coefficient de variation des mesures relevées. Le coefficient de variation doit être dans les limites exigées.

7.3.3 Test method

7.3.3.1 General

The test may be performed in one of two ways:

- with liquid or solid radioactive sources;
- with injection of an electronic signal.

The linearity shall be tested all over the range of measurement of the equipment from about 2,5 times the lowest value up to 75 % of this range of measurement for standard test conditions. The ratio between two successive measurements shall be at least equal to 10. At least three of these measurements, including the upper and the lowest values, should be performed with radioactive sources.

7.3.3.2 Test performed with liquid source

Where this test is carried out with liquid radioactive sources, it may be performed in one of four ways depending on the design of the monitor.

- For equipment using a measuring cell:
 - circulate reference source through the assembly at nominal flow rate for a sufficient time to reach the equilibrium of the reading;
 - or fill up the measuring cell with a volume equal to the nominal volume of a reference source.
- For direct continuous measurement instruments, locate the detector relative to a sufficiently large volume of reference source to be equivalent to the actual operating conditions of the monitor.
- For equipment that uses a concentration device, concentrate the reference source in the normal operation condition: time of concentration, volume, etc.

In order to minimize the effects of possible contamination of the liquid circuits, all tests with liquid sources shall proceed from low to high values of volumetric activity.

7.3.3.3 Test performed with solid source

These sources shall be of the same radionuclide and geometric characteristics as the sources used during the test of 7.2 and located at the same position.

7.4 Repeatability of the equipment

7.4.1 Requirements

The coefficient of variation of the indication shall be less than 10 % for any reading exceeding 10 times the lowest value of the range of measurement.

7.4.2 Test method

Use a radioactive source to give an indication between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement.

At least 10 consecutive and independent readings shall be taken under repeatable and standard test conditions (see 3.27). Calculate the mean value and the coefficient of variation of the readings. The coefficient of variation shall lie within the limits required.

7.5 Reproductibilité des résultats de mesure

7.5.1 Exigences

Après 30 min de fonctionnement de l'équipement, l'affichage correspondant à une source radioactive donnée ne doit pas varier de plus de 10 % au cours des 100 h suivantes.

7.5.2 Méthode d'essai

Utiliser une source radioactive qui donne un signal compris entre 10 et 50 fois la limite inférieure du domaine de mesure.

- Éteindre l'équipement quelques minutes.
- Remettre l'appareil sous tension.
- Relever un nombre suffisant de lectures après 30 min, puis de nouvelles lectures après 10 h et 100 h sans réglage de l'appareil ou modification des conditions. La moyenne des lectures relevées dans chaque cas doit rester dans les limites indiquées.

Si nécessaire, les lectures doivent être corrigées pour la décroissance de la source.

7.6 Temps de réponse

7.6.1 Exigence

Le constructeur doit indiquer le temps de réponse de l'appareil pour une activité comprise entre 10 et 50 fois la limite inférieure du domaine de mesure. Il est bon que le temps de réponse corresponde à l'application concernée.

7.6.2 Méthode d'essai pour surveillance continue

Un enregistreur doit être couplé à l'équipement pour déterminer les variations de l'indication en fonction du temps.

L'une des méthodes suivantes peut être utilisée en fonction du type de moniteur:

7.6.2.1 Mesures simultanées

Remplir la cellule d'échantillonnage avec de l'eau non radioactive et noter la lecture du bruit de fond R_i .

Injecter alors à l'entrée du moniteur de manière continue et au débit nominal, une solution d'activité volumique connue du radionucléide approprié, pendant le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre. Noter la valeur à l'équilibre R_f .

Le temps de réponse est l'intervalle de temps qui sépare l'instant initial où la solution est injectée de l'instant où la lecture atteint pour la première fois $0,90 (R_f - R_i) + R_i$.

7.6.2.2 Mesure séquentielle discrète

Remplir la cellule d'échantillonnage avec de l'eau non radioactive et noter la lecture du bruit de fond R_i .

Puis remplir la cellule d'échantillonnage d'une solution d'activité volumique connue du radionucléide approprié. Enregistrer l'indication pendant un temps suffisamment long pour atteindre l'équilibre. Noter la valeur à l'équilibre R_f .

7.5 Reproducibility of results of measurements

7.5.1 Requirements

After the assembly has been in operation for 30 min, the indication from a given radioactive source shall not vary by more than 10 % over the following 100 h.

7.5.2 Test method

Use a radioactive source that gives an indication between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement.

- Switch off the equipment for few minutes.
- Switch on the equipment.
- Take sufficient readings after 30 min, then further readings after 10 h and 100 h with no adjustment made to the assembly and no change of conditions. The mean of the readings taken at each time shall lie within the limits indicated.

Readings shall be corrected for decay of the source if necessary.

7.6 Response time

7.6.1 Requirement

The manufacturer shall specify the response time of the assembly for an activity between 10 to 50 times the lowest value of the range of measurement. The response time should be appropriate to the particular application.

7.6.2 Test method for continuous monitoring

A recorder shall be connected to the assembly to determine the change in indication as a function of time.

One of the following methods may be used depending on the type of monitor.

7.6.2.1 Simultaneous measurement

Fill up the sampling cell with non-radioactive water and note the reading of the background R_i .

Then inject continuously, at the nominal sampling flow rate, into the inlet of the monitor a solution of known volumetric activity of appropriate radionuclide for the time needed to reach the equilibrium. Note the equilibrium value R_f .

The response time is the interval of time separating the initial moment where the radioactive solution is injected and the moment at which the reading reaches for the first time $0,90 (R_f - R_i) + R_i$.

7.6.2.2 Discrete sequential measurement

Fill up the sampling cell with non-radioactive water and note the reading of the background R_i .

Then fill up the sampling cell with a solution of known volumetric activity of appropriate radionuclide. Record the indication during a sufficient time to reach the equilibrium. Note the equilibrium value R_f .

Le temps de réponse est l'intervalle de temps qui sépare l'instant initial où la solution est injectée de l'instant où la lecture atteint pour la première fois $0,90 (R_f - R_i) + R_i$.

NOTE Le temps de réponse en fonctionnement se situe entre le temps de réponse déterminé par cette méthode et ce temps de réponse plus le temps entre deux séquences de mesure.

7.6.3 Méthode d'essai pour mesure directe

Noter le bruit de fond du moniteur sans source radioactive R_i .

Placer alors une source solide face au détecteur. Enregistrer l'indication pendant un temps suffisamment long pour atteindre l'équilibre. Noter la valeur à l'équilibre R_f .

Le temps de réponse est l'intervalle de temps qui sépare l'instant initial où la source solide est placée devant le détecteur de l'instant où la lecture atteint pour la première fois $0,90 (R_f - R_i) + R_i$.

7.7 Uniformité des écrans de protection du détecteur bêta

7.7.1 Exigences

Lorsque des écrans de protection sont utilisés pour le détecteur bêta, ils sont changés périodiquement. Les caractéristiques d'écrans successifs doivent être suffisamment constantes pour que l'indication ne diffère pas de plus de 10 % de la valeur moyenne obtenue avec une série d'écrans.

7.7.2 Méthode d'essai

L'essai doit être réalisé avec une source dont l'énergie maximale des particules bêta est aussi faible que possible mais suffisante pour que les particules bêta pénètrent l'épaisseur totale équivalente de la fenêtre; par exemple une source de ^{147}Pm ($E_{\text{max}} = 224,7 \text{ keV}$) peut être utilisée.

La source de référence utilisée doit être une source solide avec une surface radioactive supérieure à 10 % de la surface utile du détecteur ou bien, si c'est une petite source, être suffisamment éloignée pour exposer toute la surface utile du détecteur.

L'activité de la source doit fournir un signal compris entre 10 et 50 fois la limite inférieure du domaine de mesure.

La position de la source par rapport au détecteur doit pouvoir être reproduite aussi souvent que l'essai le nécessite.

La procédure d'essai doit être la suivante:

- positionner la source face au détecteur, l'écran de protection en place;
- enregistrer l'indication donnée par l'équipement;
- répéter la mesure avec d'autres écrans provenant de différents échantillons. Au moins 10 écrans différents doivent être essayés;
- calculer la valeur moyenne de la série de mesures;
- calculer pour chaque écran l'écart relatif à la valeur moyenne.

The response time is the interval of time separating the initial moment where the radioactive solution is injected and the moment at which the reading reaches for the first time $0,90 (R_f - R_i) + R_i$.

NOTE The operational response time is between the response time determined by this method and this response time plus the time between two measurement sequences.

7.6.3 Test method for direct measurement

Note the background of the monitor without radioactive source R_i .

Then place a solid source in front of the detector. Record the indication during a sufficient time to reach the equilibrium. Note the equilibrium value R_f .

The response time is the interval of time separating the initial moment where the solid source is placed in front of the detector and the moment at which the reading reaches for the first time $0,90 (R_f - R_i) + R_i$.

7.7 Uniformity of the protective screens for the beta detector

7.7.1 Requirements

When protective screens are used with a beta detector they are changed periodically. The performances of successive screens shall be constant enough so that the indication with any given screen does not differ by more than 10 % to the mean value obtained with a series of screens.

7.7.2 Test method

The test shall be performed with a source whose maximum energy of the beta particle is as low as possible but sufficient so that some beta particles penetrate the total equivalent window thickness; for example, a source of ^{147}Pm ($E_{\text{max}} = 224,7 \text{ keV}$) may be used.

The reference source used shall be of solid form either with a radioactive area larger than 10 % of the useful surface of the detector or a small source located at a sufficient distance from the detector in order to expose all the useful surface of the detector.

The activity of the source shall be such that the reading is between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement.

The source position against the detector shall be reproducible as often as the test requires it.

The test procedure shall be the following:

- position the solid source in front of the detector with the protective screen in place;
- record the indication given by the equipment;
- repeat the measurement with other screens coming from the different samples. At least 10 different screens shall be tested;
- calculate the mean value from the set of indications;
- calculate the relative deviation to the mean value for each individual result.

7.8 Essais de surexposition

7.8.1 Exigences

Quand il est exposé à une source d'activité environ deux fois supérieure à celle nécessaire pour donner une lecture maximale, l'appareil doit conserver une indication pleine échelle. Quand cette surexposition cesse, il doit reprendre son fonctionnement normal.

7.8.2 Méthode d'essai

- Première lecture: exposer l'ensemble de détection à une source convenable produisant une indication comprise entre 10 et 50 fois la limite inférieure du domaine de mesure. Noter la lecture réelle.
- Deuxième lecture: exposer l'ensemble de détection à une activité convenablement choisie 2 fois plus élevée que celle nécessaire pour produire une lecture au maximum de l'échelle. Maintenir cette exposition au moins 10 min et vérifier que l'équipement reste à l'affichage maximal.
- Troisième lecture: enlever la source de surexposition et exposer l'ensemble de détection dans des conditions identiques à celles utilisées pour la première lecture. Après un temps à définir entre le constructeur et l'acheteur, mais en général moins de 10 min, la lecture ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la lecture notée précédemment.

7.9 Réponse à d'autres radionucléides artificiels

7.9.1 Exigences

La réponse aux radionucléides d'intérêt doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur. La réponse de l'équipement aux radionucléides autres que ceux de référence ne doit pas différer de plus de 20 % de la valeur spécifiée par le constructeur.

7.9.2 Méthode d'essai

La méthode d'essai décrite en 7.1 utilisant de l'eau contenant les radionucléides appropriés doit être appliquée.

7.10 Réponse aux descendants du ^{222}Rn dissous dans l'eau

7.10.1 Exigences

Lorsque les descendants du ^{222}Rn sont présents dans les eaux de surface, il convient que la réponse d'un moniteur d'activité de l'eau soit connue en tenant compte de cette radioactivité naturelle. Il convient que la réponse de l'équipement aux descendants du ^{222}Rn ne diffère pas de plus de 20 % de la valeur définie par le constructeur.

7.10.2 Méthode d'essai

Pour cet essai, on peut utiliser du ^{222}Rn ou une source de ^{226}Ra placée dans un conteneur scellé comportant deux valves pour permettre son balayage par de l'air.

La source d'activité doit être suffisante pour qu'un échantillonnage de ^{222}Rn dans le conteneur puisse induire une mesure significative.

Il convient d'appliquer la méthode d'essai qui suit.

a) Préparer une solution aqueuse:

- acide nitrique 0,1 mol/l
- nitrate de plomb 50 mg/l
- nitrate de bismuth 50 mg/l.

7.8 Overload test

7.8.1 Requirements

The equipment shall maintain full-scale indication when “exposed” to an appropriate activity two times greater than that necessary to give the maximum scale reading and perform normally when this overload “exposure” is removed.

7.8.2 Method of test

- First reading: subject the detector assembly to an appropriate source of activity to give a reading between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement. Note the actual reading.
- Second reading: subject the detector assembly to an appropriate form of activity about two times greater than that necessary to produce the maximum scale reading. Maintain the exposure for at least 10 min and verify that the assembly maintains a maximum reading.
- Third reading: remove the overload source and “expose” the detector assembly under identical conditions to those used for the first reading. After a period to be agreed upon between manufacturer and purchaser, but generally of less than 10 min, the reading shall not differ by more than 10 % from the value previously noted.

7.9 Response to other artificial radionuclides

7.9.1 Requirements

The response for radionuclides of interest shall be agreed upon between manufacturer and purchaser. The response of the assembly to radionuclides other than that of the reference shall not differ by more than 20 % from the value specified by the manufacturer.

7.9.2 Test method

The test method described in 7.1 using water containing appropriate radionuclides shall be performed.

7.10 Response to ^{222}Rn progeny dissolved in water

7.10.1 Requirements

Where ^{222}Rn progeny are present in surface water the response of the monitor should be known in regard to this natural radioactivity. The response of the assembly to these ^{222}Rn progeny should not differ by more than 20 % from the value specified by the manufacturer.

7.10.2 Test method

For this test we can use a ^{222}Rn or ^{226}Ra source, placed in a sealed container fitted with two valves in order to allow sweeping by external air.

The source activity shall be such that a sufficient activity of ^{222}Rn can be sampled in the container in order to provide a significant measurement.

The following test method should be applied.

a) Prepare an aqueous carrier solution:

- nitric acid 0,1 mol/l;
- lead nitrate 50 mg/l;
- bismuth nitrate 50 mg/l.

- b) Dissoudre le radon dans une partie de la solution aqueuse par un léger bullage. Pour réaliser l'échantillonnage, il convient que la solution soit placée dans un flacon laveur comportant un verre fritté, l'air de la bouteille étant préalablement évacué pour que le conteneur de ^{226}Ra soit sous dépression et éviter ainsi une émanation de radon dans le laboratoire, puis verser la solution dans la cellule d'échantillonnage et agiter doucement pour éviter tout dégazage du radon.
- c) Attendre 2 h afin d'obtenir l'équilibre entre le radon et ses descendants puis noter l'indication des canaux alpha, bêta et/ou gamma du moniteur. Puis, prendre un échantillon de la solution et mesurer l'activité du ^{214}Pb et du ^{214}Bi par spectrométrie gamma.

7.10.3 Expression des résultats

La réponse (R) aux descendants du radon dissous dans l'eau doit s'exprimer par la relation suivante:

$$R = \frac{I}{A_v}$$

où

I est l'indication du moniteur (Bq/m^3 ou impulsion/s) correspondant au rayonnement naturel alpha ou l'activité volumique bêta;

A_v est la somme des activités volumiques du ^{214}Bi et du ^{214}Pb de la solution aqueuse (Bq/m^3).

NOTE Du fait que les produits de décroissance du radon sont à l'équilibre dans la solution, l'activité alpha totale est égale à l'activité bêta totale des produits de décroissance du radon.

7.11 Réponse au rayonnement gamma ambiant

7.11.1 Exigences

Le constructeur doit indiquer le seuil de décision (comme défini en 3.16) dans les conditions normales d'essai. Il doit également préciser le seuil de décision et la valeur maximale de lecture (activité apparente) de l'ensemble de mesure, lorsque le détecteur, muni de ses dispositifs de protection du rayonnement gamma ambiant, est exposé dans une géométrie spécifiée par le constructeur, à un débit de kerma dans l'air de $1 \mu\text{Gy/h}$ pour les moniteurs d'environnement ou $10 \mu\text{Gy/h}$ pour les moniteurs des effluents. Cet essai est réalisé avec ^{60}Co plus un autre radionucléide choisi en accord entre le constructeur et l'acheteur.

Sauf s'il en a été convenu autrement entre le constructeur et l'acheteur, la réponse au rayonnement gamma provenant de directions différentes ne peut excéder deux fois la valeur définie ci-dessus.

7.11.2 Méthode d'essai

L'équipement doit être utilisé dans les conditions normales d'essai et quand l'ensemble de mesure peut être programmé avec un facteur de compensation gamma, celui-ci ne doit pas être changé au cours des essais.

L'indication du bruit de fond doit être notée en dehors de la présence de source radioactive et le seuil de décision calculé en tenant compte des spécifications du constructeur et du bruit de fond ambiant mesuré.

Ensuite, on utilise une source de ^{60}Co . Positionner la source à la position de référence relativement au détecteur de manière que la distance source-détecteur soit de 2 m au moins et que la valeur conventionnellement vraie du débit de kerma dans l'air à la position du détecteur, abstraction faite de l'équipement, soit de $1 \mu\text{Gy/h} \pm 10 \%$ ($k = 2$) pour les moniteurs d'environnement ou $10 \mu\text{Gy/h} \pm 10 \%$ ($k = 2$) pour les moniteurs d'effluents. L'orientation de la source de référence relativement au détecteur doit être spécifiée par le constructeur. Dans ces conditions, la lecture de l'appareil ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

- b) Dissolve the radon in part of the aqueous solution by slow bubbling. The solution should be placed in a washing bottle fitted with fritted glass; to perform the sampling, the air of the washing bottle should be previously evacuated in order to put the container of ^{226}Ra source under depression and to avoid an emanation of radon in the laboratory, then pour in the sample cell and stir slowly to prevent any degassing of radon.
- c) Wait for 2 h to obtain the equilibrium between radon and radon progeny and note the indication of the alpha, beta and/or gamma channel of the monitor. Then take a sample of solution and measure the activity of ^{214}Pb and ^{214}Bi by gamma spectrometry.

7.10.3 Expression of results

The response (R) to the radon decay products dissolved in water shall be expressed by the following relationship:

$$R = \frac{I}{A_v}$$

where

I is the indication of the monitor (Bq/m^3 or count/s) corresponding to the natural alpha or beta volumetric activity;

A_v is the sum of the volumetric activities of ^{214}Bi and ^{214}Pb of the aqueous solution (Bq/m^3).

NOTE Because radon decay products are in equilibrium in the solution, the total alpha activity is equal to the total beta activity of radon decay products.

7.11 Response to ambient gamma radiation

7.11.1 Requirements

The manufacturer shall state the decision threshold (as defined in 3.16) under standard test conditions. He shall also state the decision threshold and the maximum value of the reading (apparent activity) of the measurement assembly, when the detector, fitted with its ambient gamma radiation protection devices, is exposed in a geometry specified by the manufacturer to an air kerma rate of $1 \mu\text{Gy/h}$ or $10 \mu\text{Gy/h}$ respectively for environmental and effluent monitors due to ^{60}Co and other radionuclides by agreement between manufacturer and purchaser.

Unless otherwise agreed upon between manufacturer and purchaser, the response to gamma radiation coming from a different direction shall not exceed twice the value stated above.

7.11.2 Test method

The equipment shall be operated under standard test conditions and, where the measuring assembly may be programmed with a gamma compensation factor, this shall not be changed for these tests.

With no radioactive source present, the "background" indication shall be noted and the decision threshold shall be computed in accordance with the manufacturer's specifications and the measured ambient background.

Next, using a ^{60}Co source, position the source at reference orientation relative to the detector so that the source to detector distance is at least 2 m and the conventionally true air kerma rate at the detector position with the assembly absent is equal to $1 \mu\text{Gy/h} \pm 10\%$ ($k = 2$) for environmental monitors or $10 \mu\text{Gy/h} \pm 10\%$ ($k = 2$) for effluent monitors. The reference orientation of the source to detector shall be as specified by the manufacturer. Under these conditions, the reading of the equipment shall not exceed the value specified.

Le détecteur doit aussi être exposé à partir d'un certain nombre de directions de la source par rapport au détecteur, comme convenu entre le constructeur et l'acheteur. Dans chaque cas, la lecture de l'ensemble de mesure ne doit pas être supérieure à deux fois la valeur spécifiée pour l'orientation de référence.

7.12 Influence des matériaux en suspension dans le liquide sur la mesure de l'activité

7.12.1 Exigences

Pour tenir compte de la forte tendance des éléments radioactifs à se fixer sur les matériaux en suspension et du faible parcours des électrons dans l'eau, l'effet des matériaux en suspension dans la cellule d'échantillonnage doit être vérifiée.

Au débit nominal, l'homogénéité des effluents dans la cellule d'échantillonnage doit être suffisante pour que la réponse de l'ensemble de mesure ne s'écarte pas, pendant 5 h, de plus de 10 % de la valeur nominale obtenue en l'absence de matériaux en suspension.

7.12.2 Méthode d'essai

Pour obtenir des résultats reproductibles, cet essai doit être réalisé avec un effluent radioactif artificiel. La concentration des matériaux en suspension doit être d'au moins 100 mg/l et la conductivité de la solution utilisée doit se situer entre 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec un coefficient d'échange K_d supérieur à 100 (Bq/kg)/(Bq/l).

Il est aussi recommandé d'utiliser des radionucléides émetteurs bêta et gamma de période radioactive inférieure à 50 jours (par exemple ^{59}Fe , ^{131}I).

Pendant cet essai, l'indication du moniteur doit être enregistrée.

L'Annexe B donne un exemple d'effluent artificiel.

Les caractéristiques de l'effluent utilisé pour cet essai font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

La méthode d'essai suivante doit être appliquée.

- Préparer l'effluent artificiel et le marquer avec un radionucléide approprié.
- Après le temps nécessaire pour obtenir l'équilibre d'activité entre les phases solide et liquide, faire circuler l'effluent en boucle, au débit nominal de l'instrument pendant 5 h. La pompe utilisée pour faire circuler l'effluent doit respecter la granulométrie du matériau en suspension.
- Noter l'indication L_0 après 5 min.
- Noter l'indication $L_t(t)$ après 30 min, 1 h, 2 h et 5 h.

Calculer la variation $V_d(t)$ de l'indication à l'instant, t , par rapport à l'indication initiale à 5 min.

$$V_d(t) = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100$$

Si au cours de cet essai, $V_d(t)$ est au-delà de la limite de 10 %, noter le temps correspondant.

L'essai 8.3 concernant l'efficacité du nettoyage doit être réalisé à la fin de ce test.

The detector shall also be exposed in a number of other sources to detector orientations, as agreed upon between manufacturer and purchaser. The reading of the measurement assembly in each case shall not exceed twice the value specified for the reference orientation.

7.12 Influence of materials in suspension in liquid on activity measurement

7.12.1 Requirements

Taking into account the important fixing of radioactive products upon the materials in suspension and the low electron path in water, the effects of materials in suspension within the sample cell shall be checked.

At nominal flow rate, the effluent homogeneity in the sample cell shall be sufficient so that the response of the measuring assembly does not vary, during 5 h, by more than 10 % of the nominal value obtained in the absence of materials in suspension.

7.12.2 Test method

This test shall be performed with an artificial radioactive effluent in order to obtain reproducible results. The concentration of materials in suspension shall be at least 100 mg/l and the conductivity of the used solution shall be between 500 $\mu\text{S/cm}$ and 1 000 $\mu\text{S/cm}$ and an exchange coefficient K_d higher than 100 (Bq/kg)/(Bq/l).

The use of a beta and gamma emitting radionuclide, with a radioactive half-life time shorter than 50 days (for example ^{59}Fe , ^{131}I) is also recommended.

During this test, the indication of the monitor shall be recorded.

Annex B gives an example of artificial effluent.

The characteristics of the effluent used to perform this test are the subject of an agreement between the manufacturer and the purchaser.

The following test method shall apply.

- Prepare the artificial effluent and mark it with appropriate radionuclide.
- After the time necessary to obtain the equilibrium of activity between the solid phase and the liquid phase, make the effluent circulate in a closed loop at the nominal flow rate of the instrument for 5 h. The pump used to make the effluent circulate shall respect the granulometry of materials in suspension.
- Note the indication L_0 after 5 min.
- Note the indication $L_t(t)$ after 30 min, 1 h, 2 h and 5 h.

Calculate the variations $V_d(t)$ of the indication at instant, t , with regard to the initial indication obtained after 5 min.

$$V_d(t) = \frac{L_t(t) - L_0}{L_0} \times 100$$

If $V_d(t)$ is over the limit of 10 % during this test, the corresponding time will be noted.

The test of 8.3 concerning the efficiency of cleaning shall be performed at the end of this test.

8 Essais de performance du circuit hydraulique

8.1 Généralité

Ces essais sont à effectuer, en accord entre le constructeur et l'acheteur, sur tout équipement dont la réponse dépend du débit à travers les ensembles de prélèvement et de détection.

Lorsque l'équipement n'est pas influencé par le débit, mais néanmoins nécessite un débit d'échantillonnage pour fonctionner, un essai simple du circuit hydraulique et des alarmes associées doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

Lorsque l'équipement est sensible au débit, mais que ce débit varie en corrélation avec le débit de l'effluent, des essais appropriés doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

8.2 Stabilité du débit

8.2.1 Généralité

Le but de cet essai est de déterminer le débit nominal dans les conditions normales d'essais, avec la perte de charge due uniquement au circuit et à tout autre dispositif de rétention.

8.2.2 Exigences

Lorsque la pompe fait partie du moniteur, le constructeur doit indiquer le débit nominal pour le type de dispositif de rétention utilisé. Après le temps de préchauffage de l'ensemble de prélèvement (30 min), le débit mesuré ne doit pas différer de plus de 10 % du débit nominal et ce débit ne doit pas varier de plus de 10 % au cours des 100 h suivantes.

8.2.3 Méthode d'essai

Pour cet essai, un instrument de mesure approprié ou un débitmètre, étalonnés dans les conditions de mesure et ayant une incertitude de mesure inférieure à 3 % ($k = 2$), doit être inséré dans le circuit à l'entrée de l'équipement. L'équipement doit être mis sous tension et le débit mesuré après 1 h, 5 h, 10 h et 100 h.

8.3 Efficacité du nettoyage

8.3.1 Exigences

Après nettoyage de la cellule de mesure, l'augmentation du bruit de fond dû à la présence de substances contaminées ne doit pas excéder 10 % de la valeur obtenue en présence de la solution radioactive utilisée pour le test décrit en 7.12.2.

8.3.2 Méthode d'essais

- Il est recommandé que cet essai soit réalisé immédiatement après celui décrit en 7.12.2.
- A la fin de l'essai de 7.12.2, le nettoyage doit être réalisé dans les conditions habituelles d'utilisation.
- La cellule de mesure doit alors être remplie avec de l'eau propre puis l'indication du moniteur doit être notée.
- Comparer cette indication avec la valeur mesurée à la fin de l'essai de 7.12.2, c'est-à-dire après 5 h de circulation de la solution radioactive dans la cellule de mesure.

8 Liquid circuit performance tests

8.1 General

These tests are intended to be applied, by agreement between manufacturer and purchaser, to all equipment for which the response is dependent on flow rate through sampling and detection assemblies.

When the equipment is not affected by flow rate but nevertheless requires a sampling flow in order to function, a simple test of the flow circuit and any associated alarms shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

When the equipment is sensitive to flow rate, but the flow rate has to vary in step with the effluent flow rate, appropriate tests shall be agreed upon between the manufacturer and purchaser.

8.2 Flow-rate stability

8.2.1 General

The aim of this test is to determine the nominal sampling flow rate under standard test conditions, with the pressure drop due exclusively to the circuit and any retention device.

8.2.2 Requirements

Where the pump is part of the monitor, the manufacturer shall specify the nominal flow rate for the type of retention device used. After the normal warm-up time of the sampling assembly (30 min), the measured flow rate shall not deviate by more than 10 % from the nominal flow rate and this flow rate shall not vary by more than 10 % for the next 100 h.

8.2.3 Test method

For this test, an appropriate measuring instrument or a flowmeter, calibrated under the measuring conditions and having an uncertainty of measurement better than 3 % ($k = 2$), shall be incorporated in the circuit at the inlet to the equipment. The equipment shall be switched on and the flow measured after 1 h, 5 h, 10 h and 100 h.

8.3 Cleaning efficiency

8.3.1 Requirements

After cleaning of the measuring cell, the increase of the background due to the presence of contaminated material shall not exceed 10 % of the value obtained with radioactive solution used for the test described in 7.12.2.

8.3.2 Test method

- This test should be performed immediately after the test described in 7.12.2.
- At the end of the test of 7.12.2, cleaning shall be carried out in the normal way.
- Then the measurement cell shall be filled up with fresh water and the indication of the monitor noted.
- Compare this indication with the value measured at the end of the test of 7.12.2, that means 5 h after the radioactive solution circulates in the measuring cell.

9 Essais de performances électriques

9.1 Temps de préchauffage – ensembles de détection et de mesure

9.1.1 Exigences

Lorsqu'il est exposé à une source radioactive, 30 min après la mise sous tension, l'ensemble doit donner une indication qui ne diffère pas de plus de 10 % de la valeur obtenue dans les conditions normales d'essais.

9.1.2 Méthode d'essais

- Avant cet essai, l'équipement doit être déconnecté de la source d'alimentation électrique pendant au moins 1 h.
- Utiliser une source radioactive donnant une indication entre 10 et 50 fois la plus petite valeur de la gamme de mesures. Mettre l'équipement sous tension.
- Noter les valeurs lues toutes les 5 min pendant 1 h. Au moins 10 h après la mise sous tension, relever suffisamment de lectures conformément à 6.4 et utiliser la valeur moyenne comme «valeur finale» de l'indication.
- Tracer un graphique des valeurs lues, corrigées de la décroissance radioactive de la source si nécessaire, en fonction du temps.
- La différence entre la «valeur finale» et la valeur lue sur la courbe au temps 30 min doit être dans les limites spécifiées.

9.2 Variation de l'alimentation électrique

9.2.1 Exigences

L'équipement doit être capable de fonctionner avec un réseau d'alimentation dont la tension varie entre +10 % et –12 % de la tension nominale et la fréquence entre 47 Hz et 51 Hz (57 Hz à 61 Hz pour les pays où la fréquence nominale est 60 Hz) sans que l'indication ne varie de plus de 10 % de l'indication obtenue dans les conditions normales d'essais.

9.2.2 Méthode d'essais

9.2.2.1 Généralité

Une source radioactive donnant une indication entre 10 et 50 fois la plus petite valeur de la gamme de mesure doit être utilisée. La tension et la fréquence étant à leur valeur nominale, prendre la moyenne de lectures consécutives conformément à 6.4.

9.2.2.2 Pour le courant alternatif ou continu

Prendre les moyennes de deux séries de mesures consécutives (la fréquence d'alimentation étant à sa valeur nominale pour le courant alternatif) pour une tension supérieure de 10 % de la valeur nominale puis pour une tension inférieure de 12 % de la tension nominale.

Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de 10 % de la valeur obtenue avec la tension nominale.

9.2.2.3 Pour le courant alternatif

Prendre la moyenne d'un nombre suffisant de lectures à la tension nominale et une fréquence de 47 Hz (57 Hz pour les pays où la fréquence nominale est 60 Hz) et la moyenne d'un nombre suffisant de lectures à la tension nominale et une fréquence de 51 Hz (61 Hz pour les pays où la fréquence nominale est 60 Hz).

9 Electrical performance tests

9.1 Warm-up time – Detection and measurement assemblies

9.1.1 Requirements

When exposed to radioactive source the assembly shall give an indication that does not differ by more than 10 % from the value obtained under standard test conditions 30 min after being switched on.

9.1.2 Test method

- Prior to this test, the equipment shall be disconnected from external power supplies for at least 1 h.
- Use a radioactive source giving an indication between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement. Switch on the equipment.
- Note values of the reading every 5 min for 1 h. At least 10 h after switching on, take sufficient readings in accordance with 6.4 and use the mean value as the “final value” of indication.
- Draw a graph of reading versus time, correcting for decay in activity as necessary.
- The difference between “final value” and the value read from the curve for time $t = 30$ min shall lie within the limits specified.

9.2 Power-supply variations

9.2.1 Requirements

The equipment shall be capable of operating from mains with a supply voltage tolerance of +10 % and –12 % from nominal voltage and supply frequencies of 47 Hz to 51 Hz (57 Hz to 61 Hz in countries where the normal frequency is 60 Hz), without the indication varying more than 10 % from the indication under standard test conditions.

9.2.2 Test method

9.2.2.1 General

A radioactive source that gives a reading between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement shall be used. With the supply voltage and frequency at their nominal values, take the mean of consecutive readings in accordance with 6.4.

9.2.2.2 For alternating or direct current

Take the mean of two further sets of consecutive readings (with the supply at the nominal frequency for alternating current) at a voltage 10 % above the nominal value then at a voltage 12 % below the nominal value.

These two mean values shall not differ from those obtained with the nominal supply voltage by more than 10 %.

9.2.2.3 For alternating current

Take the mean of sufficient consecutive readings with a nominal supply voltage and a frequency of 47 Hz (57 Hz in countries where the normal frequency is 60 Hz) and the mean of sufficient consecutive readings with a nominal supply voltage and a frequency of 51 Hz (61 Hz in countries where the normal frequency is 60 Hz).

Ces deux valeurs moyennes ne doivent pas différer de la valeur obtenue à la fréquence nominale de plus de 10 %.

Les essais ci-dessus doivent être répétés pour un niveau d'activité correspondant approximativement aux deux tiers de la valeur supérieure de la gamme de mesure.

9.3 Variations transitoires de l'alimentation électrique

9.3.1 Exigences

Le moniteur doit respecter les exigences du niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-4-4, de la CEI 61000-4-5, de la CEI 61000-4-11 et de la CEI 61000-4-12 et résister à des interruptions d'alimentation d'une demi-période.

9.3.2 Méthode d'essais

Deux essais différents sont nécessaires, une fois sans source et une fois avec une source donnant une indication située entre 10 et 50 fois la plus petite valeur de la gamme de mesures. En présence de la source, l'indication moyenne doit être à au moins 20 % de la valeur de l'alarme.

Un nombre suffisant de lectures doit être réalisé conformément à 6.4. Une série de lectures doit être effectuée sans perturbation, une série avec des surtensions transitoires rapides (méthode d'essai conforme à la CEI 61000-4-4) et une avec des micro-coupures (méthode d'essai conforme à la CEI 61000-4-11, fréquence des interruptions: 10 Hz. Une avec des oscillations (méthode d'essai conforme à la CEI 61000-4-12) et une avec des ondes de choc (méthode d'essai conforme à la CEI 61000-4-5).

9.4 Stabilité du déclenchement d'alarme

9.4.1 Exigences

Sur un temps de fonctionnement de 100 h, le point de déclenchement du circuit d'alarme ne doit pas sortir de la plage 95 % X à 105 % X , où X est le niveau nominal de déclenchement d'alarme.

Ces exigences ne s'appliquent pas au détecteur.

9.4.2 Méthode d'essais

Pour tout circuit d'alarme dont le point nominal de déclenchement a été réglé au niveau X :

- Si on applique à l'ensemble l'équivalent de 94 % X , aucun déclenchement de l'alarme ne doit se produire pendant 100 h.
- Si on applique à l'ensemble l'équivalent de 106 % X , après 30 min et 100 h de fonctionnement, l'alarme doit se déclencher en moins de 1 min.

9.5 Gamme de déclenchement de l'alarme

9.5.1 Exigences

L'étendue des réglages de déclenchement de l'alarme doit être conforme aux exigences de 5.7. Cette exigence ne s'applique pas au détecteur.

9.5.2 Méthode d'essais

L'étendue des indications de l'équipement sur laquelle se déclenche l'alarme doit être déterminée en utilisant un générateur électronique de signaux appropriés, selon spécification du constructeur.

These two mean values shall not differ from that obtained with a nominal frequency by more than 10 %.

The above tests shall be repeated for an activity level corresponding to approximately two-thirds of the higher value of the range of measurement.

9.3 Power-supply transient effects

9.3.1 Requirements

The monitor shall meet the requirements of severity level 3 of IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 6100-4-11 and IEC 61000-4-12, and withstand half-period interruptions in its power supply.

9.3.2 Test method

Two different tests shall be necessary: one without source and one with a source giving an indication between 10 and 50 times the lowest value of the range of measurement. With the source present, the mean indication shall be at least 20 % of any alarm set value.

Sufficient readings shall be made in accordance with 6.4. One set of readings shall be performed without any power transients, one with fast transients (test method according to IEC 61000-4-4), one with short interruptions (test method according to IEC 61000-4-11, frequency of the interruptions: 10 Hz) one with oscillation (test method according to IEC 61000-4-12) and one with surge (test method according to IEC 61000-4-5).

9.4 Alarm-trip stability

9.4.1 Requirements

The operating point of any alarm circuit shall not deviate outside the range 95 % X to 105 % X in the period of 100 h of operation, where X is the nominal alarm set level.

These requirements exclude the detector.

9.4.2 Test method

For any alarm circuit whose nominal trip setting has been determined as X .

- For a condition equivalent to 94 % X applied electronically or by software to the assembly, no trip shall occur within 100 h.
- When a condition equivalent to 106 % X is applied to the assembly, after 30 min and 100 h of operation, the alarm shall operate in less than 1 min.

9.5 Alarm-trip range

9.5.1 Requirements

The ranges of alarm settings shall conform to the requirements of 5.7. These requirements exclude the detectors.

9.5.2 Test method

Using an appropriate electronic signal generator, as specified by the manufacturer, the range of indication of the equipment over which the alarm trip operates shall be determined.

Ces essais doivent être effectués sur toute l'étendue de mesure.

Les alarmes destinées à se déclencher sur un signal croissant doivent être d'abord réglées à leur point de réglage le plus bas; puis le niveau du signal d'entrée doit être augmenté lentement jusqu'au déclenchement. L'indication de l'équipement doit être notée.

Pour les alarmes destinées à se déclencher sur un signal décroissant, opérer comme ci-dessus mais en faisant décroître lentement le niveau du signal d'entrée.

9.6 Alarme de défaut

9.6.1 Exigences

Lorsque un défaut apparaît sur une des parties suivantes de l'équipement:

- détecteur;
- circuit électronique;
- ensemble de prélèvement s'il existe;

une alarme doit être activée et permettre l'identification du défaut. En ce qui concerne le circuit électronique et l'ensemble de prélèvement une alarme spécifique doit être activée moins de 1 min après l'apparition du défaut. Le constructeur doit indiquer le temps nécessaire pour obtenir une alarme consécutive à un défaut de détecteur en fonction du bruit de fond de celui-ci.

L'équipement doit être posséder des dispositifs permettant de simuler des défauts.

9.6.2 Méthode d'essais

Pour chacune des parties, détecteur, circuit électronique et ensemble de prélèvement (s'il y a lieu), un défaut doit être simulé. L'alarme de défaut spécifique doit déclencher dans le temps exigé. Aucune autre alarme ne doit déclencher.

10 Essais de performances environnementales

10.1 Température ambiante

10.1.1 Exigences

L'indication doit rester dans les limites indiquées au Tableau 3, pour la gamme de températures définie entre le constructeur et l'acheteur.

Il est à noter que pour ce type d'équipement les ensembles de détection et de prélèvement peuvent être amenés à fonctionner dans des conditions d'environnement différentes de celles de l'ensemble de mesure. Tout ou partie de l'ensemble de détection peut être amené à fonctionner dans des conditions de température supérieures à celles indiquées dans le Tableau 3. Dans ce cas, des essais appropriés doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

10.1.2 Méthode d'essais

L'ensemble de détection doit être exposé à une source d'essai appropriée pour laquelle l'indication nominale dans les conditions normales d'essais soit connue.

Cet essai sera normalement effectué dans une enceinte climatique. L'humidité relative de l'air dans l'enceinte doit être inférieure à la valeur qui pourrait causer des dommages à l'équipement. Cette valeur doit être indiquée par le constructeur.

These tests shall be performed for the effective range of measurement.

For alarms intended to operate on increasing signals, the alarm shall be adjusted to its lowest setting and the input signal slowly increased until the alarm operates. The indication of the equipment shall be noted.

For alarms intended to operate on decreasing signals, operate as above but slowly decrease the level of input signal.

9.6 Fault alarm

9.6.1 Requirements

When failure appears in one of these parts of the equipment:

- detector;
- electronic circuit;
- sampling assembly where appropriate;

an alarm shall operate and permit the identification of the failure. For electronic circuit and sampling assembly specific fault alarm shall operate within 1 min after failure. The manufacturer shall indicate the time required to obtain detector fault alarm after failure, taking into account the background of the detector.

The equipment shall provide facilities to simulate failures.

9.6.2 Test method

For each part: detector, electronic circuit and sampling assembly (where appropriate), a failure shall be simulated. The specific fault alarm shall operate before the time required. No other unrelated alarm shall operate.

10 Environmental performance test

10.1 Ambient temperature

10.1.1 Requirements

The indication shall remain within the limits specified in Table 3 for the temperature range agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

It should be noted that for this type of equipment the detection and sampling assemblies may have to operate under different environmental conditions from the measuring assembly. Part, or all, of the detection assembly may have to operate under more elevated temperature conditions than those stated in Table 3. In this case, appropriate tests shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

10.1.2 Test method

The detection assembly shall be exposed to suitable test sources in such a way that the nominal reading under standard test conditions is known.

This test will normally be carried out in a climatic box. The relative humidity of the air in the box shall be lower than the value that could cause damage to the equipment. This value shall be indicated by the manufacturer.

La température doit être maintenue à chacune des valeurs extrêmes et à la valeur médiane de la gamme de températures pendant au moins 24 h. L'indication obtenue pendant les 30 dernières minutes de cette période doit être comprise dans les valeurs de tolérance exigées.

10.2 Humidité relative

10.2.1 Général

L'équipement peut être affecté par la condensation de la vapeur d'eau de l'air avec pour conséquence un court-circuit dans les composants électriques ou électroniques.

10.2.2 Exigences

Les variations de température et d'humidité définies dans la CEI 60068-2-38 sont applicables. La variation de l'indication due à l'effet de l'humidité jusqu'à 90 % à 35 °C doit être inférieure à 10 %. Cette variation permise de ± 10 % vient en supplément de la variation permise pour la température seule.

10.2.3 Méthode d'essais

L'ensemble de détection doit être exposé à une source de radioactivité donnant une indication égale à environ 10 fois la limite inférieure de la gamme de mesure. L'essai doit être réalisé suivant la méthode décrite dans la CEI 60068-2-38. Cet essai peut être réalisé pour une seule valeur de température: 35 °C et une humidité relative de 90 %.

10.3 Immunité électromagnétique externe et décharge électrostatique

10.3.1 Exigences

L'équipement doit répondre au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-4-2, de la CEI 61000-4-3 et de la CEI 61000-4-6.

10.3.2 Méthode d'essais

Les méthodes d'essais doivent être celles de la CEI 61000-4-2 pour les essais d'immunité aux décharges électrostatiques, celles de la CEI 61000-4-3 pour les essais d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectrique et celles de la CEI 61000-4-6 pour les essais d'immunité aux perturbations conduites induites par les champs radioélectriques. Des précautions particulières doivent être prises pour détecter tout changement d'indication à une fréquence particulière.

10.4 Emission électromagnétique

10.4.1 Exigences

L'émission électromagnétique ne doit pas dépasser la valeur spécifiée par le constructeur.

10.4.2 Méthode d'essais

La méthode d'essais doit être basée sur la CEI 61000-6-4.

Des précautions particulières doivent être prises pour détecter tout changement d'émission à une fréquence particulière.

11 Rapport d'essais de type

A la demande de l'acheteur le constructeur doit tenir à disposition, un rapport sur les essais de type effectués selon les exigences de cette norme.

The temperature shall be maintained at each of its extreme values and at the mid-point of the range of temperature for at least 24 h. The reading obtained during the last 30 min of this period shall be within the required tolerance value.

10.2 Relative humidity

10.2.1 General

The equipment may be affected by condensation of humidity. The consequence of condensation can be a short circuit of electrical or electronic components.

10.2.2 Requirement

The applied types of changing the temperature and humidity shock are defined in IEC 60068-2-38. The variation of the indication due to the effect of humidity of up to 90 % at 35 °C shall be less than 10 %. This permitted variation of ± 10 % in the indication is in addition to the permitted variations due to temperature alone.

10.2.3 Test method

The detection assembly shall be exposed to a radioactive test source given an indication of about 10 times the lowest value of the range of measurement. The test should be performed following the method described in IEC 60068-2-38. This test may be performed at a single temperature of 35 °C and relative humidity of 90 %.

10.3 External electromagnetic immunity and electrostatic discharge

10.3.1 Requirements

The equipment shall comply with severity level 3 of IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, and IEC 61000-4-6.

10.3.2 Test method

The methods of test shall be based on IEC 61000-4-2 for the electrostatic discharge immunity test, IEC 61000-4-3 for the radiated, radiofrequency, electromagnetic field immunity test and IEC 61000-4-6 for immunity to conducted disturbances induced by radiofrequency fields. Particular care should be taken to detect any change in indication at a particular frequency.

10.4 Electromagnetic emission

10.4.1 Requirements

The electromagnetic emission shall not exceed the value specified by the manufacturer.

10.4.2 Method of test

The method of test shall be based on IEC 61000-6-4.

Particular care must be taken to detect any change in the emission at a particular frequency.

11 Type test report

The manufacturers shall make available, at the request of the purchaser, a report on the type tests carried out according to the requirements of this standard.