

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60761-2

Deuxième édition
Second edition
2002-01

**Equipements de surveillance en continu
de la radioactivité dans les effluents gazeux –**

**Partie 2:
Exigences particulières aux moniteurs d'aérosols
radioactifs, y compris les aérosols transuraniens**

**Equipment for continuous monitoring
of radioactivity in gaseous effluents –**

**Part 2:
Specific requirements for radioactive aerosol
monitors including transuranic aerosols**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60761-2:2002

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/catlg-f.htm) 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/JP.htm) 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/catlg-e.htm) 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/JP.htm) 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**

60761-2

Deuxième édition
Second edition
2002-01

**Equipements de surveillance en continu
de la radioactivité dans les effluents gazeux –**

Partie 2:

**Exigences particulières aux moniteurs d'aérosols
radioactifs, y compris les aérosols transuraniens**

**Equipment for continuous monitoring
of radioactivity in gaseous effluents –**

Part 2:

**Specific requirements for radioactive aerosol
monitors including transuranic aerosols**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
4 Classification des moniteurs d'aérosols	14
5 Ensemble de prélèvement et de détection	14
5.1 Pompe à air	14
5.2 Dispositif de collecte des aérosols	14
5.3 Rendement de collecte des particules	16
5.4 Détecteur de rayonnement	16
5.5 Facilité de décontamination	18
5.6 Orifice d'échantillonnage et conduit de transfert	18
6 Source de contrôle	18
7 Expression des résultats	18
8 Réponse à d'autres rayonnements ionisants	18
9 Compensation de la radioactivité naturelle	20
9.1 Méthodes de compensation	20
9.2 Exigences pour une méthode de compensation électronique	20
10 Conditions normales d'essai	20
11 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	20
12 Sources	22
12.1 Sources de référence	22
12.2 Sources spéciales	22
12.3 Sources de contrôle	22
12.4 Conception des sources solides	22
12.5 Incertitude sur l'activité des sources d'essai	22
13 Essais de performance avec les rayonnements	24
13.1 Essais dynamiques	24
13.2 Essais statiques	24
13.3 Compensation de la radioactivité naturelle	24
13.4 Réponse de référence	24
13.5 Linéarité	24
13.6 Variation du rendement de détection en fonction de l'énergie du rayonnement bêta (moniteurs bêta)	26
13.7 Variation du rendement de détection en fonction de l'énergie du rayonnement alpha (moniteurs alpha)	26
13.8 Rendement de détection des rayonnements non spécifiques	26
13.9 Réponse aux gaz radioactifs	28
13.10 Réponses aux produits de filiation du radon-222 et du radon-220	28
14 Essais du circuit d'air	28
14.1 Fuites externes	28
14.2 Rendement de prélèvement du moniteur	30
15 Rapport sur les essais de type et certificat	32

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope and object.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions	13
4 Classification of aerosol effluent monitors	15
5 Sampling and detection assembly	15
5.1 Air pump.....	15
5.2 Aerosol collection device.....	15
5.3 Particle collection efficiency	17
5.4 Radiation detector.....	17
5.5 Ease of decontamination.....	19
5.6 Sampling inlet and delivery line	19
6 Check source	19
7 Expression of measurement.....	19
8 Response to other ionizing radiations.....	19
9 Compensation of natural activity	21
9.1 Methods of compensation	21
9.2 Requirements for electronic compensation methods	21
10 Standard test conditions	21
11 Tests performed with variation of the influence quantities	21
12 Sources	23
12.1 Reference sources.....	23
12.2 Special sources	23
12.3 Check sources.....	23
12.4 Design of solid sources.....	23
12.5 Uncertainty of test sources activity	23
13 Radiation performance tests	25
13.1 Dynamic tests	25
13.2 Static tests.....	25
13.3 Compensation against natural background	25
13.4 Reference response.....	25
13.5 Linearity.....	25
13.6 Variation of the detection efficiency as a function of beta radiation energy (beta monitors)	27
13.7 Variation of the detection efficiency as a function of alpha radiation energy (alpha monitors).....	27
13.8 Detection efficiency of non-specific radiation	27
13.9 Response to radioactive gases.....	29
13.10 Response to radon-222 and radon-220 daughters	29
14 Tests of the air circuit	29
14.1 External leakage.....	29
14.2 Monitor sampling efficiency.....	31
15 Type test report and certificate.....	33

Annexe A (informative) Liste des radionucléides appropriés aux essais de variation de l'énergie bêta	44
Bibliographie	46
Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai	34
Tableau 2 – Essais effectués dans les conditions normales d'essai	36
Tableau 3 – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	38
Tableau 4 – Essais du circuit d'air	42

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60761-2:2002

Annex A (informative) List of radionuclides suitable for tests with variation of beta energy.....	45
Bibliography	47
Table 1 – Reference conditions and standard test conditions	35
Table 2 – Tests performed under standard test conditions	37
Table 3 – Tests performed with variation of influence quantities.....	39
Table 4 – Tests of air circuit	43

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60761-2:2002

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENTS DE SURVEILLANCE EN CONTINU DE LA RADIOACTIVITÉ DANS LES EFFLUENTS GAZEUX –

Partie 2: Exigences particulières aux moniteurs d'aérosols radioactifs, y compris les aérosols transuraniens

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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'électrotechnique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Des 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure du possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60761-2 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60761-1 (2002).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition de la CEI 60761-2, publiée en 1983 et la première édition de la CEI 60761-6, publiée en 1991. Elle constitue une révision technique.

Le texte de la présente norme est issu de la première édition et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/334/FDIS	45B/345/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.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

Ce document a été rédigé en accord avec les directives de l'ISO/IEC, partie 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EQUIPMENT FOR CONTINUOUS MONITORING OF RADIOACTIVITY
IN GASEOUS EFFLUENTS –****Part 2: Specific requirements for radioactive aerosol monitors
including transuranic aerosols**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International standard IEC 60761-2 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard shall be read in conjunction with IEC 60761-1 (2002).

This second edition cancels and replaces the first edition of IEC 60761-2, published in 1983, and the first edition of IEC 60761-6, published in 1991, of which it constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the first edition, and the following documents:

FDIS	Report on voting
45B/334/FDIS	45B/345/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.

Annex A is for information only.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

La CEI 60761 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: *Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux*.

Partie 1: Exigences générales

Partie 2: Exigences particulières aux moniteurs d'aérosols radioactifs, y compris les aérosols transuraniens

Partie 3: Exigences particulières aux moniteurs de gaz rares radioactifs

Partie 4: Exigences particulières aux moniteurs d'iode radioactif

Partie 5: Exigences particulières aux moniteurs de tritium

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60761-2:2002

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

IEC 60761 consists of the following parts, under the general title: *Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents*.

Part 1: General requirements

Part 2: Specific requirements for radioactive aerosol monitors including transuranic aerosols

Part 3: Specific requirements for radioactive noble gas monitors

Part 4: Specific requirements for radioactive iodine monitors

Part 5: Specific requirements for tritium monitors

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60761-2:2002

ÉQUIPEMENTS DE SURVEILLANCE EN CONTINU DE LA RADIOACTIVITÉ DANS LES EFFLUENTS GAZEUX –

Partie 2: Exigences particulières aux moniteurs d'aérosols radioactifs, y compris les aérosols transuraniens

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60761 est applicable aux équipements destinés à la mesure en continu, en différé ou séquentielle discrète des aérosols dans les effluents gazeux rejetés dans l'environnement.

Elle est applicable aux équipements conçus pour remplir les fonctions suivantes:

- la mesure de l'activité volumique (Bq/m^3) des aérosols dans les effluents gazeux et/ou de la radioactivité totale des aérosols rejetés (Bq);
- le déclenchement d'une alarme lorsqu'un niveau d'activité volumique ou une activité totale prédéterminées des aérosols rejetés est dépassé.

Ces équipements sont destinés à la mesure sur une large plage de radioactivité, y compris de très petites quantités dans un bruit de fond naturel beaucoup plus important. A ce bruit de fond naturel contribuent en particulier les produits de filiation du ^{222}Rn (radon) et du ^{220}Rn (thoron), qui sont des aérosols naturels. La discrimination entre radioactivité à surveiller et radioactivité naturelle peut soulever un problème important pour la surveillance des faibles niveaux d'activité. Afin d'améliorer la quantité et la qualité de l'information, il est possible d'effectuer des analyses complémentaires ou rétrospectives des filtres en laboratoire après la fin du prélèvement.

L'objet de la présente norme est de formuler des exigences normatives spécifiques, et notamment les caractéristiques techniques et les conditions générales d'essai, et de donner des exemples de méthodes acceptables pour les moniteurs d'aérosols.

Les exigences générales, les caractéristiques techniques, les procédures d'essai, les caractéristiques des rayonnements, les caractéristiques électriques et mécaniques, de sécurité et d'environnement figurent dans la CEI 60761-1. Ces exigences sont applicables, sauf spécification contraire, à la présente norme.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60761. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60761 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60761-1:2002, *Équipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux – Partie 1: Exigences générales*

CEI 61000 (toutes les parties): *Compatibilité électromagnétique (CEM)*

EQUIPMENT FOR CONTINUOUS MONITORING OF RADIOACTIVITY IN GASEOUS EFFLUENTS –

Part 2: Specific requirements for radioactive aerosol monitors including transuranic aerosols

1 Scope and object

This part of IEC 60761 is applicable to equipment intended for simultaneous, delayed or discrete sequential measurement of aerosols in gaseous effluents discharged into the environment.

It is applicable to equipment designed to fulfill the following functions:

- the measurement of the volumic activity (Bq/m^3) of the aerosols in gaseous effluents and/or the released total activity of aerosols (Bq);
- the actuation of an alarm signal when either a predetermined volumic activity or a predetermined total released activity of aerosols is exceeded.

This equipment is intended for measurement over a wide range of activity, including very small quantities in the presence of a much larger natural background. The daughters of ^{222}Rn (radon) and ^{220}Rn (thoron) are naturally occurring aerosols contributing to the natural background. The discrimination against natural activity can be an important problem in monitoring low level activity. In order to provide more and better information, complementary or retrospective laboratory analysis of the filters after collection may be performed.

The object of this standard is to establish specific standard requirements, including technical characteristics and general test conditions, and to give examples of acceptable methods for aerosol effluent monitors.

The general requirements, technical characteristics, test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics are given in IEC 60761-1. Unless otherwise stated, these requirements apply to this standard.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60761. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60761 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance – Shock*

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

IEC 61000 (all parts): *Electromagnetic compatibility (EMC)*

CEI 61578:1997, *Instrumentation pour la radioprotection – Etalonnage et contrôle de l'efficacité de la compensation radon des instruments de mesure des aérosols radioactifs émetteurs alpha et/ou bêta – Méthodes d'essais*

EN 481:1993, *Atmosphères des zones de travail: Définition des fractions de taille des particules en suspension dans l'air*

EN 55022:1994, *Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbation radioélectriques produites par les appareils de traitement de l'information*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60761, les définitions suivantes sont applicables.

3.1

aérosol

suspension dans l'air ou dans un gaz de particules solides ou liquides

3.2

diamètre aérodynamique équivalent

diamètre d'une sphère de densité égale à 1 ayant la même vitesse de sédimentation gravitationnelle que la particule considérée

3.3

diamètre aérodynamique médian en activité (DAMA)

diamètre aérodynamique des particules pour lequel 50 % de l'activité des aérosols est associée à des tailles plus petites (ou plus grandes) que cette taille particulière

3.4

moniteur d'aérosols

équipement conçu pour la surveillance en continu, en différé ou séquentielle, de l'activité des aérosols contenus dans les effluents gazeux rejetés dans l'environnement

3.5

épaisseur totale équivalente de la fenêtre

épaisseur équivalente de la fenêtre (ou densité d'épaisseur), exprimée généralement en masse surfacique (mg/cm^2), que doit traverser une particule émise normalement depuis la surface du milieu collecteur des aérosols, pour atteindre le volume sensible du détecteur

NOTE Cette épaisseur inclut la distance parcourue dans 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 la contamination radioactive, de produits chimiques nocifs ou de la vapeur d'eau.

3.6

source de haut rendement

source dont le rendement pour des particules d'énergie supérieure à 5 keV, y compris les particules rétrodiffusées, est supérieur à 0,25 (cette définition s'applique aux émetteurs β d'énergie maximale >150 keV)

3.7

rendement d'une source

le plus grand des deux quotients, du taux d'émission surfacique par le nombre de particules du même type créé ou libéré par unité de temps, d'une part dans l'épaisseur de la source ou d'autre part dans la couche de saturation de la source

IEC 61578:1997, *Radiation protection instrumentation – Calibration and verification of the effectiveness of radon compensation for alpha and/or beta aerosol measuring instruments – Test methods*

EN 481:1993, *Workplace Atmospheres: Size Fraction Definitions for Measurement of Airborne Particles*

EN 55022:1994, *Limits and Methods of Measurement of Radio Disturbance Characteristics of Information Technology Equipment*

3 Terms and definitions

For the purpose of this part of IEC 60761, the following definitions apply.

3.1

aerosols

a suspension in air or gas of solid or liquid particles

3.2

aerodynamic equivalent diameter

diameter of a unit-density sphere having the same gravitational-settling velocity as the particle in question

3.3

activity median aerodynamic diameter (AMAD)

the aerodynamic particle diameter for which 50 % of the aerosol activity is associated with sizes smaller than (or larger than) that particular size

3.4

aerosol monitor

equipment designed for the continuous, delayed or sequential measurement of aerosol activity in gaseous effluents discharged into the environment

3.5

total equivalent window thickness

the equivalent window thickness (or density thickness), generally expressed in mass per unit area (mg/cm^2), that a particle emitted normally from the surface of the aerosol collecting medium must traverse to reach the sensitive volume of the detector

NOTE This thickness includes the distance covered in air plus the thickness of the entry window of the detector, thickness which may include any coating over the detector for protection against radioactive contamination, noxious chemicals or water vapour.

3.6

high efficiency source

source in which the efficiency for particles with an energy greater than 5 keV is greater than 0,25, including backscattered particles (this definition applies to beta emitters with maximum energy >150 keV)

3.7

source efficiency

largest of the two quotients, of the surface emission rate by the number of particles of the same type created or released per unit time, either within the source thickness or within the source saturation layer

4 Classification des moniteurs d'aérosols

Les équipements peuvent être classés selon le type de méthode de mesure:

- moniteurs d'aérosols gamma global;
- moniteurs d'aérosols bêta global;
- moniteurs d'aérosols alpha global;
- moniteurs mixtes d'aérosols alpha et bêta global;
- moniteurs utilisant la spectrométrie alpha;
- moniteurs utilisant la spectrométrie gamma.

Ils peuvent également être classés selon le mode de fonctionnement (voir bibliographie):

- équipement d'échantillonnage à filtre fixe et mesure simultanée;
- équipement d'échantillonnage à filtre à déroulement et mesure simultanée;
- équipement d'échantillonnage à filtre à déroulement et mesure différée;
- équipement d'échantillonnage à filtre à déroulement et mesure simultanée et différée;
- équipement d'échantillonnage à filtre fixe et mesure simultanée combinée à un équipement d'échantillonnage à filtre à déroulement et mesure simultanée et/ou différée;
- équipement à impacteur;
- équipement à dispositif de précipitation électrostatique.

5 Ensemble de prélèvement et de détection

5.1 Pompe à air

En complément des exigences de l'article 11 de la CEI 60761-1, les pompes à air ou à gaz doivent être capables de supporter les variations de pression rencontrées dans les conditions normales de fonctionnement (temps de prélèvement maximal prévu, type de milieu collecteur ou de filtre de sortie, empoussièrement atmosphérique, concentration massique contribuant au colmatage, etc.) de sorte qu'à la fin du prélèvement, il n'y ait pas de réduction du débit nominal d'air supérieure à 10 % ni d'erreur sur la valeur du volume total d'air prélevé supérieure à 8 %. Il convient qu'un filtre de sortie soit utilisé pour minimiser la contamination de la pompe.

Dans tous les cas, l'instrument doit être conçu pour éviter le colmatage ou le dysfonctionnement du dispositif de collecte dans sa capacité à retenir les particules.

Une alarme doit être placée pour détecter l'absence, la rupture ou le colmatage du milieu collecteur, par exemple un filtre ou un impacteur.

NOTE Le rendement de la canalisation de prélèvement n'est pas toujours constant et peut varier avec la durée de fonctionnement du système. Il convient donc de vérifier ce rendement, une fois le circuit installé, puis périodiquement (par exemple tous les deux ans).

5.2 Dispositif de collecte des aérosols

La surface de collecte peut avoir des géométries différentes selon le mode de fonctionnement de l'ensemble (voir article 4):

- circulaire, par exemple pour les ensembles à filtre fixe ou les systèmes à cassette dans lesquels les papiers filtres passent sous un détecteur ou un impacteur circulaire;
- carrée ou rectangulaire, par exemple pour les ensembles à filtre à déroulement ou à impacteur rectangulaire.

NOTE Pour les filtres à déroulement, la géométrie carrée ou rectangulaire permet de simplifier les calculs.

4 Classification of aerosol effluent monitors

The equipment may be classified according to the type of measuring method such as:

- gross gamma aerosol monitors;
- gross beta aerosol monitors;
- gross alpha aerosol monitors;
- gross alpha and gross beta aerosol monitors;
- alpha spectroscopy monitors;
- gamma spectroscopy monitors.

It may also be classified according to the method of operation (see bibliography) such as:

- equipment with static filter sampler and simultaneous measurement;
- equipment with moving filter sampler and simultaneous measurement;
- equipment with moving filter sampler and delayed measurement;
- equipment with moving filter sampler and simultaneous and delayed measurement;
- equipment with static filter sampler and simultaneous measurement combined with a moving filter sampler and simultaneous and/or delayed measurement;
- equipment with impactor;
- equipment with electrostatic precipitator.

5 Sampling and detection assembly

5.1 Air pump

The requirement of clause 11 of IEC 60761-1 is applicable. Additionally, the air or gas pump shall be capable of holding the variation of pressure induced by normal operating conditions (maximum expected sampling time, collection media or back-up filter, atmospheric dust, mass concentration contributing to blockage, etc.), so that there shall not be a reduction from nominal air flow-rate of more than 10 % or an error in the value of total air volume sampled of more than 8 % at the end of the sampling. A back-up filter should be used to minimize contamination of the pump.

In all cases, the instrument shall be designed to prevent flow blockage or malfunctioning of the collection device in its ability to retain particles.

An alarm shall be fitted to detect the absence, rupture or blockage of the collection medium, for example a filter or an impactor.

NOTE The delivery line efficiency is not always constant and can change with the operation time of the system. Therefore, the efficiency should be verified after installation of the system and then periodically, for example every two years.

5.2 Aerosol collection device

The collection surface may have different geometries according to the method of operation of the assembly (see clause 4):

- circular, for example, for static filter assemblies or cassette systems where filter papers are moved under a detector or circular impactor;
- square or rectangular, for example, for moving filter assemblies, or rectangular impactor designs.

NOTE For moving filters, square or rectangular geometry allows a simplification for calculations.

- Lorsque les équipements mesurent le rayonnement alpha à l'aide d'un détecteur placé face au milieu collecteur, il est important de réduire autant que possible l'absorption du rayonnement alpha par le milieu collecteur.
- Une hétérogénéité des dépôts d'aérosols collectés sur les filtres doit être évitée.
- La conception du dispositif de rétention d'aérosols doit être telle que les dépôts sur les surfaces autres que le milieu collecteur soient réduits au minimum.
- Les caractéristiques du porte-filtre (dimensions, géométrie, support du filtre, etc.) doivent être établies en fonction de la résistance mécanique des filtres utilisés et des caractéristiques de la pompe de prélèvement d'air (ou de gaz).
- Dans les ensembles à prélèvement et mesure simultanés, la mesure de l'activité des aérosols peut être perturbée par des gaz radioactifs tels que ^{41}Ar , ^{85}Kr , ^{133}Xe , etc., qui peuvent être présents dans l'air (ou le gaz) prélevé. Cette influence doit être réduite par une géométrie spéciale des cavités situées près du détecteur, en amont et en aval du filtre, et par une réduction correspondante des volumes morts.
- La conception doit minimiser les fuites, en particulier les fuites internes qui peuvent provoquer le contournement du milieu collecteur.
- L'accès au milieu collecteur doit être conçu de façon à permettre son remplacement facile et rapide sans risque d'endommagement du détecteur et avec un risque minimal pour l'opérateur en cas d'accumulation d'activité élevée.
- Pour améliorer l'exactitude et la sensibilité des mesures, il convient de concevoir des équipements qui permettent des analyses complémentaires des milieux collecteurs en laboratoire après collection. Ces milieux peuvent donner un moyen de vérifier les mesures instrumentales. En cas de défaillance de l'électronique des instruments, l'analyse du milieu collecteur peut être utilisée pour des mesures a posteriori.

5.3 Rendement de collecte des particules

Le constructeur doit indiquer le rendement de collecte du dispositif de prélèvement au moins pour les particules de diamètre aérodynamique équivalent compris entre $0,1\ \mu\text{m}$ et $10\ \mu\text{m}$ ou d'autres valeurs convenues avec l'acheteur. Les valeurs de rendement doivent être indiquées dans les conditions de fonctionnement normal, en particulier pour le débit de prélèvement d'air.

NOTE 50 % des particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à $10\ \mu\text{m}$ peuvent pénétrer dans le poumon (EN 481).

5.4 Détecteur de rayonnement

Le constructeur doit spécifier les caractéristiques du détecteur, y compris ses dimensions et les caractéristiques de transmission des éventuels écrans de protection (par exemple surface utile, épaisseur, etc.). Il convient que le constructeur spécifie également la variation du rendement de détection en fonction de l'énergie des particules.

Il convient que la surface utile de détection du détecteur soit sensiblement égale à la surface de collecte des aérosols.

- Pour la mesure de la radioactivité totale, le détecteur peut être plus grand que le milieu collecteur.
- Pour les mesures spectrométriques α , il est recommandé que les deux dimensions soient similaires.

L'épaisseur totale équivalente maximale de la fenêtre (de la perpendiculaire à la surface de la source, à l'entrée du volume utile du détecteur) doit être choisie en fonction du type de rayonnement détecté:

- mesures alpha global: inférieure à $2\ \text{mg/cm}^2$ (perte d'énergie équivalente à $3,2\ \text{MeV}$);
- mesures bêta global: l'épaisseur totale équivalente doit être appropriée au spectre d'énergie des particules à mesurer. Le constructeur doit donner l'épaisseur totale équivalente;

- For equipment measuring alpha radiation that uses a detector to view the collection medium, it is important to minimize, as much as possible, the absorption of alpha radiation by the collection medium.
- Significant non-uniformity of deposition of aerosols collected on the filters shall be avoided.
- The design of the aerosol retention device shall minimize deposition on surfaces other than the collection media.
- The filter-holder design characteristics (dimensions, geometry, filter support, etc.) shall take account of the mechanical strength of the filters used and the characteristics of the air (or gas) sampling pump.
- For simultaneous sampling and measuring assemblies, the measurement of aerosol volumic activity may be disturbed by radioactive gases, such as ^{41}Ar , ^{85}Kr , ^{133}Xe , etc., liable to be present in the sampled air (or gas). This shall be minimized by the special geometry of cavities located near the detector in front of and behind the filter and the corresponding reduction of dead volumes.
- The design shall minimize leaks, particularly internal leaks causing the flow to bypass the collection media.
- Access to the collection media shall be designed in such a manner as to permit fast and easy removal without risk of damage to the detection device and minimum risk to the operator when a high level of activity has been accumulated.
- To improve the accuracy and sensitivity of the measurements, the equipment should be designed so that complementary laboratory analyses of the media after collection can be performed. In addition, the collection media may provide a means of verification of the instrumental measurements. Also, in the case of a failure of the electronic part of the instrument, the medium analysis may serve as a back-up to the measurements.

5.3 Particle collection efficiency

The manufacturer shall state the collection efficiency of the sampling device for at least particles over a range of $0,1\ \mu\text{m}$ to $10\ \mu\text{m}$ aerodynamic equivalent diameter or other values agreed upon by the manufacturer and the purchaser. The efficiency values shall be given for the normal operating conditions, for example air sampling flow-rate.

NOTE 50 % of particles with aerodynamic diameter less than $10\ \mu\text{m}$ are capable of penetrating into the pulmonary region of the lung (EN 481).

5.4 Radiation detector

The manufacturer shall specify the detector characteristics, including the detector dimensions and transmission characteristics (for example effective area, thickness, etc.) of any protective screens. The manufacturer should also specify the variation of detection efficiency with particle energy.

The useful detection surface area of the detector should be approximately equal to that of the aerosol collecting surface.

- For gross activity measurement, the detector may be larger than the collection medium.
- For α spectroscopic measurement, the two dimensions should be similar.

The maximum total equivalent window thickness (normal to the source surface at the entrance to the useful volume of the detector) shall be chosen according to the type of radiation detected:

- gross alpha measurement: less than $2\ \text{mg/cm}^2$ (loss of energy equivalent to $3,2\ \text{MeV}$);
- gross beta measurement: the total equivalent thickness shall be appropriate to the particle energy spectrum to be detected. The manufacturer shall state the total equivalent thickness;

- spectrométrie alpha: adaptation à la technique de détection;
- rayonnements gamma: adaptation à la technique de détection.

S'il utilise la spectrométrie, le constructeur doit spécifier la résolution en énergie pour les particules alpha dans la plage d'énergie concernée, en tenant compte de l'épaisseur d'air et des caractéristiques du détecteur. Il doit également spécifier les conditions de mesure, par exemple le niveau approximatif du rayonnement naturel (radon-222 et radon-220).

5.5 Facilité de décontamination

Lorsque la surface sensible du détecteur est en contact avec le milieu gazeux contenant les aérosols radioactifs, sa conception doit être spécialement soignée pour faciliter la décontamination de la tête du détecteur. Si possible, la tête du détecteur doit être protégée par un écran mince, placé sur la fenêtre du détecteur, et qui peut facilement être changé et décontaminé.

5.6 Orifice d'échantillonnage et conduit de transfert

En complément aux recommandations de la CEI 60761-1 (article 7), les caractéristiques suivantes doivent être considérées et doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur:

- la nature des matériaux utilisés en faisant particulièrement attention aux effets électrostatiques et à la corrosion chimique. Par exemple: des matériaux plastique dont la charge électrique augmente doivent être évités pour prévenir les dépôts électrostatiques de particules sur les parois du conduit;
- la distance minimale entre l'entrée et l'évacuation pour éviter la recirculation;
- la distance maximale entre l'entrée et le milieu de collecte;
- la section de la sonde de prélèvement, les caractéristiques du débit et la position de la sonde de prélèvement, de façon à conserver un prélèvement représentatif;
- le contrôle de la température et de la pression du conduit d'échantillonnage pour éviter la condensation.

6 Source de contrôle

Une source de contrôle doit être fournie, celle-ci doit être conçue de manière à remplacer le dispositif de collecte des aérosols ou placée dans un espace vide près du détecteur (voir aussi l'article 14 de la CEI 60761-1).

7 Expression des résultats

Conformément aux exigences de l'article 9 de la CEI 60761-1, l'ensemble électronique de mesure associé au détecteur doit fournir un résultat directement exprimé en unités d'activité (Bq, Bq/m³).

Le constructeur doit indiquer la réponse du moniteur et les radionucléides auxquels elle s'applique.

8 Réponse à d'autres rayonnements ionisants

Les ensembles de mesure doivent être conçus pour réduire, autant que possible, l'influence des rayonnements ionisants autres que ceux spécifiés. Le constructeur doit spécifier l'influence des autres rayonnements ionisants.

- alpha spectrometry: adapted to the detector technique;
- gamma rays: adapted to the detector technique.

When spectroscopy is used, the manufacturer shall specify the energy resolution for alpha particles in the energy range of interest taking into account air gap and detector characteristics. The conditions under which the measurements are made shall be specified, for example approximate level of natural (radon-222 and radon-220) radiation background.

5.5 Ease of decontamination

Where the sensitive surface of the radiation detector is in contact with the gaseous medium containing the radioactive aerosols, special care shall be taken in the design to facilitate decontamination of the detector head. Wherever possible, the detector head shall be protected by applying a thin coating in front of the detector window that can be easily exchangeable or decontaminated.

5.6 Sampling inlet and delivery line

In addition to the general requirements of IEC 60761-1, clause 7, the following characteristics shall be considered and shall be agreed between manufacturer and purchaser:

- the nature of the materials used paying particular attention to electrostatic effects and to chemical corrosion. For example: some plastic materials with electrical charge built-up shall be avoided in order to prevent electrostatic deposition of particles on the walls of the pipe;
- the minimum distance between inlet and outlet to avoid any recirculation;
- the maximum distance between the inlet and the collection media;
- the sampling pipe cross-section, air flow-rate characteristics and the position of the inlet sampling pipe so as to maintain representative sampling;
- the temperature and pressure control of the sampling line in order to prevent condensation.

6 Check source

A check source shall be supplied, which shall be designed in such a way as to replace the aerosol collection device or be positioned in an empty space near the detector (see also clause 14 of IEC 60761-1).

7 Expression of measurement

In accordance with the requirements of clause 9 of IEC 60761-1, the electronic measuring assembly associated with the detector shall provide a reading expressed directly in unit activity (Bq, Bq/m³).

The manufacturer shall state the response of the monitor and the radionuclides for which it applies.

8 Response to other ionizing radiations

Equipment shall be designed so as to limit, as far as possible, the influence of ionizing radiations other than those specified. The manufacturer shall specify the interferences of other ionizing radiation.

9 Compensation de la radioactivité naturelle

9.1 Méthodes de compensation

La principale difficulté de la surveillance des bas niveaux de radioactivité de l'air ou du gaz est due à la présence de radionucléides atmosphériques naturels, comme le radon, le thoron et leurs produits de filiation, et à la variation de leur concentration dans l'air ou le gaz en fonction du jour, de l'heure, des conditions atmosphériques et de ventilation, etc.

Il existe plusieurs moyens de s'affranchir de l'influence des aérosols radioactifs d'origine naturelle:

- discrimination en énergie alpha (longueur du parcours);
- mesure différée après une décroissance convenable des radionucléides naturels (pour la plupart à période brève);
- mesures spectrométriques;
- mesures relatives à d'autres propriétés physiques des radionucléides naturels, par exemple mesures de pseudo-coïncidence;
- sélection des tailles de particules.

Certaines de ces méthodes comportent l'utilisation de techniques informatiques.

Si la mesure se fait par des techniques de spectrométrie alpha, un milieu collecteur approprié doit être choisi de manière à réduire l'auto-absorption.

9.2 Exigences pour une méthode de compensation électronique

En cas d'utilisation d'une méthode de compensation électronique de la radioactivité naturelle, le constructeur doit indiquer:

- la procédure de réglage qui, en général, comprend la détermination correcte et le réglage d'un facteur de compensation;
- une méthode d'essai adaptée, afin de contrôler le fonctionnement du dispositif de compensation;
- l'efficacité de la compensation, exprimée en impulsions résiduelles par seconde par unité d'activité naturelle dans l'air ou par la relation entre le taux de comptage résiduel et le taux de comptage sans compensation.

10 Conditions normales d'essai

Sauf spécification contraire, les 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.

Les conditions normales d'essai sont indiquées dans le tableau 1. Elles représentent les valeurs et les tolérances des diverses grandeurs d'influence pour les essais effectués sans variation de ces grandeurs.

Les essais réalisés dans les conditions normales d'essai sont indiqués dans le tableau 2.

11 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

Ces essais sont indiqués dans les tableaux 3 et 4. Ils doivent être effectués conformément à l'article 24 de la CEI 60761-1.

9 Compensation of natural activity

9.1 Methods of compensation

The most difficult problem in monitoring low-level activity in air or gas arises from the presence of natural airborne radionuclides, such as radon and thoron and their daughters, and the variation of their concentration in air or gas from day to day, time of the day, weather, ventilation conditions, etc.

There are several ways to compensate the influences of airborne natural radionuclides, including:

- alpha energy range (path length) discrimination;
- delayed measurement after suitable decay of the natural radionuclides (which are mostly of short half-life);
- spectrometric measurements;
- measurements related to other physical properties of the natural radionuclides, for example pseudo-coincidence measurements;
- particle size selection.

Some of these methods include the application of software techniques.

In the case of measurement techniques using alpha spectroscopy, an appropriate collection medium shall be chosen in order to reduce self-absorption.

9.2 Requirements for electronic compensation methods

If an electronic method of compensation against natural activity is used, the manufacturer shall state:

- the adjustment procedure which generally involves the correct determination and setting of a compensation factor;
- a suitable test method for checking the proper functioning of the compensation device;
- the effectiveness of compensation in terms of the residual counts per second per unit of natural activity in air, or the relationship between the residual pulse rate and the uncompensated pulse rate.

10 Standard test conditions

Except where otherwise specified, tests are to be considered as type tests, although any or all may be considered as acceptance tests by agreement between manufacturer and purchaser.

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

The tests carried out under standard test conditions are listed in table 2.

11 Tests performed with variation of the influence quantities

These tests are listed in tables 3 and 4. They shall be carried out in accordance with clause 24 of IEC 60761-1.

12 Sources

12.1 Sources de référence

Pour déterminer la réponse de référence pendant un essai de type, il convient d'utiliser comme source de référence un aérosol radioactif d'activité volumique connue et de diamètre aérodynamique médian en activité (DAMA) connu d'environ $0,4 \mu\text{m}$. Pour les moniteurs aérosols qui utilisent une technique particulière de collecte telle qu'un impacteur, il est recommandé d'utiliser un aérosol de référence de DAMA approprié. Lors de l'étalonnage de l'équipement, le coefficient d'auto-absorption réelle de l'activité déposée sur le filtre doit normalement être déterminée. Les caractéristiques d'une source de référence possible sont décrites dans la CEI 61578.

En remplacement des aérosols radioactifs de référence, il est possible d'utiliser un moniteur étalonné.

Le rayonnement bêta de référence doit normalement être fourni par une source de référence de ^{36}Cl , ^{204}Tl ou ^{137}Cs , le rayonnement alpha de référence par une source de référence de ^{239}Pu ou ^{241}Am et le rayonnement gamma par une source de référence de ^{137}Cs . D'autres sources de rayonnement de référence peuvent être utilisées, après accord entre constructeur et acheteur.

Une liste de quelques radionucléides appropriés est donnée en annexe A.

La source de référence doit être raccordée à l'étalon primaire national.

12.2 Sources spéciales

Les sources utilisées pour les essais avec variation de l'énergie bêta sont définies comme sources spéciales. Il est recommandé que les sources spéciales soient des sources solides de haut rendement. A titre d'information, une liste de quelques radionucléides appropriés est donnée en annexe A.

Pour les moniteurs d'aérosols transuraniens utilisant la spectrométrie alpha, il est possible d'utiliser le bruit de fond naturel pour étalonner le spectre énergétique.

12.3 Sources de contrôle

Les sources de contrôle sont utilisées dans les essais individuels de série des équipements. Les caractéristiques des sources doivent être convenues entre le constructeur et l'acheteur.

12.4 Conception des sources solides

Les sources de référence doivent avoir la même géométrie que celle du milieu collecteur utilisé en position opérationnelle. Ces sources doivent être raccordées à l'étalon primaire national.

Les sources spéciales peuvent avoir une géométrie similaire à la géométrie du milieu collecteur.

12.5 Incertitude sur l'activité des sources d'essai

L'activité volumique conventionnellement vraie de la source de référence doit être connue avec une incertitude inférieure à $\pm 10 \%$ ($k = 2$).

Le taux d'émission surfacique conventionnellement vrai de toutes les sources solides doit être connu avec une incertitude inférieure à $\pm 10 \%$ ($k = 2$).

12 Sources

12.1 Reference sources

For the determination of the reference response during type tests, the reference source should be a radioactive aerosol in air with a known volumic activity and with a known activity median aerodynamic diameter (AMAD) of approximately 0,4 μm . For aerosol monitors using special collection techniques such as inertial impaction, a reference aerosol of appropriate AMAD should be used. When calibrating the equipment, the actual self-absorption factor for activity deposited in the filter shall be determined. The characteristics of a possible reference source are described in IEC 61578.

As an alternative to the use of calibrated radioactive aerosols, a calibrated monitor may be used.

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

A list of some suitable radionuclides is given in annex A.

The reference source shall be traceable to a national primary standard.

12.2 Special sources

The sources used for the tests with variation of beta energy are defined as special sources. The special sources should be high efficiency solid sources. By way of information, a list of some suitable radionuclides is given in annex A.

For transuranic aerosol monitors using alpha spectrometry, natural background may be used to calibrate the energy spectrum.

12.3 Check sources

Check sources are intended for routine equipment tests. Source characteristics shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

12.4 Design of solid sources

Reference sources shall have the same geometry as the collection medium in the operational position. These sources shall be traceable to a national primary standard.

Special sources may have a geometry similar to that of the collection medium.

12.5 Uncertainty of test sources activity

The conventionally true volumic activity of the reference source shall be known with an uncertainty of less than $\pm 10\%$ ($k = 2$).

The conventionally true surface emission rate of all solid test sources shall be known with an uncertainty of less than $\pm 10\%$ ($k = 2$).

13 Essais de performance avec les rayonnements

Sauf accord contraire entre le constructeur et l'acheteur, il convient que l'essai de type inclue des essais de réponse à au moins un aérosol pour la mesure duquel l'instrument est conçu.

Ces essais doivent être effectués dans les conditions normales d'essai avec un débit d'air (ou du gaz), à moins qu'il puisse être démontré que c'est inutile dans les conditions normales de travail où l'activité due au radon entre dans l'ensemble de mesure.

13.1 Essais dynamiques

Les essais doivent être réalisés en laboratoire, avec l'appareil entièrement en fonctionnement. Un aérosol radioactif connu (activité, dimension des particules et composition en radio-nucléide) est généré et introduit à l'orifice de prélèvement pendant que l'on surveille les conditions normales d'essais.

Selon l'objectif, les essais dynamiques peuvent être réalisés avec ou sans les produits de filiation du radon (voir la CEI 61578).

13.2 Essais statiques

Par accord entre le constructeur et l'acheteur, un essai statique avec des sources solides peut être effectué, pourvu qu'il permette de contrôler convenablement l'équipement. Généralement, dans ce cas, le rendement de détection est vérifié à la place de la réponse du moniteur.

13.3 Compensation de la radioactivité naturelle

Si une méthode est utilisée pour la compensation de la radioactivité naturelle, tous les essais du moniteur doivent être effectués en utilisant cette compensation. L'opération de compensation doit être vérifiée avec des produits de filiation du radon conformément à la CEI 61578.

13.4 Réponse de référence

13.4.1 Exigence

La réponse de référence ne doit pas différer de plus de 20 % de la valeur spécifiée par le constructeur.

13.4.2 Méthode d'essai

Un essai dynamique et un essai statique doivent être réalisés.

Un essai dynamique doit être effectué avec la source de référence et en l'absence des produits de filiation du radon, c'est-à-dire avec de l'air filtré. Un essai statique doit être effectué avec une source du même radionucléide que celle utilisée pour l'essai dynamique afin de déterminer le rendement de détection du moniteur. Lorsque des sources solides sont utilisées, ces dernières doivent être placées dans une position simulant la position normale du milieu collecteur (filtre par exemple).

13.5 Linéarité

Les exigences et méthodes d'essais décrites dans la CEI 60761-1 sont applicables.

13 Radiation performance tests

Unless otherwise agreed upon between the manufacturer and the purchaser, the type test should include tests of response to at least one aerosol which the instrument is intended to measure.

These tests shall be undertaken under standard test conditions and shall be carried out with air (or gas) flow-rate, unless it can be demonstrated that this is unnecessary in relation to normal working conditions where radon activity is being drawn into the assembly.

13.1 Dynamic tests

These tests shall be performed in a laboratory with the instrument in full operation. A known radioactive aerosol (volumic activity, particle size and radionuclide composition) is generated and introduced into the sampling inlet while monitoring all standard test conditions.

Depending on the purpose, dynamic tests may be performed with or without radon daughters (see IEC 61578).

13.2 Static tests

By agreement between the manufacturer and the purchaser, a static method with solid sources may be employed provided this adequately tests the equipment. In this case, generally, the detection efficiency is verified instead of the monitor response.

13.3 Compensation against natural background

If a method is included for compensation against natural activity, all tests of the monitor shall be performed with the compensation in operation. The compensation operation shall be tested with radon daughters in accordance with IEC 61578.

13.4 Reference response

13.4.1 Requirement

The reference response shall not differ by more than 20 % from the value specified by the manufacturer.

13.4.2 Test method

Both dynamic and static tests shall be performed.

A dynamic test shall be performed with reference source and without the presence of radon daughters, i.e. with filtered air. A static test shall be performed with a source of the same radionuclide as that used for the dynamic test to determine the detection efficiency of the monitor. When solid sources are used, they shall be in a position that simulates the normal position of the collection medium, for example a filter.

13.5 Linearity

The requirements and test methods described in IEC 60761-1 are applicable.

13.6 Variation du rendement de détection en fonction de l'énergie du rayonnement bêta (moniteurs bêta)

13.6.1 Exigences

Les variations du rendement de détection de l'appareil ne doivent pas dépasser les limites spécifiées par le constructeur.

Le comportement du moniteur pour les énergies inférieures à 150 keV doit être indiqué par le constructeur sur demande.

Une courbe typique d'étalonnage indiquant la variation du rendement de détection en fonction des énergies de rayonnement bêta doit être fournie avec chaque appareil. L'énergie de rayonnement bêta choisie doit être indiquée par le constructeur. L'épaisseur et la nature des matériaux situés entre le filtre et le volume sensible du détecteur doivent être indiquées.

13.6.2 Méthode d'essai

Les résultats doivent être exprimés comme le rapport entre l'indication de l'appareil par taux d'émission surfacique de chaque source bêta utilisée et son indication par taux d'émission surfacique du rayonnement bêta de référence.

Les essais doivent être effectués avec au moins trois émetteurs bêta, dont les énergies maximales sont réparties comme suit:

- une $\leq 0,4$ MeV;
- une comprise entre 0,4 MeV et 1 MeV;
- une ≥ 1 MeV.

Il est recommandé de choisir les émetteurs bêta dans la liste donnée en annexe A.

Toutes les sources utilisées doivent avoir une activité suffisante pour donner une indication connue avec un écart-type relatif inférieur à 1 %.

13.7 Variation du rendement de détection en fonction de l'énergie du rayonnement alpha (moniteurs alpha)

Les essais de variation du rendement de détection en fonction de l'énergie alpha ne sont pas demandés puisqu'il est généralement indépendant de l'énergie.

13.8 Rendement de détection des rayonnements non spécifiques

13.8.1 Exigences

Lorsque l'appareil est utilisé pour mesurer les activité alpha ou bêta dans un rejet mixte alpha et bêta, les mesures peuvent être perturbées par l'influence de l'autre rayonnement.

La limite de variation du rendement de détection des rayonnements non spécifiques doit être inférieure à 2 % pour les sources bêta mesurées dans la voie alpha, et 25 % pour les sources alpha mesurées dans la voie bêta.

13.8.2 Méthode d'essai

Pour un équipement donné, le rendement de détection (ε) exprimé en termes de taux de comptage, rapporté au taux d'émission surfacique de la source appropriée, doit être établi comme suit:

13.6 Variation of the detection efficiency as a function of beta radiation energy (beta monitors)

13.6.1 Requirements

The variation in the detection efficiency of the equipment shall not exceed the limits specified by the manufacturer.

The behaviour of the monitor for energies lower than 150 keV shall be stated by the manufacturer on request.

A typical calibration graph showing the variation of the detection efficiency with beta radiation energy shall be issued with each equipment. The beta radiation energies chosen shall be stated by the manufacturer. The thickness and the nature of the materials between the filter and the sensitive volume of the detector shall be stated.

13.6.2 Test method

The results shall be expressed as the ratio of the indication of the instrument per surface emission rate for each beta source used to its indication per unit surface emission rate for the reference beta radiation.

The tests shall be performed with at least three beta emitters, whose maximum energies are distributed as follows:

- one $\leq 0,4$ MeV;
- one between 0,4 MeV and 1 MeV;
- one ≥ 1 MeV.

The beta emitters used should be selected from those listed in annex A.

All the sources used shall have a sufficient activity to lead to an indication known with a relative standard deviation less than 1 %.

13.7 Variation of the detection efficiency as a function of alpha radiation energy (alpha monitors)

Tests of detection efficiency variation with alpha energy are not required, since it is generally energy-independent.

13.8 Detection efficiency of non-specific radiation

13.8.1 Requirements

When the equipment is used to measure beta or alpha activities in a mixed alpha-beta activity discharge, the measurements may be altered by the influence of the other radiation.

The limit of variation of the detection efficiency for non-specific radiation efficiency shall be less than 2 % for beta sources measured in the alpha channel, and 25 % for alpha sources measured in the beta channel.

13.8.2 Test method

For a given equipment, the detection efficiency (ϵ) in terms of counting rate related to the surface emission rate of the appropriate source shall be established as:

$$\varepsilon = \frac{\text{taux de comptage}}{\text{taux d'émission surfacique}}$$

Pour un même équipement, le rendement de détection pour les autres rayonnements ionisants doit être établi au moyen de la source de l'autre rayonnement (source alpha pour un moniteur bêta, source bêta pour un moniteur alpha). Les sources de rayonnement ne sont pas forcément celles donnant l'énergie de référence, mais il est recommandé qu'elles causent des interférences, par exemple ^{241}Am pour alpha et $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ pour bêta.

Le rendement exprimé dans les mêmes unités que ε_{ref} doit être tel que:

$$\varepsilon \leq 0,02 \varepsilon_{\text{ref}} \text{ pour bêta dans alpha}$$

$$\varepsilon \leq 0,25 \varepsilon_{\text{ref}} \text{ pour alpha dans bêta}$$

13.9 Réponse aux gaz radioactifs

13.9.1 Exigence

La réponse aux gaz radioactifs concernés présents dans le prélèvement d'air ou le gaz porteur doit être spécifiée par le constructeur.

13.9.2 Méthode d'essai

Deux méthodes peuvent être utilisées:

- Injecter en continu dans le moniteur une activité volumique connue de gaz rare, par exemple ^{133}Xe ou ^{85}Kr pendant le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre. Noter la valeur correspondant à l'équilibre de l'indication. Exprimer le résultat comme le rapport de l'indication à l'activité volumique du gaz d'essai.
- Raccorder les conduits d'entrée et de sortie d'air et mesurer le volume total du circuit d'air (par exemple en raccordant le conduit d'entrée d'air à un volume connu sous pression et en notant la variation de pression à l'équilibre). Injecter dans le circuit un petit volume de gaz (1 % du volume du conduit d'air), par exemple du ^{133}Xe ou du ^{85}Kr d'activité totale connue. Faire fonctionner normalement l'appareil de mesure ou moniteur d'aérosol. Noter la valeur correspondant à l'équilibre et au maximum de l'indication. Exprimer le résultat comme le rapport entre l'indication et l'activité volumique du gaz d'essai.

13.10 Réponses aux produits de filiation du radon-222 et du radon-220

Le constructeur doit indiquer la technique utilisée pour réduire l'effet des descendants du radon sur la réponse du moniteur. Un essai doit être réalisé, pour contrôler l'efficacité de la technique, selon la procédure décrite dans la CEI 61578.

NOTE Une révision de la CEI 61578 est prévue. Pour cet essai, il convient de calculer le facteur d'influence à partir de la réponse du moniteur (voir 5.1.2 de la CEI 61578) et non à partir du taux de comptage mesuré comme indiqué en 5.1.1 de la CEI 61578.

14 Essais du circuit d'air

Outre les essais spécifiés dans l'article 29 de la CEI 60761-1, les essais suivants doivent être effectués.

14.1 Fuites externes

Cet essai mesure les fuites externes, mais non les fuites internes de contournement du porte-filtre ou d'autres dispositifs de rétention.

$$\varepsilon = \frac{\text{counting rate}}{\text{surface emission rate}}$$

For the same equipment, the detection efficiency for the other ionizing radiation shall then be established by using a source for the other radiation (alpha source for a beta monitor, beta source for an alpha monitor). The sources of radiation should not necessarily be the reference energies, but should be those likely to cause interference: for example ^{241}Am for alpha and $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ for beta.

The efficiency given in the same units as ε_{ref} shall be:

$$\varepsilon \leq 0,02 \varepsilon_{\text{ref}} \text{ for beta in alpha}$$

$$\varepsilon \leq 0,25 \varepsilon_{\text{ref}} \text{ for alpha in beta}$$

13.9 Response to radioactive gases

13.9.1 Requirement

The response to the radioactive gases of interest present in the sample of air or carrier-gas shall be specified by the manufacturer.

13.9.2 Test method

Two methods may be used:

- Continuously inject a known volumic activity of noble gas, for example ^{133}Xe or ^{85}Kr into the monitor for the time necessary to reach the equilibrium. Note the reading corresponding to the equilibrium value. Express the result as the ratio of the indication to the volumic activity of the test gas.
- Connect the inlet air duct to the outlet air duct and measure the total air duct volume (for example connect the inlet air duct to a known volume under pressure and note the pressure change on equilibrium). Inject into the system a small volume (1 % of the air duct volume) of gas, for example ^{133}Xe or ^{85}Kr , of known total activity. Operate the aerosol monitor in the normal way. Note the reading corresponding to the equilibrium and to the highest value attained. Express the result as the ratio of the indication to the volumic activity of the test gas.

13.10 Response to radon-222 and radon-220 daughters

The manufacturer shall indicate the technique used to reduce the effects of radon daughter on the response of the monitor. A test shall be conducted to determine the effectiveness of the technique using the test procedure described in IEC 61578.

NOTE A revision of IEC 61578 is planned. For this test, the influence factor of radon daughters should be calculated from the monitor response (see 5.1.2 of IEC 61578) and not from the count rate measured as indicated in 5.1.1 of IEC 61578.

14 Tests of the air circuit

In addition to the tests specified in clause 29 of IEC 60761-1, the following tests shall be carried out.

14.1 External leakage

This test is intended to provide a measure of the external leakage, but not the internal leakage around the filter holder or other retention devices.

14.1.1 Exigence

La fuite d'air ou de gaz dans l'ensemble en amont de la mesure du débit doit être inférieure à 5 % du débit nominal.

14.1.2 Méthode d'essai

Le taux de fuite doit être mesuré au moyen de deux débitmètres volumétriques qui doivent être étalonnés l'un par rapport à l'autre avec une précision supérieure à 1 %. Le porte-filtre doit être équipé d'un filtre propre ou d'un autre dispositif de rétention des particules. Placer l'un des appareils en amont de l'ensemble et l'autre en aval du porte-filtre ou du dispositif de rétention, immédiatement en amont du débitmètre incorporé à l'ensemble. Une série de dix mesures consécutives doit être effectuée à intervalles de temps appropriés (même après fort dépôt), la moyenne des débits mesurés en amont et en aval ne doit pas différer de plus de 5 % sur des durées normales de prélèvement. Des corrections doivent être faites si nécessaire, pour tenir compte des différences de pression d'air.

14.2 Rendement de prélèvement du moniteur

14.2.1 Exigence

Le rendement de collecte ne doit pas différer de plus de 10 % de la valeur indiquée par le constructeur pour chaque taille de particules.

14.2.2 Dimensions de particules

Le diamètre des particules et la plage de tailles utilisées pour mesurer le rendement du système de prélèvement doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur, par exemple en considérant le diamètre de l'aérosol à mesurer et le rendement du milieu filtrant en fonction des dimensions de particules, etc.

14.2.3 Type d'aérosol

Divers types d'aérosols sont utilisables pour les essais de rendement des filtres, par exemple:

- des aérosols non radioactifs dont les particules portent un traceur fluorescent;
- des aérosols non radioactifs composés de sphères de latex ou de polystyrène;
- des aérosols radioactifs.

14.2.4 Méthode d'essai

Le rendement de collecte doit être vérifié en introduisant à l'entrée du conduit de prélèvement un échantillon d'air contenant des particules du diamètre aérodynamique médian approprié. La distribution peut être polydispersée avec un faible écart-type géométrique. L'équipement de prélèvement doit fonctionner dans les conditions normales d'essais (par exemple: débit).

Une fois l'équipement de prélèvement arrêté, la quantité d'aérosols collectée sur le milieu collecteur doit être déterminée, de même que la quantité totale d'aérosols disponible à l'entrée du moniteur. Cette dernière peut-être déterminée par une mesure indépendante de la quantité d'aérosols échantillonnés ou par la détermination de:

- la quantité d'aérosol recueillie sur la paroi interne du conduit de prélèvement et les autres surfaces du circuit d'air en amont du milieu collecteur,
- la quantité d'aérosol recueillie en aval du milieu collecteur.

14.1.1 Requirement

The leakage of air or gas into the assembly upstream of the flow-rate metering shall be less than 5 % of the nominal flow-rate.

14.1.2 Test method

The rate of leakage shall be measured by means of two volume meters or flow-rate meters; these shall be calibrated to better than 1 % relative to one another. The filter holder shall be fitted with a clean filter or with other particle retention devices. One apparatus shall be placed upstream of the assembly and the other downstream of the filter holder or other retention device and immediately upstream of the flow-rate meter incorporated in the assembly. A series of ten consecutive measurements shall be made at convenient time intervals (even after a heavy deposit). The means of the measured upstream and downstream flow-rates shall not differ by more than 5 % over normal sampling periods. If applicable, corrections shall be made for air pressure differences.

14.2 Monitor sampling efficiency

14.2.1 Requirement

The collection efficiency shall not differ by more than 10 % of the value stated by the manufacturer for each given size of particle.

14.2.2 Particle size

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

14.2.3 Aerosol type

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

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

14.2.4 Test method

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

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

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

14.2.5 Détermination du rendement

Le rendement de prélèvement (E_m) du moniteur est donné par:

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

où

C_M est la quantité d'aérosol recueillie sur le milieu collecteur;

C_T est la quantité totale d'aérosols qui a pénétré dans le moniteur pendant l'essai.

Il est recommandé, dans la mesure du possible, de déterminer la quantité totale d'aérosols (C_T) par une autre méthode de façon à vérifier les valeurs obtenues. Ces méthodes comprennent la mesure de la concentration des aérosols qui pénètrent dans l'instrument par différentes techniques instrumentales, par exemple spectromètre, analyseur de particules, prélèvement de référence, etc.

Si la quantité totale prélevée est déterminée par la somme des particules déposées dans le moniteur, la quantité totale d'aérosols (C_T) (activité, masse ou nombre de particules) est donnée par:

$$C_T = C_M + C_U + C_D$$

où

C_U est la quantité d'aérosol recueillie sur la paroi interne du circuit aéraulique en amont du milieu collecteur;

C_D est la quantité d'aérosol recueillie en aval du milieu collecteur.

15 Rapport sur les essais de type et certificat

En plus des informations spécifiées dans l'article 30 de la CEI 60761-1, le constructeur doit fournir, pour chaque équipement, un certificat donnant les informations suivantes:

- dimensions, type et orientation (sens du débit) du milieu filtrant à utiliser;
- épaisseur équivalente totale de la fenêtre;
- caractéristiques des sources utilisées;
- intervalle de temps séparant le prélèvement de la mesure (lorsque le prélèvement et la mesure ne sont pas simultanés);
- limite supérieure de l'empoussièrement du filtre tolérable sans influence sur la mesure;
- radionucléides pour lesquels l'appareil est prévu (degré de sélectivité), et réponse à ces radionucléides;
- réponse aux autres radionucléides si la mesure est sélective;
- réponse aux gaz radioactifs et aux produits de filiation du radon 222 et du radon 220;
- rendement de collecte.

14.2.5 Determination of sampling efficiency

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

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

where

C_M is the amount deposited on the collection medium;

C_T is the total amount of aerosol which has penetrated into the monitor during the test.

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

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

$$C_T = C_M + C_U + C_D$$

where

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

C_D is the amount collected downstream of the collection medium.

15 Type test report and certificate

In addition to the information specified in clause 30 of IEC 60761-1, the manufacturer shall provide, with each equipment, a certificate giving the following information:

- size, type and orientation (flow direction) of the filter medium to be used;
- total equivalent thickness of the window;
- characteristics of the sources used;
- delay time between sampling and measurement (where sampling and measurement are not simultaneous);
- upper limit of dust deposition on the filter that can be tolerated without adverse effect on the measurement;
- radionuclides for which the equipment is designed (degree of selectivity) and the response to these nuclides;
- response to other radionuclides if the measurement is selective;
- response to radioactive gases and daughters of radon 222 and 220;
- collection efficiency.

Tableau 1 – Conditions de référence et conditions normales d'essai

(sauf indication contraire du constructeur)

Grandeurs d'influence	Conditions de référence	Conditions normales d'essais
Rayonnement gamma de référence	^{137}Cs	^{137}Cs
Source de rayonnement bêta de référence ¹⁾	^{36}Cl ou ^{204}Tl	^{36}Cl , ^{204}Tl ou ^{137}Cs
Source de rayonnement alpha de référence ¹⁾	^{239}Pu ou ^{241}Am	^{239}Pu ou ^{241}Am
Temps de préchauffage: totalité du système	30 min	≥30 min
Température ambiante	20 °C	De 18 °C à 22 °C
Humidité relative	65 %	De 50 % à 75 %
Pression atmosphérique ²⁾	101,3 kPa	De 86 kPa à 106 kPa
Tension d'alimentation électrique	Tension d'alimentation nominale U_N	$U_N \pm 1 \%$
Fréquence de la tension d'alimentation électrique (courant alternatif) ³⁾	Fréquence nominale	Fréquence nominale $\pm 0,5 \%$
Forme d'onde de la tension d'alimentation électrique (courant alternatif)	Sinusoïdale	Sinusoïdale avec un taux de distorsion harmonique totale inférieur à 5 %
Rayonnement gamma ambiant	Débit de kerma dans l'air de 0,20 $\mu\text{Gy/h}$	Débit de kerma dans l'air <0,25 $\mu\text{Gy/h}$
Champ électrostatique	Négligeable	Négligeable
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieur à la plus faible valeur provoquant des perturbations
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Inférieure au double de la valeur de l'induction du champ magnétique terrestre
Débit de prélèvement	Réglé au débit nominal (défini par le constructeur)	Réglé au débit nominal $\pm 5 \%$
Dispositifs de commande de l'ensemble	Réglés pour le fonctionnement normal	Réglés pour le fonctionnement normal
Contamination par les produits radioactifs	Négligeable	Négligeable
Produit de filiation du radon (222 et 220)	Négligeable	Inférieur à la plus faible valeur ayant une influence
Contamination par des éléments chimiques	Négligeable	Négligeable
¹⁾ Il est recommandé que la source soit choisie par accord entre le constructeur et l'acheteur. ²⁾ Lorsque la technique de détection est particulièrement sensible aux variations de la pression atmosphérique, les conditions doivent être limitées à $\pm 5 \%$ de la pression de référence. ³⁾ Il est possible d'utiliser une alimentation en courant continu, auquel cas aucune fréquence n'est spécifiée.		

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions

(unless otherwise indicated by the manufacturer)

Influence quantity	Reference conditions	Standard test conditions
Reference gamma	^{137}Cs	^{137}Cs
Reference beta radiation source ¹⁾	^{36}Cl or ^{204}Tl	^{36}Cl , ^{204}Tl or ^{137}Cs
Reference alpha radiation source ¹⁾	^{239}Pu or ^{241}Am	^{239}Pu or ^{241}Am
Warm-up time: entire system	30 min	≥30 min
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C
Relative humidity	65 %	50 % to 75 %
Atmospheric pressure ²⁾	101,3 kPa	86 kPa to 106 kPa
Power supply voltage	Nominal supply voltage U_N	$U_N \pm 1 \%$
AC power supply frequency ³⁾	Nominal frequency	Nominal frequency $\pm 0,5 \%$
AC power supply waveform	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion less than 5 %
Gamma radiation background	Air kerma rate of 0,20 $\mu\text{Gy/h}$	Air kerma rate <0,25 $\mu\text{Gy/h}$
Electrostatic field	Negligible	Negligible
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the value of the induction due to the earth's magnetic field
Sampling flow-rate	Adjusted to nominal flow-rate (defined by manufacturer)	Adjusted to nominal flow-rate $\pm 5 \%$
Assembly controls	Set for normal operation	Set for normal operation
Contamination by radioactive elements	Negligible	Negligible
Radon (222 and 220) daughters	Negligible	Less than the lowest value that causes influence
Contamination by chemical products	Negligible	Negligible
¹⁾ The source should be chosen by agreement between the manufacturer and the purchaser. ²⁾ Where the detection technique is particularly sensitive to variation in atmospheric pressure, the conditions shall be limited to $\pm 5 \%$ of the reference pressure. ³⁾ DC power supply may be used and in such a case, no frequency is specified.		

Tableau 2 – Essais effectués dans les conditions normales d'essai

Caractéristiques à l'essai	Exigences	Références (paragraphe)	
		CEI 60761-1	CEI 60761-2
Réponse de référence	Conformément aux spécifications du constructeur ± 20 %	26.2	13.4
Linéarité	Erreur relative d'indication inférieure à ± 10 % sur la totalité de l'étendue de mesure	26.3	13.5
Surcharge	L'ensemble doit rester à l'indication maximale lorsque celui-ci est exposé à une activité égale à environ dix fois celle nécessaire pour donner l'indication maximale mesurable	26.6	
Fluctuations statistiques	Coefficient de variation inférieur à 10 %	27.1	
Stabilité de l'indication	Variation de l'indication inférieure à 10 % sur une période de 100 h	27.5	
Etendue du déclenchement de l'alarme	En accord avec l'article 12 de la CEI 60761-1	27.6	
Stabilité du déclenchement de l'alarme	Variation du point de fonctionnement inférieure à 5 % sur une période de 100 h	27.7	
Alarmes de défaut de l'équipement	Alarme de défaut du détecteur conformément à 27.7 de la CEI 60761-1, les autres alarmes faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur	27.8	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60761-2:2002

Table 2 – Tests performed under standard test conditions

Characteristics under test	Requirements	Reference (subclause)	
		IEC 60761-1	IEC 60761-2
Reference response	In accordance with the manufacturer's specifications ± 20 %	26.2	13.4
Linearity	Relative error of indication less than ± 10 % for the whole effective range of measurement	26.3	13.5
Overload	To remain at full scale indication when exposed to an activity about ten times that necessary to give the maximum measurable indication	26.6	
Statistical fluctuations	Coefficient of variation less than 10 %	27.1	
Stability of indication	Variation of the indication less than 10 % over a period of 100 h	27.5	
Alarm trip range	In accordance with clause 12 of IEC 60761-1	27.6	
Alarm trip stability	Variation of the operating point < 5 % over a period of 100 h	27.7	
Equipment fault alarms	Detector fault alarm in accordance with 27.7 of IEC 60761-1, other alarms by agreement between manufacturer and purchaser	27.8	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60761-2:2002

Tableau 3 – Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

Grandeurs d'influence	Intervalle de variation des grandeurs d'influence	Limites de variation de l'indication	Références (paragraphes)	
			CEI 60761-1	CEI 60761-2
Energie de rayonnement bêta	De <0,4 MeV à >1 MeV	Conformément aux spécifications du constructeur		13.6
Autres rayonnements ionisants: – ensemble de mesure bêta – ensemble de mesure alpha	Source de référence alpha de ^{239}Pu ou ^{241}Am Source de référence bêta de $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	$R \leq 0,25 R_{\text{ref } \beta}$ $R \leq 0,02 R_{\text{ref } \alpha}$		13.8
Réponse aux gaz radioactifs	Spécifiée par le constructeur	Conformément aux spécifications du constructeur		13.9
Rayonnement gamma externe émis par une source de ^{137}Cs dans des conditions géométriques source-détecteur définies	Débit de kerma dans l'air de 10 $\mu\text{Gy/h}$	Conformément aux spécifications du constructeur	26.5	
Rayonnement gamma externe émis par une source de ^{137}Cs dans d'autres conditions géométriques	Débit de kerma dans l'air de 10 $\mu\text{Gy/h}$	Deux fois la valeur spécifiée par le constructeur pour la géométrie définie	26.5	
Rayonnement gamma externe émis par d'autres sources dans des conditions géométriques source-détecteur définies	Débit de kerma dans l'air de 10 $\mu\text{Gy/h}$	Deux fois la valeur spécifiée par le constructeur pour la source de ^{137}Cs	26.5	
Temps de préchauffage	≤ 30 min	$\pm 10 \% ^{1)}$	27.2	
Tension d'alimentation électrique	De 88 % U_N à 110 % U_N (U_N = tension d'alimentation nominale)	$\pm 10 \% ^{1)}$	27.3	
Fréquence de la tension d'alimentation électrique (courant alternatif)	De 47 Hz à 51 Hz $^{2)}$	$\pm 10 \% ^{1)}$	27.3	