

**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 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

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'Études 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'Études 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*