

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
61172**

Première édition
First edition
1992-09

**Instrumentation pour la radioprotection –
Equipements pour la surveillance –
Aérosols radioactifs dans l’environnement**

**Radiation protection instrumentation –
Monitoring equipment –
Radioactive aerosols in the environment**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61172: 1992

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61172

Première édition
First edition
1992-09

**Instrumentation pour la radioprotection –
Equipements pour la surveillance –
Aérosols radioactifs dans l'environnement**

**Radiation protection instrumentation –
Monitoring equipment –
Radioactive aerosols in the environment**

© IEC 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8

Articles

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1	Domaine d'application et objet	10
1.2	Références normatives	12
1.3	Terminologie et unités	14
1.3.1	Aérosols	14
1.3.2	Moniteur d'aérosol pour l'environnement	14
1.3.3	Epaisseur de fenêtre équivalente totale	14
1.3.4	Efficacité du prélèvement	14
1.3.5	Taux d'émission surfacique conventionnellement vrai	14
1.3.6	Activité indiquée (A_i)	14
1.3.7	Activité par unité de volume d'air	14
1.3.8	Coefficient de variation	16
1.3.9	Etendue dynamique	16
1.3.10	Erreur d'indication	16
1.3.11	Erreur relative d'indication (E)	16
1.3.12	Erreur relative intrinsèque	16
1.3.13	Etendue effective de mesure	16
1.3.14	Temps de réponse	16
1.3.15	Unités	16
1.3.16	Réponse de référence	18
1.3.17	Essais de qualification	18
1.3.18	Essai de type	18
1.3.19	Essai individuel de série	18
1.3.20	Essai d'acceptation	18
1.3.21	Essais supplémentaires	18
1.3.22	Activité minimale détectable	18
1.4	Classification des moniteurs d'aérosols	20

SECTION 2: CONCEPTION D'UN MONITEUR D'AÉROSOL

2.1	Généralités	20
2.2	Caractéristiques de mesure et d'indication	20
2.2.1	Etendue effective de mesure	20
2.2.2	Echelle de lecture	22
2.2.3	Activité minimale détectable	22
2.3	Source de vérification	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9

Clause

SECTION 1: GENERAL

1.1	Scope and object	11
1.2	Normative references	13
1.3	Terminology and units	15
1.3.1	Aerosols	15
1.3.2	Environmental aerosol monitor	15
1.3.3	Total equivalent window thickness	15
1.3.4	Collection efficiency	15
1.3.5	Conventionally true surface emission rate	15
1.3.6	Indicated activity (A_i)	15
1.3.7	Activity per unit air volume	15
1.3.8	Coefficient of variation	17
1.3.9	Dynamic range	17
1.3.10	Error of indication	17
1.3.11	Relative error of indication (E)	17
1.3.12	Relative intrinsic error	17
1.3.13	Effective range of measurement	17
1.3.14	Response time	17
1.3.15	Units	17
1.3.16	Reference response	19
1.3.17	Qualification tests	19
1.3.18	Type tests	19
1.3.19	Routine tests	19
1.3.20	Acceptance tests	19
1.3.21	Supplementary tests	19
1.3.22	Minimum detectable activity	19
1.4	Classification of aerosol monitors	21

SECTION 2: AEROSOL MONITOR DESIGN

2.1	General	21
2.2	Measurement and indication characteristics	21
2.2.1	Effective range of measurement	21
2.2.2	Reading scale	23
2.2.3	Minimum detectable activity	23
2.3	Check source	23

Articles	Pages
2.4 Système d'écoulement de l'air	22
2.4.1 Pompe	22
2.4.2 Commande du débit	24
2.4.3 Mesure du débit	24
2.5 Alarmes	24
2.5.1 Alarmes de niveau haut	26
2.5.2 Alarmes de niveau bas	26
2.5.3 Alarmes de défaut	26
2.6 Facilité de décontamination	26
2.7 Ensemble de prélèvement et de détection	26
2.7.1 Prise d'admission du prélèvement	28
2.7.2 Pompe à air	28
2.7.3 Dispositif de rétention des aérosols	28
2.7.4 Détecteur de rayonnement	30
2.8 Réponse aux autres rayonnements ionisants	30
2.9 Discrimination vis-à-vis de la radioactivité naturelle	30
2.9.1 Méthodes de discrimination	30
2.9.2 Méthode électronique de compensation	32
2.10 Indications fonctionnelles	32
2.11 Dispositifs à prévoir pour l'essai du fonctionnement	32
2.12 Dispositifs de mise en service et de maintenance	34
2.13 Ensemble de commande et de mesure électriques	34
2.14 Niveau de bruit acoustique de l'appareil	34
2.15 Interférences électriques	34
SECTION 3: PROCÉDURES D'ESSAIS	
3.1 Généralités	36
3.1.1 Conditions normales d'essais	36
3.1.2 Essais effectués suivant les conditions normales d'essais	36
3.1.3 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	36
3.1.4 Fluctuations statistiques	38
3.1.5 Sources spéciales et sources de référence	38
3.1.6 Essais de comportement au rayonnement	40
3.2 Caractéristiques de fonctionnement	42
3.2.1 Réponse de référence	42
3.2.2 Erreur relative intrinsèque	42
3.2.3 Réponse en fonction de l'énergie du rayonnement bêta (moniteurs bêta)	44
3.2.4 Réponse en fonction de l'énergie du rayonnement alpha (moniteurs alpha)	46
3.2.5 Réponse croisée aux rayonnements alpha et bêta	46
3.2.6 Effet des autres rayonnements	46
3.2.7 Réponse au rayonnement gamma ambiant	46
3.2.8 Réponse aux gaz radioactifs	48
3.2.9 Essai de surcharge	48
3.2.10 Alignement sur la direction du vent	50

Clause		Page
2.4	Air flow systems	23
2.4.1	Pump	23
2.4.2	Flow rate control	25
2.4.3	Flow rate measurement	25
2.5	Alarms	25
2.5.1	High level alarms	27
2.5.2	Low level alarms	27
2.5.3	Fault alarms	27
2.6	Ease of decontamination	27
2.7	Sampling and detection assembly	27
2.7.1	Sampling inlets	29
2.7.2	Air pump	29
2.7.3	Aerosol retention device	29
2.7.4	Radiation detector	31
2.8	Response to other ionizing radiations	31
2.9	Discrimination against natural radioactivity	31
2.9.1	Methods of discrimination	31
2.9.2	Electronic method of compensation	33
2.10	Operational indications	33
2.11	Provisions for operational testing	33
2.12	Setting-up and maintenance facilities	35
2.13	Control and electrical measurement assembly	35
2.14	Acoustic noise level of the assembly	35
2.15	Electrical interference	35

SECTION 3: TEST PROCEDURES

3.1	General	37
3.1.1	Standard test conditions	37
3.1.2	Tests performed under standard test conditions	37
3.1.3	Tests performed with variation of influence quantities	37
3.1.4	Statistical fluctuations	39
3.1.5	Reference and special sources	39
3.1.6	Radiation performance tests	41
3.2	Performance characteristics	43
3.2.1	Reference response	43
3.2.2	Relative intrinsic error	43
3.2.3	Response as a function of beta radiation energy (beta monitors)	45
3.2.4	Response as a function of alpha radiation energy (alpha monitors)	47
3.2.5	Cross-response to alpha and beta radiation	47
3.2.6	Effect of other radiations	47
3.2.7	Response to ambient gamma radiation	47
3.2.8	Response to gas activity	49
3.2.9	Overload test	49
3.2.10	Flow alignment	51

Articles	Pages
3.3 Caractéristiques électriques	52
3.3.1 Fluctuations statistiques	52
3.3.2 Préchauffage. Ensemble de détection et de mesure	52
3.3.3 Alimentations électriques	54
3.3.4 Variations de l'alimentation électrique	56
3.3.5 Effets des transitoires de l'alimentation électrique	56
3.3.6 Stabilité de l'indication	58
3.3.7 Stabilité du déclenchement de l'alarme	60
3.3.8 Etendue du déclenchement de l'alarme	60
3.3.9 Alarmes de défaut de l'équipement	60
3.4 Caractéristiques de l'environnement	62
3.4.1 Température ambiante	62
3.4.2 Humidité relative	62
3.4.3 Pression atmosphérique	62
3.4.4 Tenue aux intempéries	64
3.5 Essais du circuit d'air	64
3.5.1 Fuite	64
3.5.2 Stabilité du débit	66
3.5.3 Effet de la perte de charge du filtre	66
3.5.4 Effet de la tension du réseau d'alimentation	66
3.5.5 Effet de la fréquence du réseau d'alimentation	68
3.5.6 Prélèvement des particules	68

SECTION 4: DOCUMENTATION

4.1 Rapport sur les essais de type	70
4.2 Certificat	70
4.3 Manuel d'instructions et de maintenance	72

TABLEAUX

1 Conditions de référence et conditions normales d'essais	74
2 Essais effectués dans les conditions normales d'essais	76
3 Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	78
4 Essais du circuit d'air	82

Clause		Page
3.3	Electrical characteristics	53
3.3.1	Statistical fluctuations	53
3.3.2	Warm-up. Detection and measurement assembly	53
3.3.3	Power supplies	55
3.3.4	Power supply variations	57
3.3.5	Power supply transient effects	57
3.3.6	Stability of indication	59
3.3.7	Alarm trip stability	61
3.3.8	Alarm trip range	61
3.3.9	Equipment failure alarms	61
3.4	Environmental performance characteristics	63
3.4.1	Ambient temperature	63
3.4.2	Relative humidity	63
3.4.3	Atmospheric pressure	63
3.4.4	Weather-proofing	65
3.5	Tests of the air circuit	65
3.5.1	Leakage	65
3.5.2	Flow rate stability	67
3.5.3	Effect of filter pressure drop	67
3.5.4	Effect of mains supply voltage	67
3.5.5	Effect of power supply frequency	69
3.5.6	Particle collection	69

SECTION 4: DOCUMENTATION

4.1	Type test report	71
4.2	Certificate	71
4.3	Operation and maintenance manual	73

TABLES

1	Reference conditions and standard test conditions	75
2	Tests under standard test conditions	77
3	Tests performed with variation of influence quantities	79
4	Tests of air circuit	83

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – ÉQUIPEMENTS POUR LA SURVEILLANCE – AÉROSOLS RADIOACTIFS DANS L'ENVIRONNEMENT

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente Norme internationale a été établie par le Sous-Comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

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

DIS	Rapport de vote
45B(BC)93	45B(BC)109

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
MONITORING EQUIPMENT –
RADIOACTIVE AEROSOLS IN THE ENVIRONMENT****FOREWORD**

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This International Standard has been prepared by Sub-Committee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45: Nuclear instrumentation.

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

DIS	Report on Voting
45B(CO)93	45B(CO)109

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

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – ÉQUIPEMENTS POUR LA SURVEILLANCE – AÉROSOLS RADIOACTIFS DANS L'ENVIRONNEMENT

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux équipements portables ou à poste fixe destinés à la surveillance en continu des aérosols radioactifs dans l'environnement, dans des conditions normales aussi bien qu'accidentelles. Dans le cadre de la présente norme, la surveillance inclut le prélèvement continu pour échantillonnage avec, si on le désire, la possibilité de mettre en service automatiquement le prélèvement.

La norme s'applique, en particulier, aux équipements conçus pour remplir les fonctions suivantes:

- La détermination de l'activité par unité de volume des radionucléides sous forme d'aérosols, soit par unité de temps avec ses variations en fonction du temps, soit intégrée sur une période de temps plus longue, par exemple 24 h avec mesure du volume prélevé.
- Le déclenchement d'un signal d'alarme lorsque, soit une concentration élevée prédéterminée, soit une concentration intégrée sur un temps prédéterminé, de l'activité d'un aérosol est dépassée.

La surveillance des aérosols peut être faite aussi bien par des mesures continues pendant le prélèvement que par des mesures postérieures au prélèvement de l'échantillon.

Pour la mesure postérieure au prélèvement, l'échantillon est retiré du dispositif de prélèvement de l'air, et il est analysé en laboratoire. Cette procédure de mesure est à suivre dans des cas particuliers, tels que la détermination de l'activité de radionucléides; elle n'entre pas dans le domaine d'application de la présente norme.

La méthode de mesure continue est la plus largement utilisée et consiste à recueillir les échantillons radioactifs en aspirant l'air à travers un filtre, et à mesurer l'activité de l'aérosol accumulé sur celui-ci à l'aide d'un détecteur proche du filtre.

Les filtres sont convenablement choisis et périodiquement changés en fonction des conditions d'utilisation. Dans certains cas, des dispositifs séquentiels et automatiques de déplacement du filtre sont utilisés afin d'éviter une accumulation de radioactivité, ou un excès de poussière sur le filtre.

Le type des détecteurs dépend aussi de diverses conditions, telles que la nature du rayonnement, son énergie, et le niveau d'activité.

La discrimination vis-à-vis de la radioactivité naturelle (telle que les descendants du radon et du thoron en suspension dans l'air) peut être un problème important dans la surveillance de la radioactivité à faible niveau dans l'air, spécialement avec les éléments transuraniens.

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – MONITORING EQUIPMENT – RADIOACTIVE AEROSOLS IN THE ENVIRONMENT

SECTION 1: GENERAL

1.1 Scope and object

This International Standard is applicable to transportable or installed equipment for continuous monitoring of radioactive aerosol in the environment for both normal and accident conditions. For the purpose of this standard, monitoring includes the continuous sample collection with, if desired, the capability to automatically initiate sampling.

In particular the standard is applicable to equipments designed to fulfil the following functions:

- The determination of the activity per unit volume of radionuclides in the form of aerosols, either per unit time together with the variations as a function of time, or integrated over a longer time period, e.g. 24 h and measurement of the volume sampled.
- The actuation of an alarm signal when either a predetermined high concentration or a predetermined time integrated concentration of an aerosol activity is exceeded.

The aerosol monitoring can be made both by continuous measurements during sampling and by measurement after collection of the sample.

In the measurement after collection, the sample is removed from the air sampler and analysed in a laboratory. This procedure of measurement has to be followed in special cases such as the activity assessment of specific radionuclides and is not within the scope of this standard.

The continuous method of measurement is the more widely used and consists in collecting the radioactive samples by drawing air through a filter and measuring the aerosol activity accumulated on it with a detector which is close to the filter.

The filters are suitably chosen and periodically changed according to the conditions of use. In some cases automatic filter sequences are used to avoid the build-up of radioactivity or excess of dust on the filter.

Also the type of detectors depends on the various conditions such as the type of radiation, its energy and the level of activity.

The discrimination against natural radioactivity (such as airborne radon and thoron daughters) can be an important problem in monitoring low-level radioactivity in air especially with transuranic elements.

Différentes méthodes de discrimination sont alors utilisées, et sont basées, par exemple, sur des filtrages et prélèvements particuliers, ou sur des mesures de pseudo-coïncidence et de spectrométrie. Les prescriptions pour la surveillance sélective ne sont pas concernées par la présente norme.

Des dispositifs peuvent aussi être prévus pour l'alarme ou le traitement du signal (par exemple à l'aide d'un microprocesseur), et pour la mise en oeuvre de systèmes de prélèvement, en cas de situations d'urgence.

Les prescriptions pour évaluer les données à l'aide d'un microprocesseur ne sont pas comprises dans cette norme mais elles peuvent être traitées dans une future norme ou un addendum.

La présente norme ne spécifie pas les essais d'étalonnage avec des nucléides radioactifs atmosphériques qui pourront être traités dans une future publication complémentaire.

L'objet de la présente norme est de définir les caractéristiques techniques, les spécifications qui s'y rapportent et les conditions générales d'essais pour les moniteurs d'aérosols, comme cela est défini à l'article 1.3.

1.2 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 Norme internationale. Au moment de la publication de cette norme, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur cette Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO tiennent à jour le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(151): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 50(391): 1975, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants*

CEI 50(392): 1976, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 392: Instrumentation nucléaire – Complément au chapitre 391*

CEI 68, *Essais d'environnement*

CEI 181: 1964, *Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants*

CEI 278: 1968, *Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques*

CEI 293: 1968, *Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors*

CEI 761-1: 1983, *Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux – Première partie: Prescriptions générales*

CEI 761-2: 1983, *Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux – Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'aérosols*

Different discrimination methods are then used which are based, for example, on particular filtering and sampling or on pseudo-coincidence and spectrometric measurements. However the requirements for aerosol monitors designed for selective monitoring are not considered in this standard.

Provisions can be made for alarm or signal processing (e.g. using a microprocessor) and to actuate alternative sampling systems in the case of emergency situations.

The requirements for evaluating the data using a microprocessor are not dealt with in this standard, but may be treated in future standards or in an addendum.

This standard does not specify the tests with radioactive aerosols that may be treated in a future supplementary publication.

The object of this standard is to provide technical characteristics, related specifications and general test conditions for aerosol monitors as defined in clause 1.3.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 50(391): 1975, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means*

IEC 50(392): 1976, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 392: Nuclear instrumentation – Supplement to Chapter 391*

IEC 68, *Environmental testing*

IEC 181: 1964, *Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation*

IEC 278: 1968, *Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus*

IEC 293: 1968, *Supply voltages for transistorized nuclear instruments*

IEC 761-1: 1983, *Equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents – Part 1: General requirements*

IEC 761-2: 1983, *Equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents – Part 2: Specific requirements for aerosol effluent monitors*

1.3 Terminologie et unités

La terminologie générale concernant la détection et la mesure des rayonnements ionisants et l'instrumentation nucléaire est donnée dans la CEI 50(391), la CEI 50(392) et la CEI 181.

Des termes additionnels, concernant la protection contre les rayonnements seront donnés dans une future publication.

1.3.1 *Aérosols*

Suspension de fines particules solides ou liquides, dont les dimensions sont généralement dans une gamme de diamètre aérodynamique moyen (DAM) comprise entre 0,01 μm et 10 μm .

1.3.2 *Moniteur d'aérosol pour l'environnement*

Un moniteur d'aérosol pour l'environnement est défini comme un appareillage conçu pour la mesure en continu de l'activité d'un aérosol dans l'environnement avec un dispositif d'alarme indiquant qu'un certain niveau prédéterminé a été dépassé.

1.3.3 *Épaisseur de fenêtre équivalente totale*

Épaisseur équivalente, exprimée généralement en masse par unité de surface ($\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}$), qu'une particule émise normalement à partir de la surface d'un filtre de recueil de l'aérosol doit traverser pour atteindre le volume sensible du détecteur.

Cette épaisseur inclut l'air entre le filtre et le volume sensible, plus l'épaisseur de la fenêtre du détecteur, et l'épaisseur des écrans fins sur le détecteur destinés à assurer sa protection contre la contamination radioactive.

1.3.4 *Efficacité du prélèvement*

L'efficacité du prélèvement du moniteur est définie comme le rapport de la radioactivité collectée dans le milieu filtrant (par exemple un filtre) à la radioactivité fournie à l'entrée du prélèvement. Cela comprend donc les pertes de particules sur les parois des tubes et de la tête de prélèvement, etc.

1.3.5 *Taux d'émission surfacique conventionnellement vrai*

La meilleure estimation du taux d'émission surfacique vrai, pour un angle solide donné, d'une source qui est utilisée pour l'étalonnage d'un appareil; cette valeur, ainsi que l'incertitude qui lui est attachée, doit être déterminée à partir d'un étalon primaire ou secondaire, ou à l'aide d'un instrument de référence, lui-même étalonné à partir d'un étalon secondaire ou primaire.

1.3.6 *Activité indiquée (A_i)*

Activité indiquée par l'ensemble de mesure en essai.

1.3.7 *Activité par unité de volume d'air*

Quotient de A par v , A représentant l'activité dans un volume v d'air.

1.3 Terminology and units

The general terminology concerning detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation is given in IEC 50(391), IEC 50(392) and IEC 181.

Additional terms concerning radiation protection will be given in a future publication.

1.3.1 *Aerosols*

Suspension of fine solid or liquid particles, with dimensions generally in the range between aerodynamic mean diameter (AMD) 0,01 μm and 10 μm .

1.3.2 *Environmental aerosol monitor*

An environmental aerosol monitor is defined as equipment designed for the continuous measurement of aerosol activity in the environment with a warning device that some pre-determined level has been exceeded.

1.3.3 *Total equivalent window thickness*

The equivalent thickness, generally expressed in mass per unit area ($\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}$), that a particle emitted normally from the surface of the aerosol collecting filter shall cross in order to reach the sensitive volume of the detector.

This thickness includes air between the filter and the sensitive volume plus the detector window thickness and the thickness of any thin screen over the detector for protection against radioactive contamination.

1.3.4 *Collection efficiency*

Collection efficiency of the monitor is defined as the ratio of the radioactivity collected by the medium to the radioactivity supplied to the inlet of the sampling equipment, e.g. radioactivity in the air sampled. Therefore this includes losses of particles to walls of the sampling pipe and head, etc.

1.3.5 *Conventionally true surface emission rate*

The best estimate of the true surface emission rate, for a given solid angle, of a radioactive source used for calibration of equipment; this value and its associated uncertainty shall be determined from a secondary or a primary standard, or by a reference instrument which has been calibrated against a secondary or primary standard.

1.3.6 *Indicated activity (A_i)*

The activity indicated by the measuring assembly under test.

1.3.7 *Activity per unit air volume*

The quotient of A by v where A is the activity in a volume v of air.

1.3.8 Coefficient de variation

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

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

1.3.9 Etendue dynamique

Rapport du signal provenant de l'activité maximale mesurable au signal provenant de l'activité minimale détectable.

1.3.10 Erreur d'indication

Différence entre l'activité indiquée (A_i) et l'activité conventionnellement vraie (A_t) au point de mesure.

1.3.11 Erreur relative d'indication (E)

Quotient, exprimé en pourcentage, de l'erreur d'indication divisée par l'activité conventionnellement vraie (A_t).

$$E = \frac{(A_i - A_t)}{A_t} \times 100$$

1.3.12 Erreur relative intrinsèque

Erreur relative d'indication d'un ensemble pour une activité spécifiée, dans des conditions de référence spécifiées (voir tableau 1).

1.3.13 Etendue effective de mesure

Etendue de mesure à l'intérieur de laquelle les prescriptions de la présente norme sont satisfaites.

1.3.14 Temps de réponse

Temps mis par l'appareil pour atteindre 90 % de la lecture d'équilibre à partir de l'exposition de l'ensemble de détection à une activité donnée ou, pour les moniteurs intégrateurs, temps mis pour atteindre 90 % de la valeur d'équilibre de la dérivée première (pente) de l'indication en fonction du temps.

1.3.15 Unités

La présente norme utilise le système d'unités SI*. Pour les grandeurs de rayonnement, les valeurs exprimées en unités anciennes (curie, rad, rem) sont aussi indiquées entre parenthèses.

* Bureau International des Poids et Mesures: Système International d'Unités (SI), cinquième édition (1985).

1.3.8 Coefficient of variation

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

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

1.3.9 Dynamic range

The ratio of the maximum measurable signal to the signal from the minimum detectable activity.

1.3.10 Error of indication

The difference between the indicated activity (A_i) and the conventionally true activity (A_t) at the point of measurement.

1.3.11 Relative error of indication (E)

The quotient, expressed as a percentage, of the error of indication by the conventionally true activity (A_t).

$$E = \frac{(A_i - A_t)}{A_t} \times 100$$

1.3.12 Relative intrinsic error

The relative error of indication of an assembly with respect to a specified activity under specified reference conditions (see table 1).

1.3.13 Effective range of measurement

The range of measurement within which the requirements of this standard are met.

1.3.14 Response time

The time delay between initial exposure of the detection assembly to a given activity and the attainment of 90 % of the equilibrium reading or, for integrating monitors, 90 % of the equilibrium value of the first derivative (slope) of the indication.

1.3.15 Units

This standard will use the SI* system of units. For radiation quantities the values formerly used (curie, rad, rem) are also indicated in brackets.

* International Bureau of Weights and Measures: International system of units (SI), fifth edition (1985).

Les unités suivantes, n'appartenant pas au système SI, sont également utilisées, là où elles sont appropriées:

- pour le temps: année, jour, heure, minute,
- et pour l'énergie: électron-volt (eV).

1.3.16 Réponse de référence

La réponse de référence, R_{ref} , est la réponse de l'appareil dans les conditions normales d'essais (tableau 1) à une source de référence, et est exprimée par:

$$R_{ref} = \frac{I_{rs} - I_b}{E_{SA}}$$

où

I_{rs} est l'indication due à la source de référence

I_b est l'indication due au bruit de fond

E_{SA} est le taux d'émission surfacique

1.3.17 Essais de qualification

Essais effectués en vue de vérifier que les prescriptions d'une spécification sont respectées.

Les essais de qualification sont subdivisés en essais de type et essais de série.

1.3.18 Essai de type

Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée, pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications. [VEI 151-04-15]

1.3.19 Essai individuel de série

Essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis. [VEI 151-04-16]

1.3.20 Essai d'acceptation

Essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification. [VEI 151-04-20]

1.3.21 Essais supplémentaires

Essais ayant pour objet de fournir des informations supplémentaires sur certaines caractéristiques des appareils.

1.3.22 Activité minimale détectable

Activité qui donnerait une indication moyenne qui, en présence d'un bruit de fond spécifié, aurait 95 % de probabilité qu'une telle indication ne soit pas produite par le bruit de fond spécifié seul.

The following non-SI units will also be used, where appropriate:

- for time: years, days, hours, minutes
- and for energy: electronvolt (eV).

1.3.16 *Reference response*

The reference response, R_{ref} , is the response of the assembly under standard test conditions (table 1) to a reference source and is expressed as:

$$R_{\text{ref}} = \frac{I_{\text{rs}} - I_{\text{b}}}{E_{\text{SA}}}$$

where

I_{rs} is the indication due to the reference source

I_{b} is the indication due to background

E_{SA} is the surface emission rate

1.3.17 *Qualification tests*

Qualification tests are performed in order to verify that the requirements of a specification are fulfilled.

Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests.

1.3.18 *Type tests*

A test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications. [IEV 151-04-15]

1.3.19 *Routine tests*

A test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria. [IEV 151-04-16]

1.3.20 *Acceptance tests*

A contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification. [IEV 151-04-20]

1.3.21 *Supplementary tests*

Tests intended to provide supplementary information on certain characteristics of the assemblies.

1.3.22 *Minimum detectable activity*

The activity which will give a mean indication that, in the presence of a specified background, there is a 95 % probability that such an indication will not be produced by the specified background alone.

1.4 Classification des moniteurs d'aérosols

Les équipements peuvent être classés selon la méthode de mesure en:

- moniteurs d'aérosols alpha global et bêta global, avec compensation de la radio-activité naturelle;
- moniteurs d'aérosols alpha global et bêta global, sans compensation de la radio-activité naturelle.

Ils peuvent aussi être classés selon le mode de fonctionnement en:

- équipement avec un échantillonneur à filtre fixe et à mesure simultanée;
- équipement avec un échantillonneur à filtre mobile et à mesure simultanée;
- équipement avec un échantillonneur à filtre mobile et à mesure différée.

SECTION 2: CONCEPTION D'UN MONITEUR D'AÉROSOL

2.1 Généralités

Une mesure d'aérosol exige qu'un échantillon représentatif de celui-ci (caractérisé par une distribution de taille de particule) soit prélevé au moyen d'un orifice d'aspiration dans l'ensemble de mesure ou de prélèvement.

Il est important que les aérosols prélevés fournissent des échantillons représentatifs dans toutes les conditions ambiantes.

L'efficacité du prélèvement dépend de la vitesse et de la direction du vent, de la taille des particules et du débit de prélèvement.

Alors que des efficacités élevées peuvent être obtenues facilement pour des particules dont le diamètre est inférieur à quelques μm , une efficacité élevée pour de grosses particules demande une conception soignée de l'orifice d'aspiration.

Une autre prescription importante d'un moniteur d'aérosol dans l'environnement vient du fait que l'instrument doit être protégé des effets agressifs de la pluie, de la neige, des insectes, etc.

L'équipement pour le contrôle des aérosols comporte généralement des moyens de prélèvement sur un milieu d'échantillonnage tel que papier filtre ou ruban, suivi par un appareil de détection convenable. Le détecteur choisi doit être approprié à la radioactivité particulière à laquelle on s'intéresse, être adapté aux prescriptions de fonctionnement de la présente norme.

2.2 Caractéristiques de mesure et d'indication

2.2.1 *Etendue effective de mesure*

Pour les ensembles avec des échelles linéaires, l'étendue effective de mesure doit être comprise entre 10 % et 100 % de chaque calibre.

Pour les ensembles avec une échelle logarithmique, l'étendue effective doit être comprise entre un tiers de la décade la moins significative et le maximum de l'échelle.

1.4 Classification of aerosol monitors

The equipment may be classified according to the method of measurements as:

- gross alpha and gross beta aerosol monitors with natural radioactivity compensation;
- gross alpha and gross beta aerosol monitors without natural radioactivity compensation.

It may also be classified according to the operation design 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.

SECTION 2: AEROSOL MONITOR DESIGN

2.1 General

An aerosol measurement requires that a representative aerosol sample (characterized by a particle size distribution) be drawn through an inlet into the aerosol measuring or collecting assembly.

It is important that the sampling methodology provides consistent samples under all ambient conditions.

Sampling efficiency is dependent on wind speed and direction, particle size and sampling flow rate.

While high efficiencies can be easily obtained for particles whose diameter is less than a few μm , for large particles high sampling efficiency requires careful inlet design.

Another important requirement of an aerosol monitor in the environment is that the instrument shall be protected from the adverse effects of rain, snow, insects, etc.

The equipment for aerosol monitoring generally includes some means of collection on a sampling medium such as a filter paper or tape which is monitored by a suitable detection assembly. The detector chosen has to be appropriate to the particular radioactivity of interest and consistent with the performance requirements of this standard.

2.2 Measurement and Indication characteristics

2.2.1 *Effective range of measurement*

For assemblies with linear scales, the effective range of measurement shall be between 10 % and 100 % of each range.

For assemblies with logarithmic scale, the effective scale range shall be between one-third of the least significant decade to the full range of indication available.

2.2.2 *Echelle de lecture*

L'échelle de lecture doit être graduée en unités appropriées à la technique de mesure. Il est souhaitable que l'indication soit en activités effectives, quand il existe un étalonnage sans ambiguïté pour de telles activités. En l'absence d'un tel étalonnage, il est préférable que l'indication soit exprimée en coups par seconde.

Le choix entre échelles digitales, logarithmiques et linéaires, et le choix de l'étendue effective totale de mesure, doivent être adaptés à la destination de l'appareillage, et convenus entre le constructeur et l'acheteur. En général, au moins cinq décades de mesure sont requises.

Dans le cas d'appareils munis d'échelles linéaires, il doit être possible de changer le calibre de mesure de telle sorte que le facteur d'échelle n'excède pas 10; un facteur d'approximativement 3 serait préférable.

En cas de changement automatique d'échelle, le changement d'étendue doit être automatique à la fois pour les réponses croissantes et décroissantes.

Le changement automatique d'échelle doit être prévu par un accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur.

2.2.3 *Activité minimale détectable*

La concentration d'activité minimale détectable requise dépendra de l'application particulière, et sera sujette aux règlements locaux et à la conception de l'installation. Elle doit donc être convenue entre le constructeur et l'acheteur.

Indépendamment de la valeur qui aura été convenue, le constructeur doit spécifier la concentration minimale détectable mesurable pour les radioéléments auxquels on s'intéresse, en fonction du bruit de fond ambiant au niveau de l'ensemble détecteur.

2.3 *Source de vérification*

La source de vérification fournie avec l'appareil doit, autant que possible, être conçue de façon telle qu'elle puisse être incluse dans le dispositif de rétention de l'aérosol à la place du filtre.

2.4 *Système d'écoulement de l'air*

Le circuit d'admission d'air doit permettre un débit total d'air adéquat pour la méthode de mesure. Lorsque la technique de mesure est sensible au débit, un type de pompe à débit constant ou un système régulateur (restrictor sonique, vanne à commande hydraulique, etc.) doit être utilisé, de telle façon que le débit ne soit que légèrement affecté par les variations des pertes de charge dans le circuit de prélèvement de l'air.

2.4.1 *Pompe*

Lorsqu'une pompe fait partie intégrante de l'appareillage, les prescriptions suivantes doivent être respectées:

- La pompe à air doit être placée en aval de tout dispositif de prélèvement ou de mesure.

2.2.2 *Reading scale*

The reading scale shall be graduated in units appropriate to the measurement technique. It is desirable that the indication should be of actual activities measured when an unambiguous calibration in terms of such activities exists. In the absence of such a calibration it is preferable for the indication to be in counts per second.

The choice between logarithmic, digital and linear scales and the total effective range of measurement shall be appropriate to the purpose of the equipment and shall be agreed between manufacturer and purchaser. In general, at least five decades of measurement are required.

In the case of assemblies provided with linear scales, it shall be possible to change the range of measurement in such a way that the scaling factor does not exceed 10; it should preferably be a factor of approximately 3.

Where automatic range changing is used, the range changing shall be automatic for both increasing and decreasing response.

Automatic range changing shall be provided unless by special agreement between manufacturer and user.

2.2.3 *Minimum detectable activity*

The required minimum detectable concentration of activity will depend on the particular application and be subject to local regulations and facility design. It shall, therefore, be agreed between manufacturer and purchaser.

Regardless of the value agreed upon, the manufacturer shall specify the achievable minimum detectable concentration for radionuclides of interest, as a function of the ambient radiation background at the detector assembly.

2.3 **Check source**

The check source supplied with the equipment shall be, wherever possible, designed in such a way as to be placed in the aerosol retention device instead of the filter.

2.4 **Air flow systems**

The intake air sampling circuit shall allow a total air flow adequate for the measurement method. Where the measurement technique is sensitive to flow rate, a constant displacement type pump or regulating system (sonic constriction, water driven valve, etc.) shall be used so that the air flow is only slightly affected by the variation of pressure drop in the air sampling circuit.

2.4.1 *Pump*

Where an air pump is an integral part of any assembly, the following requirements shall be met:

- The air pump shall be placed downstream from any filter or measuring unit.

- Il est recommandé que la pompe à air soit capable de rester en fonctionnement continu entre les opérations de maintenance programmées. La fréquence des interventions de maintenance doit être convenue entre le constructeur et l'acheteur, mais ne doit pas être plus fréquente que tous les trois mois. Les pompes à air entraînées par des moteurs électriques munis de commutateurs ne doivent pas être utilisées. La conception doit prévoir un accès facile à la pompe et à ses éléments remplaçables.
- La pompe à air doit être munie de dispositifs de sécurité de pression, de débit et de température, pour la protéger contre toute élévation anormale de température ou de pression. Le déclenchement de l'un quelconque de ces dispositifs de sécurité doit être indiqué à l'utilisateur par une alarme de défaut convenable.

2.4.2 Commande du débit

Un dispositif de commande du débit doit être prévu, et avoir une étendue de réglage suffisante pour autoriser les variations des caractéristiques intrinsèques de la pompe à air et de tout milieu de prélèvement utilisé.

Les variations maximales de débit ne doivent pas dépasser $\pm 15 \%$ du débit nominal.

2.4.3 Mesure du débit

Le débitmètre doit être de type à lecture directe, et des alarmes de débit convenables doivent être prévues pour alerter de toute variation excessive de la vitesse d'écoulement (par exemple $\pm 10 \%$). Le débit de l'air doit être mesuré en aval de l'unité comportant le milieu de prélèvement. Quelles que soient les conditions effectives de mesure, le débit d'air doit être exprimé en unités SI de volume par unité de temps, dans les conditions de référence, comme cela est indiqué dans le tableau 1 de la CEI 761-1.

Dans les cas où un système de régulation (col sonique, vanne motorisée, etc.) associé à un diaphragme à orifice étalonné est prévu, le système de commande et de mesure du débit n'est pas nécessaire; une commande permettant de faire varier la perte de charge est alors suffisante.

2.5 Alarmes

Les dispositifs d'alarme et d'indication doivent être adaptés à la destination de l'équipement, et doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

Tous les circuits d'alarme doivent donner une indication visuelle locale séparée sur le moniteur, et aussi actionner deux jeux de contacts inverseurs (qui peuvent être communs à toutes les alarmes de défaut) pour des alarmes extérieures. Des alarmes complémentaires sonores ou à distance peuvent être prévues.

Toutes les fonctions d'alarme doivent être prévues avec des dispositifs d'essai pour permettre la vérification du fonctionnement de l'alarme. En cas d'alarmes réglables, la vérification doit être possible sur toute l'étendue du réglage, avec indication du point de fonctionnement effectif de l'alarme.

Les circuits d'alarme doivent pouvoir fonctionner soit pour maintenir une condition d'alarme jusqu'à ce qu'elle soit spécifiquement réarmée par une commande de remise à zéro, soit pour se réarmer automatiquement lorsque l'état d'alarme disparaît. Les deux modes de fonctionnement doivent être disponibles, par simple modification, sur tout l'équipement.

- It is recommended that the air pump be capable of continuous operation between scheduled maintenance operations. The frequency of maintenance operations shall be agreed between the manufacturer and the purchaser, but shall not be more frequent than every three months. Air pumps fitted with commutator electrical motors shall not be used. The design shall provide for ease of access to the pump and its replaceable parts.
- The air pump shall be fitted with necessary pressure, flow and temperature safety devices to protect it against any abnormal temperature or pressure increase. The operation of any such safety device shall be indicated to the user by a suitable failure alarm.

2.4.2 *Flow rate control*

A flow rate control device shall be provided which has a range sufficient to allow for variations in the intrinsic characteristics of the air pump and any sample media used.

Maximum variations of the flow rate shall not exceed $\pm 15\%$ of the nominal flow rate.

2.4.3 *Flow rate measurement*

The flow rate meter shall be of the direct reading type, and suitable flow alarms shall be provided for warning of any excessive variation of flow rate (e.g. $\pm 10\%$). The air flow rate shall be measured downstream of the sample media unit. Whatever the actual measurement conditions, the air flow rate shall be expressed in SI units of volume per unit time, under reference conditions, as indicated in Table I of IEC 761-1.

In cases where a regulation system (sonic neck, motorized valve, etc.) associated with a diaphragm with calibrated orifice is provided, the flow rate control and measurement system is not necessary; a control of the pressure-drop variation is then sufficient.

2.5 Alarms

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

All alarm circuits shall give separate local visual indication on the monitor and also operate two sets of change-over contacts (which may be common for all fault alarms) for use with external alarms. In addition, audible or remote alarms may be provided.

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. The two modes of operation shall be available by simple modification on all equipment.