

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60761-6

Première édition
First edition
1991-02

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

**Sixième partie:
Prescriptions particulières pour les moniteurs
d'aérosols transuraniens dans les effluents gazeux**

**Equipment for continuously monitoring
radioactivity in gaseous effluents**

**Part 6:
Specific requirements for transuranic aerosol
effluent monitors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60761-6: 1991

Numéros des publications

Depuis le 1er 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**

60761-6

Première édition
First edition
1991-02

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

**Sixième partie:
Prescriptions particulières pour les moniteurs
d'aérosols transuraniens dans les effluents gazeux**

**Equipment for continuously monitoring
radioactivity in gaseous effluents**

**Part 6:
Specific requirements for transuranic aerosol
effluent monitors**

© IEC 1991 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

T

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
 CHAPITRE I: GENERALITES 	
Articles	
1. Domaine d'application	10
2. Objet	10
3. Terminologie	12
3.1 Aérosols transuraniens	12
3.2 Moniteur d'aérosols transuraniens pour effluent	12
3.3 Diamètre aérodynamique équivalent	12
3.4 Epaisseur totale équivalente de la fenêtre	14
3.5 Rendement de collection	14
4. Classification des moniteurs d'aérosols pour effluent	14
 CHAPITRE II: CONCEPTION DES MONITEURS D'AEROSOLS POUR EFFLUENT 	
5. Source de contrôle	16
6. Expression des mesures	16
7. Aptitude à la décontamination	16
8. Sous-ensemble de prélèvement et de détection	16
8.1 Canalisation de prélèvement et de refoulement	16
8.2 Pompe à air (ou à gaz)	18
8.3 Dispositif de rétention des aérosols	18
8.4 Rendement de collection des particules	20
8.5 Détecteur de rayonnement	22
9. Discrimination de la radioactivité naturelle	22
10. Réponse aux autres rayonnements ionisants	24
11. Effets des agents chimiques nocifs et de la vapeur d'eau	24
 CHAPITRE III: PROCEDURES D'ESSAIS 	
12. Conditions normales d'essais	26
13. Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence	26
14. Sources spéciales et sources de référence	26
14.1 Conception des sources	26
14.1.1 Sources primaires	26
14.1.2 Sources secondaires	26
14.1.3 Sources de contrôle	28
14.1.4 Configuration de la source	28
14.2 Précision des sources primaires et secondaires	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7

CHAPTER I: GENERAL

Clause

1. Scope	11
2. Object	11
3. Terminology	13
3.1 Transuranic aerosols	13
3.2 Transuranic aerosol effluent monitor	13
3.3 Aerodynamic equivalent diameter	13
3.4 Total equivalent window thickness	15
3.5 Collection efficiency	15
4. Classification of aerosol effluent monitor	15

CHAPTER II: AEROSOL EFFLUENT MONITOR DESIGN

5. Check source	17
6. Expression of measurement	17
7. Ease of decontamination	17
8. Sampling and detection subassembly	17
8.1 Sampling and exhaust pipes	17
8.2 Air (or gas) pump	19
8.3 Aerosol retention device	19
8.4 Particle collection efficiency	21
8.5 Radiation detector	23
9. Discrimination against natural radioactivity	23
10. Response to other ionizing radiations	25
11. Effects of noxious chemicals and water vapour	25

CHAPTER III: TEST PROCEDURES

12. Standard test conditions	27
13. Tests performed with variation of the influence quantities	27
14. Reference and special sources	27
14.1 Design of sources	27
14.1.1 Primary sources	27
14.1.2 Secondary sources	27
14.1.3 Check sources	29
14.1.4 Configuration of the source	29
14.2 Accuracy of primary and secondary sources	29

Articles	Pages
15. Essais de fonctionnement en présence des rayonnements	28
15.1 Essais dynamiques	30
15.2 Essais statiques	30
15.3 Compensation de la radioactivité naturelle	30
15.4 Précision de la réponse aux sources de référence	30
15.5 Réponse à l'activité des gaz rares	32
15.6 Réponse à l'activité du radon et du thoron	32
16. Essais du circuit d'air	34
16.1 Fuites externes	34
16.2 Essais du rendement de collection	34
16.2.1 Dimensions des particules	34
16.2.2 Types d'aérosols	34
16.2.3 Méthode d'essai	36
16.2.4 Détermination du rendement de collection	36
CHAPITRE IV: DOCUMENTATION	
17. Certificat et rapport sur les essais de type	38
Tableaux I à VI	40
ANNEXE A - Bibliographie	50

Clause	Page
15. Radiation performance tests	29
15.1 Dynamic tests	31
15.2 Static tests	31
15.3 Compensation against natural background	31
15.4 Accuracy of the response to reference sources	31
15.5 Response to noble gas activity	33
15.6 Response to radon and thoron gas activities	33
16. Tests of the air circuit	35
16.1 Leakage	35
16.2 Tests of collection efficiency	35
16.2.1 Particle size	35
16.2.2 Aerosol type	35
16.2.3 Test method	37
16.2.4 Determination of collection efficiency	37

CHAPTER IV: DOCUMENTATION

17. Type test report and certification	39
Tables I to VI	41
APPENDIX A - Bibliography	50

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EQUIPEMENTS DE SURVEILLANCE EN CONTINU DE LA RADIOACTIVITE DANS LES EFFLUENTS GAZEUX

Sixième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'aérosols transuraniens dans les effluents gazeux

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

Cette norme constitue la sixième partie de la Publication 761 de la CEI: Equipements de surveillance en continu de la radioactivité dans les effluents gazeux, et doit être lue conjointement avec la première partie: Prescriptions générales.

Les autres parties déjà publiées sont:

Première partie: Prescriptions générales (Publication 761-1 de la CEI) (1983).

Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'aérosols (Publication 761-2 de la CEI) (1983).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EQUIPMENT FOR CONTINUOUSLY MONITORING RADIOACTIVITY
IN GASEOUS EFFLUENTSPart 6: Specific requirements for transuranic
aerosol effluent monitors

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

This standard forms Part 6 of IEC Publication 761: Equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents, and should be read in conjunction with Part 1: General requirements.

Parts already published are:

Part 1: General requirements (IEC Publication 761-1) (1983).

Part 2: Specific requirements for aerosol effluent monitors (IEC Publication 761-2) (1983).

Troisième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de gaz rares (Publication 761-3 de la CEI) (1983).

Quatrième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'iode (Publication 761-4 de la CEI) (1983).

Cinquième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs de tritium (Publication 761-5 de la CEI) (1983).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
45B(BC)72	45B(BC)88

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

- Part 3: Specific requirements for noble gas effluent monitors (IEC Publication 761-3) (1983).
- Part 4: Specific requirements for iodine monitors (IEC Publication 761-4) (1983).
- Part 5: Specific requirements for tritium effluent monitors (IEC Publication 761-5) (1983).

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

Six Months' Rule	Report on Voting
45B(C0)72	45B(C0)88

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

EQUIPEMENTS DE SURVEILLANCE EN CONTINU DE LA RADIOACTIVITE DANS LES EFFLUENTS GAZEUX

Sixième partie: Prescriptions particulières pour les moniteurs d'aérosols transuraniens dans les effluents gazeux

CHAPITRE I: GENERALITES

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux équipements de mesure en continu ou aux équipements de mesure séquentielle des aérosols transuraniens émetteurs alpha contenus dans les effluents gazeux rejetés dans l'environnement.

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

- mesure de la concentration des particules d'émetteurs alpha en suspension dans l'air et présentes dans les effluents gazeux sous forme d'aérosols transuraniens;
- déclenchement d'une alarme lorsqu'une concentration prédéterminée ou une activité prédéterminée due à des radionucléides transuraniens est dépassée.

Cet équipement est destiné à la mesure de l'activité d'aérosols transuraniens émetteurs alpha sur une grande étendue de valeurs incluant de très faibles quantités de transuraniens en présence d'un bruit de fond naturel alpha bien plus élevé. Les produits de filiation du radon ^{222}Rn et du thoron ^{220}Rn constituent le bruit de fond naturel alpha.

Alors que cela exige une différenciation entre l'activité des particules de transuraniens de celle due à la radioactivité naturelle, des difficultés peuvent être rencontrées pour de telles mesures. La présente norme tient compte de la complexité de ces mesures, notamment lorsque les éléments transuraniens ne sont présents qu'en très faible quantité, ainsi que de la nécessité de procédures spéciales et de compensation pour les interférences dues à la radioactivité alpha naturelle.

2. Objet

L'objet de la présente norme est de formuler des prescriptions spécifiques comprenant les caractéristiques techniques et les conditions générales d'essai, et de donner des exemples de méthodes acceptables pour la surveillance des effluents contenant des aérosols transuraniens.

Les prescriptions générales, caractéristiques techniques, procédures d'essais, caractéristiques des rayonnements, caractéristiques électriques, mécaniques, de sécurité et d'environnement sont indiquées dans la Publication 761-1 de la CEI.

Ces prescriptions sont applicables, sauf spécification contraire, à la présente norme.

EQUIPMENT FOR CONTINUOUSLY MONITORING RADIOACTIVITY IN GASEOUS EFFLUENTS

Part 6: Specific requirements for transuranic aerosol effluent monitors

CHAPTER I: GENERAL

1. Scope

This standard is applicable to equipment intended for continuous or sequential measurement of alpha-emitting transuranic aerosols in gaseous effluents discharged to the environment.

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

- the measurement of the concentration of airborne alpha-emitting particles present in gaseous effluents in the form of transuranic aerosols;
- the actuation of an alarm signal when either a predetermined concentration or a predetermined activity of transuranic nuclides is exceeded.

This equipment is intended for the measurement over a wide range of activity associated with alpha-emitting transuranic aerosols, including very small quantities in the presence of a much larger natural alpha background. The daughters of ^{222}Rn (radon) and ^{220}Rn (thoron) constitute the natural alpha background.

Since this requires differentiating between the activity represented by the transuranic particles from that of the natural background, difficulties in such measurements may be encountered. This standard recognizes the significant complexities in these measurements, especially for small quantities of transuranics, and the need for special procedures and compensation for interferences from natural alpha activity.

2. Object

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

The general requirements, technical characteristics, test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics are given in IEC Publication 761-1.

These requirements apply, unless otherwise stated, to this standard.

3. Terminologie

Pour les besoins de la présente norme, les définitions complémentaires suivantes sont applicables:

3.1 *Aérosols transuraniens*

Suspensions de fines particules solides ou liquides, de dimensions généralement comprises entre 0,01 µm et 10 µm (diamètre aérodynamique équivalent) de radionucléides spécifiés dans le tableau V.

3.2 *Moniteur d'aérosols transuraniens pour effluent*

Équipement conçu pour la mesure en continu ou la mesure séquentielle de l'activité des aérosols transuraniens émetteurs alpha contenus dans les effluents gazeux rejetés dans l'environnement en présence de radioactivité naturelle due aux produits de filiation du radon et du thoron.

3.3 *Diamètre aérodynamique équivalent [1]**

Diamètre de particules sphériques de masse volumique 1 g/cm³ qui ont la même vitesse de chute que les particules considérées.

Le diamètre aérodynamique équivalent D_{ae} caractérise le comportement d'une particule dans un flux d'air a (A). Pour le cas d'une particule sphérique, il est relié au diamètre vrai D de la particule par la relation (Stokes):

$$D_{ae} = \frac{D \sqrt{[\rho_p C(D)]}}{\sqrt{[\rho^* C(D_{ae})]}}$$

où:

D_{ae} = diamètre aérodynamique équivalent égal au diamètre de la sphère de masse volumique unité et ayant la même vitesse de chute dans l'air qu'une particule donnée

D = diamètre géométrique réel d'une particule sphérique

ρ = masse volumique d'une particule d'aérosol

ρ^* = masse volumique de référence valant exactement 1 g/cm³

$C(D)$ = correction de la loi de Stokes pour les petites particules d'aérosols sphériques de diamètre D (sans dimension)

$C(D_{ae})$ = correction pour la sphère de masse volumique unité

* Les chiffres entre crochets se rapportent à la "Bibliographie", annexe A, page 50.

3. Terminology

For the purpose of this standard, the following additional definitions apply:

3.1 *Transuranic aerosols*

A suspension of fine solid or liquid particles, with dimensions generally in the range between 0,01 µm and 10 µm (aerodynamic equivalent diameter) of radionuclides specified in Table V.

3.2 *Transuranic aerosol effluent monitor*

Equipment designed for the continuous or sequential measurement of transuranic aerosol alpha activity in gaseous effluents discharged to the environment in the presence of natural activity from radon and thoron daughters.

3.3 *Aerodynamic equivalent diameter [1]**

The diameter of spherical particles with a density of 1 g/cm³ having the same fall speed as the particles under consideration.

The aerodynamic equivalent diameter D_{ae} describes the performance of a particle in an air stream (A). For a spherical particle it is related to the true diameter (D) of the particle by (Stokes):

$$D_{ae} = \frac{D \sqrt{[\rho \cdot C(D)]}}{\sqrt{[\rho^* \cdot C(D_{ae})]}}$$

where:

D_{ae} = aerodynamic equivalent diameter equal to the diameter of a unit density sphere with the same settling speed in air as a given particle

D = geometric (real) diameter of a spherical particle

ρ = physical density of an aerosol particle

ρ^* = standard physical density equal exactly to 1 g/cm³

$C(D)$ = slip correction to Stokes' law for small spherical aerosol particles of diameter D (dimensionless)

$C(D_{ae})$ = slip correction for unity density sphere

* The numbers in brackets refer to references listed in the "Bibliography", Appendix A, page 50.

3.4 *Épaisseur totale équivalente de la fenêtre*

Épaisseur équivalente, généralement exprimée en masse surfacique (mg/cm^2), devant être traversée par une particule émise perpendiculairement à la surface du filtre de collection des aérosols pour atteindre le volume sensible du détecteur.

Cette épaisseur inclut la distance parcourue dans l'air, l'épaisseur de la fenêtre d'entrée du détecteur et l'épaisseur d'un écran mince interposé devant le détecteur pour le protéger de la contamination radioactive et des vapeurs chimiques nocives ou de la vapeur d'eau.

3.5 *Rendement de collection*

Le rendement de collection du moniteur est défini comme étant le quotient de la concentration de la radioactivité disponible pour la mesure dans les media de collection, filtres notamment, par la concentration de la radioactivité de l'air pénétrant dans le dispositif d'admission de l'appareil de prélèvement.

De cette façon, on tient compte de la perte des particules se déposant sur les parois de la tête et des canalisations de prélèvement, etc.

4. *Classification des moniteurs d'aérosols pour effluent*

Ces équipements peuvent être classés, selon la technique mise en oeuvre, en:

- moniteurs à spectrométrie alpha;
- moniteurs d'aérosols alpha à comptage global.

Ils peuvent également être classés, selon leur mode de fonctionnement, en:

- appareil de prélèvement sur filtre fixe et à mesure simultanée;
- appareil de prélèvement sur filtre à déroulement et à mesure simultanée;
- appareil de prélèvement sur filtre à déroulement et à mesure différée;
- appareil de prélèvement sur filtre à déroulement, à mesure instantanée et à mesure différée;
- appareil de prélèvement sur filtre fixe et à mesure instantanée associé à un filtre à déroulement et à mesure instantanée et/ou différée.

3.4 *Total equivalent window thickness*

The equivalent thickness, generally expressed in mass per unit area (mg/cm^2), that a particle emitted normally from the surface of the aerosol collecting filter has to cross to reach the sensitive volume of the detector.

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

3.5 *Collection efficiency*

Collection efficiency of the monitor is defined as the ratio of the concentration of radioactivity as available for measurement on the collection media, e.g. filters, to the concentration of radioactivity in the air supplied to the inlet of the sampling equipment.

Therefore, this includes losses of particles to walls of the sampling pipe and head, etc.

4. *Classification of aerosol effluent monitors*

The equipment may be classified according to the type of technique as:

- alpha spectroscopy monitors;
- gross alpha aerosol monitors.

It may also be classified according to the method of operation 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.
-

CHAPITRE II: CONCEPTION DES MONITEURS D'AEROSOLS POUR EFFLUENT

5. Source de contrôle

Une source de contrôle doit être fournie avec l'équipement et doit être conçue de manière à pouvoir être placée dans le dispositif de rétention à la place du filtre ou de tout autre media de collection (voir également les articles 13 et 15 de la Publication 761-1 de la CEI). Lors de l'utilisation de la source de contrôle, sa présence doit être indiquée par l'allumage d'une lampe sur la face avant de l'appareil ou par tout autre mode de signalisation ayant fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

6. Expression des mesures

Conformément aux prescriptions de l'article 10 de la Publication 761-1 de la CEI, le sous-ensemble électronique associé au détecteur doit normalement fournir une indication exprimée directement dans l'unité mesurée, par exemple, en coups par seconde.

Si, après accord entre le constructeur et l'acheteur, l'indication est exprimée en unités d'activité volumique ou d'activité déposée sur la surface de collection ou en toute autre unité, le constructeur doit indiquer les étalonnages et les radionucléides auxquels ces unités s'appliquent.

7. Aptitude à la décontamination

Etant donné que la surface sensible du détecteur est normalement en contact avec le milieu gazeux contenant les aérosols radioactifs, une attention particulière doit être apportée dans la conception, pour faciliter la décontamination du sous-ensemble de détection. Celui-ci doit être protégé, si nécessaire, en plaçant devant la fenêtre du détecteur un écran mince pouvant être facilement remplacé ou décontaminé.

8. Sous-ensemble de prélèvement et de détection

8.1 *Canalisation de prélèvement et de refoulement*

En plus des prescriptions générales de la Publication 761-1 de la CEI, les caractéristiques suivantes doivent être prises en considération et faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

- Nature du matériau de construction utilisé: tenir compte en particulier des phénomènes électrostatiques et de corrosion chimique. Les matières plastiques provoquant des accumulations de charges électriques doivent être évitées afin de prévenir la rétention électrostatique des particules sur les parois des canalisations.

CHAPTER II: AEROSOL EFFLUENT MONITOR DESIGN

5. Check source

A check source shall be supplied with the equipment and shall be designed in such a way as to fit into the aerosol retention device in place of the filter or other collection media (see also Clauses 13 and 15 of IEC Publication 761-1). The presence of the check source, when in use, shall be indicated by a front panel light or other indication as agreed upon by the manufacturer and the purchaser.

6. Expression of measurement

In accordance with the requirements of Clause 10 of IEC Publication 761-1, the electronic measuring assembly associated with the detector shall normally provide a reading expressed directly in the units of measurement, for example in counts per second.

If, by agreement between manufacturer and purchaser, the reading is expressed in units of volumetric activity, deposited activity on the collecting surface or any other units, the manufacturer shall state the calibrations and the radionuclides for which they apply.

7. Ease of decontamination

As the sensitive surface of the radiation detector will normally be in contact with the gaseous medium containing the radioactive aerosols, special care shall be taken in the design to facilitate decontamination of the detector subassembly. The detector assembly shall be protected, if necessary, by applying a thin coating in front of the detector window that is easily exchangeable or decontaminated.

8. Sampling and detection subassembly

8.1 *Sampling and exhaust pipes*

In addition to the general requirements of IEC Publication 761-1, the following characteristics shall be considered and shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

- The nature of the construction materials, giving particular attention to electrostatic effects and chemical corrosion. Plastic materials that cause electrical charge build-up shall be avoided in order to prevent electrostatic deposition of particles on the walls of the pipe.

- Distance minimale entre l'admission et le refoulement pour éviter tout dépôt et remise en suspension des particules.
- Diamètre de la canalisation de prélèvement, caractéristiques du débit d'air et configuration de la canalisation d'admission, de façon à maintenir un prélèvement représentatif et isocinétique (polir la surface interne et éviter les faibles rayons de courbure, ainsi que des sections horizontales de grande longueur et de petit diamètre, afin de réduire au minimum le dépôt de particules sur les parois des canalisations).

8.2 Pompe à air (ou à gaz)

En complément aux prescriptions de l'article 29 de la Publication 761-1 de la CEI, 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, types de filtres utilisables, empoussièrement atmosphérique, concentration massique contribuant au colmatage, etc.), de telle sorte qu'à la fin du prélèvement il n'y ait pas de réduction du débit nominal d'air supérieur à 10%, ni d'erreur sur la valeur du volume total d'air prélevé supérieure à 10%. Une alarme de débit doit être conçue de façon à détecter la rupture ou le colmatage du milieu filtrant.

Note.- Le débitmètre devrait être étalonné à une pression représentative du flux d'air provenant du dispositif de mesure, étant donné qu'il peut y avoir une perte de charge importante due au média filtrant pour certains ensembles.

Lorsque l'on utilise d'autres dispositifs de collection tels que ceux du type impacteur, des précautions similaires doivent être prises pour prévenir un colmatage ou le mauvais fonctionnement du dispositif de collection pour ce qui concerne sa capacité de collecter les particules.

8.3 Dispositif de rétention des aérosols

8.3.1 La surface de collection peut avoir des géométries différentes selon le mode de fonctionnement de l'ensemble:

- circulaire, par exemple pour les ensembles à filtre fixe ou pour les systèmes à cassette dans lesquels les papiers filtres sont déplacés sous le détecteur à intervalles préétablis après le prélèvement;
- carré ou rectangulaire, par exemple pour les ensembles à filtre à déroulement;
- circulaire, par exemple pour certains dispositifs de prélèvement à impacteur.

Note.- Pour les filtres à déroulement continu, une géométrie carrée ou rectangulaire permet de simplifier les techniques d'étalonnage.

- Maintaining minimum distance between inlet and filter to avoid deposition and resuspension of particles.
- The sampling pipe cross-section, air flow characteristics and routing of the inlet sampling pipe so as to maintain representative and isokinetic sampling (polish the internal surface and avoid small bending radii and long horizontal sections of small cross-section pipe so as to minimize deposition of particles on the walls of the pipe).

8.2 *Air (or gas) pump*

The requirement of Clause 29 of IEC Publication 761-1 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, usable filter types, atmospheric dust, mass concentration contributing to blockage, etc.) to within 10% of the nominal specified air flow with an error not greater than 10% of the value of total air volume sampled. A flow rate alarm shall be fitted to detect both rupture of the filtering medium or blockage of the filtering medium.

Note.- The flow meter should be calibrated at a pressure representative of that downstream from the measuring device since there can be a large pressure drop across a filter media in some assemblies.

In the case of other collection devices, such as impact types, similar precautions shall be taken to warn of flow blockage or malfunctioning of the collection device in its ability to retain particles.

8.3 *Aerosol retention device*

8.3.1 The collecting surface may have different geometries according to the method of operation of the assembly:

- circular, for example, for static filter assemblies or cassette systems where filter papers are moved under a detector for fixed intervals following sampling;
- square or rectangular, for example, for moving filter assemblies;
- circular, for example, for some impact type collection devices.

Note.- For continuously moving filters, square or rectangular geometry may allow a simplification of calibration techniques.

8.3.2 Les équipements peuvent être conçus pour être utilisés avec un dispositif de collection ou une combinaison de dispositifs de collection suivant l'application finale. Le type spécifique doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur. Par exemple:

- système collecteur par filtration [2];
- système collecteur par impacteur [3], [4], [5].

8.3.3 Lors du choix du milieu de collection destiné aux équipements de mesure des rayonnements alpha utilisant un détecteur placé vis-à-vis du milieu de collection, il est important de réduire autant que possible l'absorption du rayonnement alpha dans ce milieu de collection.

8.3.4 Le dispositif de rétention des aérosols et le sous-ensemble de détection associé doivent être conçus de façon à réduire au minimum les dépôts sur les surfaces autres que le milieu de collection.

8.3.5 Les caractéristiques du porte-filtre (dimensions, géométrie, grille de support du filtre, résistance au débit d'air ou de gaz, 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).

8.3.6 Le taux de collection pour un aérosol et une gamme de dimensions de particules donnés doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

8.3.7 Au niveau de la conception, une attention toute particulière doit être apportée à la réduction des fuites, en particulier aux fuites internes qui peuvent provoquer le contournement du filtre.

8.3.8 L'accès au filtre doit être conçu de façon à permettre son remplacement facile et rapide sans risque pour le détecteur (par exemple coupure automatique de la haute tension dans le cas d'un détecteur à scintillation non étanche à la lumière).

8.3.9 Afin d'améliorer la précision et la sensibilité des mesures (pour les milieux collecteurs du type filtre), l'équipement doit être conçu de façon à permettre des analyses complémentaires des filtres en laboratoire après le prélèvement. De plus, les filtres peuvent fournir un moyen de vérification des mesures de l'instrument. Ainsi, en cas de panne de fonctionnement de la partie électronique de l'instrument, les analyses du filtre peuvent servir de mesures de remplacement.

8.4 *Rendement de collection des particules*

Le constructeur doit indiquer le rendement de collection du dispositif de rétention pour les particules dont les propriétés aérodynamiques sont équivalentes à celles des particules sphériques, de diamètre aérodynamique équivalent, allant de $0,01 \mu\text{m}$ à $10 \mu\text{m}$ ou à des valeurs ayant fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur. Les valeurs du rendement doivent être indiquées pour les conditions normales de fonctionnement, par exemple le débit de prélèvement d'air. Les caractéristiques de la canalisation d'admission (longueur, diamètre, matériau constitutif, coudes) doivent être indiquées lorsque sont spécifiées les valeurs du rendement de collection.

8.3.2 The equipment may be designed using one or a combination of collection types, depending upon the ultimate application. The specific type shall be agreed upon by the manufacturer and the purchaser. For example:

- filtration collection media [2];
- impact collection media [3], [4], [5].

8.3.3 In choosing a collection medium 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.

8.3.4 The design of the aerosol retention device and associated detector assembly shall minimize deposition on surfaces other than the collection media.

8.3.5 The filter-holder design characteristics (dimensions, geometry, filter support grill, air or gas flow resistance, etc.) shall take account of the mechanical strength of the filters and the characteristics of the air (or gas) sampling pump.

8.3.6 Collection efficiency for a given aerosol and particle size range shall be agreed upon by the manufacturer and the purchaser.

8.3.7 The design shall minimize leaks, particularly internal leaks causing the flow to bypass the collection media.

8.3.8 Access to the collection media shall be designed to permit fast and easy removal without the risk of damage to the detection device (e.g. automatic deactivation of the high voltage in the case of a detector which is not light-tight).

8.3.9 To improve the precision and sensitivity of the measurements (for filter type collection media), the equipment shall be designed such that complementary laboratory analyses of the filters after collection may be performed. In addition, the filters may provide a means for verification of instrumental measurements. Also, in the case of a failure of the electronic part of the instrument, the filter analyses may serve as a back-up to the measurements.

8.4 *Particle collection efficiency*

The manufacturer shall state the collection efficiency of the retention device for particles with aerodynamic properties equivalent to particles of spherical geometry over a range of 0,01 μm to 10,0 μm aerodynamic equivalent diameter or to values agreed upon by the manufacturer and the purchaser. The efficiency values shall be given for the normal operating conditions, e.g. air sampling flow rate. Sampling inlet pipe characteristics (length, diameter, material, bends) shall be stated when specifying collection efficiency values.

8.5 Détecteur de rayonnement

- 8.5.1 Le constructeur doit spécifier de façon détaillée les caractéristiques du détecteur, y compris ses dimensions et les caractéristiques de transmission de la fenêtre d'entrée (par exemple surface effective, épaisseur équivalente maximale totale de la fenêtre, écrans protecteurs, etc.). Le constructeur doit également spécifier la variation du rendement de détection en fonction de l'énergie alpha.
- 8.5.2 Quand il est fait appel à des mesures par spectrométrie d'énergie, le constructeur doit indiquer la résolution énergétique du détecteur pour les particules alpha, dont l'énergie est comprise dans la gamme d'énergie concernée. Les conditions dans lesquelles sont effectuées les mesures doivent être spécifiées, par exemple niveau approximatif du bruit de fond de la radioactivité naturelle (radon-thoron).

9. Discrimination de la radioactivité naturelle

L'appareil doit être capable de faire la discrimination entre la radioactivité alpha des radionucléides transuraniens, et celle des produits de filiation naturels du radon et du thoron fixés sur des particules de très petites dimensions (jusqu'à $0,01 \mu\text{m}$ par exemple). La difficulté réside dans la présence dans l'air de radionucléides naturels qui sont les produits de filiation du radon et du thoron (tableau VI), dont la concentration dans l'air varie selon l'heure de la journée, les conditions météorologiques, les conditions de ventilation, etc. La majeure partie de la radioactivité naturelle alpha dans l'air est liée à des particules dont les dimensions sont inférieures à $0,2 \mu\text{m}$ [6]. La radioactivité naturelle (produits de filiation du radon et du thoron) au niveau du sol et dans les bâtiments est généralement comprise entre $1,5$ et $3 \times 10^2 \text{ Bq/m}^3$ ($0,04$ à 8 nCi/m^3) selon la nature des formations géologiques et les matériaux de construction [7], [8]. Si l'utilisateur doit mesurer de très faibles activités d'émetteurs alpha à vie longue (transuraniens, par exemple plutonium, américium), en présence d'un bruit de fond de radioactivité naturelle beaucoup plus élevé, la possibilité de faire la distinction entre les rayonnements alpha émis par les transuraniens et ceux provenant du bruit de fond naturel posera des problèmes particuliers au niveau de la mesure, par exemple bruit de fond naturel variant au cours du temps pouvant entraîner de fausses alarmes, nécessité d'une compensation adaptée et fiable du bruit de fond naturel [9], [10], [11].

Les produits de filiation du ^{222}Rn (radon) et du ^{220}Rn (thoron), constituent le bruit de fond de radioactivité naturelle alpha. Bien que le ^{222}Rn et le ^{220}Rn soient des gaz, leurs produits de filiation sont chargés et se fixent sur des particules qui sont collectées en même temps que les émetteurs alpha à vie longue. Les produits de filiation du radon et du thoron qui interfèrent au moment de la mesure avec les émetteurs alpha à vie longue sont le ^{218}Po , le ^{212}Bi et le ^{214}Po qui émettent des particules alpha de $5,99 \text{ MeV}$, $6,05 \text{ MeV}$ et $7,68 \text{ MeV}$ respectivement (voir les tableaux V et VI). Dans le cas des techniques de mesure faisant appel à la spectrométrie alpha, il faut également tenir compte de la dégradation d'énergie subie par le rayonnement alpha associé aux particules fines, porteuses du bruit de fond qui pénètrent dans le milieu collecteur. Il en résultera une longue traînée

8.5 Radiation detector

- 8.5.1 The manufacturer shall fully specify the detector characteristics, including the detector dimensions and detector entry window transmission characteristics (e.g. effective area, maximum total equivalent window thickness, protective coatings, etc.). The manufacturer shall also specify the variation of detection efficiency as a function of alpha energy.
- 8.5.2 When energy spectroscopy is relied upon, the manufacturer shall specify the energy resolution of the detector for alpha particles in the energy range of interest. The conditions under which the measurements are made shall be specified, e.g. approximate level of natural (radon-thoron) radiation background.

9. Discrimination against natural radioactivity

The instrument shall be able to discriminate between alpha activity from transuranic radionuclides and alpha activity from natural radon-thoron daughters attached to very small particles (typically down to $0,01 \mu\text{m}$). Difficulty arises from the presence of natural airborne radionuclides of radon and thoron daughters (Table VI) and the variation of their concentrations in air with the time of day, weather, ventilation conditions, etc. Most of the natural alpha activity in air is associated with particles of less than $0,2 \mu\text{m}$ [6]. Typical natural activity (daughters of radon and thoron) at ground level and in buildings range approximately from $1,5$ and $3 \times 10^2 \text{ Bq/m}^3$ ($0,04$ to 8 nCi/m^3) depending upon geological formations and building materials [7], [8]. If the requirements of the user are to measure very small quantities of long-lived alpha emitters (transuranics, e.g. plutonium, americium) in the presence of a much larger natural alpha background, the ability to differentiate between the alpha particles emitted from the transuranics and the alpha particles from the natural background will present special measurement problems, e.g. time varying natural backgrounds which may cause false alarms, necessity of an adequate and reliable compensation against natural background, etc. [9], [10], [11].

The daughters of ^{222}Rn (radon) and ^{220}Rn (thoron) constitute the natural alpha background. Although ^{222}Rn and ^{220}Rn are gases, their daughters are charged and readily attached to particles that are collected with the long-lived alpha emitters. The radon-thoron daughters that interfere with the measurement of the long-lived alpha emitters are ^{218}Po , ^{212}Bi and ^{214}Po which emit alpha particles at $5,99 \text{ MeV}$, $6,05 \text{ MeV}$ and $7,68 \text{ MeV}$ respectively (see Tables V and VI). In the case of measurement techniques that depend upon alpha spectroscopy, an additional consideration is the energy degradation experienced by alpha radiation associated with radon/thoron daughters attached to small particles that have penetrated the

parasite du spectre alpha. Il est possible de réduire cet effet en sélectionnant les milieux de collection ayant des caractéristiques de surface telles que les particules sont retenues aux endroits où l'auto-absorption est minimale, par exemple les filtres en plastique sont préférables à la plupart des filtres en fibres de verre et en papier.

Il existe différentes solutions permettant de faire la discrimination de telles influences tout en respectant les prescriptions qui permettent d'effectuer des mesures à très faible niveau.

Elles comprennent:

- La spectrométrie alpha de haute résolution (utilisant un analyseur d'amplitude à canal unique ou multi-canaux) et l'analyse de la décroissance radioactive [9], [10]. On peut obtenir une plus grande sensibilité en utilisant un milieu collecteur de faible autoabsorption et en effectuant la mesure en plaçant le détecteur et le milieu collecteur sous pression réduite. On doit alors prévoir la possibilité de suivre le spectre avec un analyseur d'amplitude.
- La réduction des interférences dues aux produits de filiation du radon et du thoron, en utilisant un impacteur (sélection des dimensions des particules) [3], [4], [5], et mesure consécutive des particules alpha à vie longue au moyen d'un détecteur adéquat sensible aux particules alpha.
- La mesure différée après désintégration suffisante des radionucléides naturels (qui ont pour la plupart une période courte). Celle-ci est probablement la moins préférée, du fait que le temps de réponse de l'appareil à une mesure alpha serait trop longue (plusieurs heures).

10. Réponse aux autres rayonnements ionisants

Les appareils doivent être conçus de façon à limiter autant que possible l'influence due aux autres rayonnements ionisants. Le constructeur doit spécifier l'influence des autres rayonnements ionisants.

11. Effets des agents chimiques nocifs et de la vapeur d'eau

L'équipement doit être conçu de façon à prévenir autant que possible l'action des acides, tels que NH_3 , et HF , des autres agents nocifs et de la vapeur d'eau lesquels peuvent endommager le détecteur ou toute autre partie du dispositif de prélèvement.

collection medium. This will result in a long interfering tail in the alpha spectrum. This effect can be reduced by selecting collection media having surface characteristics that cause the particles to collect at locations where self-absorption will be minimal, e.g. plastic filters are preferred over most glass and paper types.

There are various ways to discriminate against such influences and still satisfy the requirements to make measurements of very low levels of activity.

They include:

- High-resolution alpha spectroscopy (using single or multi-channel pulse height analysis) and decay analysis [9], [10]. Higher sensitivity can be achieved by using a low absorption collection medium and making the measurement with the detector and collection media in a reduced pressure environment. A capability shall be provided to monitor the spectrum with a pulse height analyzer.
- Reduction of the interfering radon-thoron daughters by use of an impactor (particle size selection) [3], [4], [5], and subsequent measurement of the long-lived alpha particles by a suitable alpha sensitive detector.
- Delayed measurement after suitable decay of the natural radionuclides (which are mostly of short half-life). This is probably least preferred, since instrument response time to an alpha measurement would be too long, e.g. several hours.

10. 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 any ionizing radiation.

11. Effects of noxious chemicals and water vapour

Equipment shall be designed so as to prevent, as far as possible, the effects of acids, such as HNO_3 and HF , other noxious agents and water vapour from damaging the detector or other portions of the sample collection device.

CHAPITRE III: PROCEDURES D'ESSAIS

Sauf spécifications contraires, les essais sont considérés comme des essais de type, bien que certains d'entre eux ou tous puissent être considérés comme des essais d'acceptation, après accord entre le constructeur et l'acheteur.

12. Conditions normales d'essais

Les conditions normales d'essais sont indiquées dans le tableau I.

Les essais effectués dans les conditions normales d'essais sont indiqués dans le tableau II.

13. Essais effectués avec variation des grandeurs d'influence

Ces essais sont indiqués dans les tableaux III et IV. Ils doivent être effectués conformément à l'article 24 de la Publication 761-1 de la CEI.

14. Sources spéciales et sources de référence

Les sources spéciales et les sources de référence doivent avoir des caractéristiques de surface (c'est-à-dire fixation des particules, enrobage, etc.) similaires à celles du milieu collecteur normalement utilisé dans l'appareil. Il est également nécessaire que le dépôt des radionucléides (par exemple ^{239}Pu , ^{241}Am , etc.) des sources spéciales et des sources de référence, soit effectué d'une façon telle qu'il simule le dépôt de l'aérosol sur le milieu collecteur pendant le fonctionnement normal de l'appareil. On aura ainsi une reproduction des caractéristiques de l'absorption des particules alpha par le milieu collecteur, de telle sorte qu'une corrélation puisse être faite entre l'activité des sources et l'activité déposée sur le milieu collecteur.

14.1 Conception des sources

14.1.1 Sources primaires

Il s'agit des sources d'aérosols transuraniens utilisées pour les essais dynamiques des ensembles de détection.

14.1.2 Sources secondaires

- Les paramètres de la source, par exemple configuration géométrique, activité alpha, composition en radionucléides, caractéristiques des aérosols, etc., ainsi que les conditions dans lesquelles sera réalisé le dépôt des particules, doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur. L'étalonnage de la source doit être effectué par rapport à un étalon national ou international approprié.

CHAPTER III: TEST PROCEDURES

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

12. Standard test conditions

The standard test conditions are shown in Table I.

The tests carried out under standard test conditions are listed in Table II.

13. Tests performed with variation of the influence quantities

These tests are listed in Tables III and IV. They shall be carried out in accordance with Clause 24 of IEC Publication 761-1.

14. Reference and special sources

It is necessary that the reference and special sources have surface characteristics (in terms of particle attachment, embedment, etc.) similar to those of the collection media normally used in the equipment. It is also necessary that the deposition of the radionuclides (e.g. ^{239}Pu , ^{241}Am , etc.) in the reference and special sources be done in a manner that simulates the deposition of the aerosol onto the collection media during normal operation of the equipment. This will duplicate the alpha absorption properties of the collection media such that a correlation can be made between the activity on the sources and the activity attached to the collection media.

14.1 *Design of sources*

14.1.1 *Primary sources*

These are sources of transuranic aerosols used for dynamic testing of detector assemblies.

14.1.2 *Secondary sources*

- Source parameters, e.g. physical configuration, alpha activity, radionuclide compositions, aerosol characteristics, etc. and conditions for particle deposition shall be agreed upon between the manufacturer and purchaser. The calibration of the source shall be referenced to an appropriate national or international standard.

Note.- Le concept pour l'établissement d'un étalonnage correct d'un instrument de mesure ou d'un étalon de mesure repose sur des comparaisons successives avec des étalons de plus en plus précis jusqu'à un étalon accepté ou spécifié. En général, le concept d'approches successives implique que l'on se réfère éventuellement à un étalon national ou international approprié.

- Les sources secondaires sont destinées aux essais de type.
- La source secondaire doit être conçue de façon que les émissions alpha, provenant d'une activité alpha équivalente déposée sur le milieu collecteur, par exemple un filtre, la surface de collection d'un impacteur ou autre, utilisés dans l'équipement, soient les mêmes. Le dépôt sur la source doit être effectué dans des conditions similaires aux conditions normales de fonctionnement de l'appareil, en utilisant un aérosol dont les caractéristiques des particules qui le constituent et la composition en radionucléides sont connues. La source doit se présenter sous une forme adaptée à l'évaluation quantitative par des techniques radiochimiques (par voie humide) des transuraniens émetteurs alpha. Cette méthode d'analyse permettra l'étalonnage de la valeur obtenue par rapport à la source.

14.1.3 Sources de contrôle

- Les caractéristiques de la source concernant l'activité alpha, la composition en radionucléides et la configuration géométrique doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.
- Les sources de contrôle sont destinées aux essais de routine de l'appareil.
- L'étalonnage de la source de contrôle doit pouvoir être relié à une source de référence.

14.1.4 Configuration de la source

La source doit être conçue de façon que, lorsqu'elle est disposée dans l'appareil, elle se substitue au milieu collecteur qui est normalement placé dans le dispositif de rétention, lui-même normalement utilisé dans l'appareil.

14.2 Précision des sources primaires et secondaires

L'activité volumique conventionnellement vraie des sources primaires et le taux d'émission surfacique conventionnellement vrai de toutes les sources secondaires doivent être connus avec une précision meilleure que 20%, c'est-à-dire $\varepsilon_{SA} < 20\%$, $\varepsilon_{SR} < 20\%$, où ε_{SA} représente l'incertitude sur la valeur absolue de l'activité de la source et ε_{SR} l'incertitude sur la valeur relative de l'activité des sources l'une par rapport à l'autre.

Note.- A valid calibration of a measuring instrument or measurement standard may be established by a step-by-step comparison with better standards up to an accepted or specified standard. In general, the concept of traceability implies eventual reference to an appropriate national or international standard.

- Secondary sources are intended for type testing.
- The secondary source shall be designed so that the alpha emissions from an equivalent alpha activity deposited on the collection media, e.g. filter, impactor collection surface, etc. used in the equipment are the same. The deposition on the source shall be done under conditions similar to normal operating conditions of the equipment, using an aerosol with known particle characteristics and radionuclide composition. The source shall be in a form suitable for quantification of the alpha-emitting transuranics by radiochemistry (wet chemistry) techniques. This method of analysis will allow for a calibration between the measurement and source.

14.1.3 *Check sources*

- Source values for alpha activity, radionuclide composition and physical configuration shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.
- Check sources are intended for routine equipment tests.
- The calibration of the check source shall be traceable to a reference source.

14.1.4 *Configuration of the source*

The source shall be designed in such a way that when it is placed in the equipment, it will substitute for the normally installed collection media in the retention device normally used in the equipment.

14.2 *Accuracy of primary and secondary sources*

The conventionally true volumetric activity of primary sources and the conventionally true surface emission rate of all secondary sources shall be known to an accuracy of better than $\pm 20\%$, i.e. $\varepsilon_{SA} < 20\%$, $\varepsilon_{SR} < 20\%$, where ε_{SA} is the uncertainty in the absolute value of the source activity, and ε_{SR} is the uncertainty in the relative value of the activity of one source with respect to that of another.

15. Essais de fonctionnement en présence des rayonnements

Sauf s'il en a été convenu autrement entre le constructeur et l'acheteur, il convient que les essais de type comprennent des essais de réponse à tous les aérosols transuraniens qu'il est prévu de mesurer avec l'appareil (voir tableau V).

Ces essais doivent être effectués dans les conditions normales d'essais avec une circulation d'air ou de gaz, sauf s'il peut être démontré qu'il n'est pas nécessaire de confirmer la réponse, dans des conditions normales de travail, en présence de l'activité due au radon qui traverse l'appareil.

15.1 *Essais dynamiques*

Cette méthode doit être appliquée avec l'appareil en fonctionnement. Un aérosol de transuraniens connu (activité, dimensions des particules et composition en radionucléides) doit être généré et introduit dans le dispositif d'admission pendant que l'on surveille toutes les autres conditions normales d'essais.

15.2 *Essais statiques*

Lorsqu'il n'est pas possible de produire un aérosol de transuraniens pour réaliser un essai dynamique, on doit recourir à une méthode statique, à condition qu'elle constitue un essai approprié de l'appareil. Des sources secondaires de différentes activités (ainsi qu'il est spécifié dans l'article 14) doivent être substituées au milieu de collection normale et les essais sont effectués avec l'appareil en fonctionnement et ce en surveillant toutes les autres conditions normales d'essais. Cette méthode doit être utilisée pour les vérifications d'étalonnage lorsqu'elles sont combinées aux valeurs du rendement de collection.

15.3 *Compensation de la radioactivité naturelle*

Si la spectrométrie alpha (avec ou sans comptage sous le vide) ou toute autre méthode est utilisée pour la compensation de la radioactivité naturelle, tous les essais de l'appareil doivent être effectués avec la compensation en fonctionnement, après qu'elle a été réglée, conformément aux instructions du constructeur.

Pour mesurer des transuraniens en présence des produits de filiation du radon et du thoron, notamment lorsque la concentration des éléments transuraniens est très faible, le fonctionnement du système de compensation doit être contrôlé pendant les essais de l'appareil. Les pics d'énergie alpha, correspondant aux éléments transuraniens et au fond de radioactivité naturelle, doivent être identifiés. Ainsi donc, les mesures de la radioactivité naturelle doivent être faites de façon à permettre la distinction avec les mesures effectuées en présence d'une source.

15.4 *Précision de la réponse aux sources de référence*

15.4.1 *Prescriptions*

Les essais doivent être effectués conformément au paragraphe 26.2 de la Publication 761-1 de la CEI et conformément aux prescriptions relatives à la précision mentionnées dans le tableau II de cette norme.

15. Radiation performance tests

Unless otherwise agreed between the manufacturer and the purchaser, the type test should include tests of response to all of the transuranic aerosols (see Table V) 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 unless it can be demonstrated that this is unnecessary to prove the response in normal working conditions where radon activity is being drawn into the assembly.

15.1 *Dynamic tests*

This method shall be with the instrument in full operation. A known transuranic aerosol (activity, particle size and radionuclide composition) shall be generated and introduced into the sampling inlet while monitoring all standard test conditions.

15.2 *Static tests*

If it is not practical to generate a transuranic aerosol to perform a dynamic test, a static method may be employed provided this adequately tests the equipment. In this case, secondary sources (as stated in Clause 14) of different activities shall be substituted for the normal collection media and tests conducted with the instrument in full operation while monitoring all standard test conditions. This method shall be used for calibration checks when combined with collection efficiency values.

15.3 *Compensation against natural background*

If alpha spectroscopy (with or without counting under vacuum) or any other method is included for compensation against natural radioactivity, all tests of the equipment shall be performed with the compensation in operation after having been adjusted in accordance with the instructions of the manufacturer.

To measure transuranics in the presence of radon-thoron daughters especially at very low levels of transuranics, the operation of the compensation system shall be monitored during the equipment tests. The alpha energy peaks shall be identified for the transuranic and natural background activities. Also, background measurements shall be made so as to differentiate between the measurements done with a source in place.

15.4 *Accuracy of the response to reference sources*

15.4.1 *Requirements*

Tests shall be carried out in accordance with Sub-clause 26.2 of IEC Publication 761-1 and to the accuracy requirements of Table II of this standard.

15.4.2 Méthode d'essai

En vue de couvrir la totalité de l'échelle du sous-ensemble de mesure, il peut être nécessaire d'utiliser plusieurs sources de chaque type. Dans ce cas, l'activité conventionnellement vraie de toutes les sources de même type utilisées doit être déterminée à partir d'une source particulière que l'on considérera comme la source de référence. Cette méthode permet de réduire les erreurs autres que l'erreur relative intrinsèque du sous-ensemble en essai.

Lorsque des sources de référence secondaires sont utilisées, celles-ci doivent être placées dans une position telle qu'elles simulent la présence du milieu collecteur (filtre par exemple). L'erreur relative intrinsèque (E), exprimée en pourcentage, doit être évaluée pour chaque essai, conformément au paragraphe 26.2.5 de la Publication 761-1 de la CEI, en remplaçant l'activité conventionnellement vraie par le taux d'émission surfacique conventionnellement vrai. Ces essais doivent être effectués avec une circulation d'air (ou de gaz). L'importance du bruit de fond dû à la radioactivité naturelle doit être déterminée avec circulation d'air (ou de gaz) à travers l'appareil.

15.5 Réponse à l'activité des gaz rares

15.5.1 Prescriptions

La réponse aux gaz radioactifs susceptibles d'être présents dans l'air prélevé ou le gaz porteur doit être spécifiée par le constructeur.

15.5.2 Méthode d'essai

Raccorder le conduit d'admission d'air au conduit de refoulement d'air et mesurer le volume total du circuit d'air. Injecter dans le dispositif un volume connu de gaz, par exemple du ^{133}Xe ou du ^{85}Kr , dont on connaît l'activité totale. Mettre en marche le moniteur d'aérosol.

Noter la valeur correspondant à l'équilibre ou à la valeur maximale atteinte. Exprimer le résultat en :

$$\frac{\text{taux de comptage}}{\text{activité volumique}}$$

15.6 Réponse à l'activité du radon et du thoron

Le constructeur doit spécifier la concentration minimale détectable du radionucléide transurannique émetteur alpha concerné, par exemple le ^{239}Pu , en présence des produits de filiation du radon et du thoron à des niveaux ayant fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

Des essais, ayant fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur, doivent être effectués pour vérifier les valeurs minimales détectables des radionucléides concernés en présence d'un bruit de fond d'activité connu (produits de filiation du radon et du thoron).

Les procédures d'essais pour vérifier les valeurs minimales détectables des radionucléides concernés en présence d'un bruit de fond d'activité connu (radon ou thoron) sont en préparation et feront l'objet d'un document complémentaire de la CEI. Quand ce document sera disponible, on devra effectuer les essais spécifiés correspondants.

15.4.2 Test method

In order to cover the whole of the scale of the measuring assemblies, several sources of each type may be necessary. In this case, the conventionally true activity of all the sources of the same type used shall be determined in terms of that from one particular source which shall be considered as the reference source. By this method, errors other than the relative intrinsic error of the assembly under test are reduced.

When secondary reference sources are used, these shall be in a position that simulates the normal position of the collection medium, e.g. filter. The relative intrinsic error (E) given as a percentage shall be established for each test, in accordance with Sub-clause 26.2.5 of IEC Publication 761-1, with the conventionally true surface emission rate substituted for conventionally true activity. These tests shall be conducted with air (gas) flow. The quantity of natural background activity shall be determined for the air (gas) passing through the equipment.

15.5 Response to noble gas activity

15.5.1 Requirements

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

15.5.2 Test method

Connect the inlet air duct to the outlet air duct and measure the total air duct volume. Inject into the system a known volume of gas, e.g. ^{133}Xe or ^{85}Kr , of known total activity. Operate the aerosol monitor.

Note the reading corresponding to equilibrium or to the highest value attained. Express the result in:

$$\frac{\text{counting rate}}{\text{volumetric activity}}$$

15.6 Response to radon and thoron gas activities

The manufacturer shall specify the minimum detectable transuranic alpha-emitting radionuclide concentration of interest, e.g. ^{239}Pu , in the presence of radon and thoron daughters at levels agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

Tests, agreed between the manufacturer and the purchaser, shall be conducted to verify the minimum detectable values for radionuclides of interest in the presence of a known background (radon and thoron daughters) activity.

Test procedures for compensation against radon-thoron background and for the determination of minimum detectable activity in such backgrounds are in preparation in an additional IEC document. When this document is available the relevant tests specified shall be used.

16. Essais du circuit d'air

Outre les essais spécifiés dans l'article 29 de la Publication 761-1 de la CEI, les essais suivants doivent être effectués:

16.1 *Fuites externes*

Cet essai a pour objectif de mesurer les fuites externes, mais pas les fuites internes de contournement du porte-filtre ou de tout autre dispositif de rétention.

16.1.1 *Prescriptions*

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.

16.1.2 *Méthode d'essai*

Le taux de fuite au niveau du porte-filtre équipé d'un filtre propre ou de tout autre dispositif de rétention des particules doit être mesuré au moyen de deux compteurs volumétriques ou deux débitmètres; ceux-ci doivent être étalonnés l'un par rapport à l'autre avec une précision meilleure que 5%.

L'un des appareils doit être placé en amont de l'ensemble et l'autre en aval du porte-filtre ou de tout autre dispositif de rétention, et immédiatement en amont du débitmètre incorporé à l'ensemble.

Une série de dix mesures consécutives doit être effectuée, à intervalles de temps appropriés. La moyenne des débits mesurés en amont et en aval ne doit pas différer de plus de 5% pour des durées normales de temps de prélèvement. Si nécessaire, on doit effectuer des corrections pour tenir compte des différences de pression d'air.

16.2 *Essais du rendement de collection [12]*

16.2.1 *Dimensions des particules*

Le diamètre des particules ainsi que la gamme des dimensions des particules utilisées lors de la détermination du rendement de collection du dispositif de prélèvement doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur, notamment en ce qui concerne le diamètre de l'aérosol à surveiller, le rendement de collection du milieu filtrant en fonction de la taille des particules, etc.

16.2.2 *Types d'aérosols*

Plusieurs types d'aérosols peuvent être utilisés pour effectuer les essais du rendement de collection:

- aérosols non radioactifs comportant des particules fluorescentes;
- aérosols non radioactifs composés de sphères de latex ou de polystyrène;
- aérosols radioactifs.

16. Tests of the air circuit

In addition to the tests specified in Clause 29 of IEC Publication 761-1, the following tests shall be carried out:

16.1 *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.

16.1.1 *Requirements*

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

16.1.2 *Test method*

The rate of leakage at the filter holder with a clean filter or with other particle retention devices shall be measured by means of two volume meters or flow meters; these shall be calibrated relative to one another to better than 5%.

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 meter incorporated in the assembly.

A series of ten consecutive measurements shall be made at convenient time intervals. The mean of the measured upstream and downstream flows shall not differ by more than 5% over normal periods of sampling times. If applicable, corrections shall be made for air pressure differences.

16.2 *Tests of collection efficiency [12]*

16.2.1 *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, e.g. depending upon the diameter of the aerosol to be monitored, collection efficiency of the filter media versus particle size, etc.

16.2.2 *Aerosol type*

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

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

16.2.3 Méthode d'essai

L'essai du rendement de collection doit être effectué en injectant, à l'entrée du conduit de prélèvement, un échantillon d'air contenant des particules monodispersées d'un diamètre aérodynamique équivalent approprié. Le sous-ensemble de prélèvement doit être en fonctionnement dans des conditions d'essais connues, notamment en ce qui concerne le débit. Après arrêt du sous-ensemble de prélèvement, on doit déterminer les quantités suivantes:

- quantité d'aérosols retenue par le milieu collecteur;
- quantité d'aérosols retenue sur les surfaces internes du conduit d'admission et sur les autres surfaces du circuit d'air en amont du milieu collecteur;
- quantité d'aérosols en aval du milieu collecteur.

16.2.4 Détermination du rendement de collection

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_M = quantité d'aérosols déposée sur le milieu collecteur

C_U = quantité d'aérosols récupérée sur les surfaces internes du conduit d'admission en amont du milieu collecteur

C_D = quantité d'aérosols récupérée en aval du milieu collecteur

Le rendement de collection (E_m) du milieu collecteur est donné par la formule:

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

Il est recommandé, si cela est réalisable, de déterminer par une autre méthode la quantité totale d'aérosols (C_T) afin de vérifier les valeurs obtenues. De telles méthodes comportent la mesure de la concentration de l'aérosol pénétrant dans le conduit d'admission par différentes techniques instrumentales, par exemple spectrophotomètre, analyseur de particules, etc.

16.2.3 Test method

Collection efficiency shall be tested by introducing into the inlet sampling pipe a sample of air containing monodisperse particles of the appropriate aerodynamic equivalent diameter. The sampling equipment shall be operating under known test conditions, e.g. flow rate. After shutdown of the sampling equipment, the following shall be determined:

- amount of aerosol collected on the sampling media;
- amount of aerosol collected on the internal surfaces of the inlet pipe and other surfaces of the air circuit upstream of the collection media;
- amount of aerosol downstream of the collection media.

16.2.4 Determination of collection efficiency

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_M = amount deposited on the collection media

C_U = amount recovered from internal surfaces of the air circuit upstream of the collection media

C_D = amount collected downstream of the collection media

The collection efficiency (E_m) of the collection media is given by:

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

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 aerosol concentration entering the inlet pipe by various instrumental techniques, e.g. spectrophotometer, particle analyzer, etc.

CHAPITRE IV: DOCUMENTATION

17. Certificat et rapport sur les essais de type

Le constructeur doit fournir pour chaque équipement un certificat donnant, en plus des informations spécifiées dans le chapitre IV de la Publication 761-1 de la CEI, les informations suivantes:

- dimensions, type et orientation du milieu filtrant ou autre dispositif de rétention de particules à utiliser;
- épaisseur de la fenêtre du détecteur et de tout écran placé sur la surface du détecteur (voir paragraphe 3.4);
- caractéristiques des sources de référence et des sources spéciales 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 sur le filtre ou sur tout autre dispositif de rétention pouvant être tolérée sans qu'il y ait perturbation de la mesure;
- radionucléides pour lesquels l'appareil est conçu (degré de sélectivité) et réponse à ces nucléides en fonction de l'activité volumique de l'air prélevé;
- réponse aux autres radionucléides si la mesure est sélective;
- réponse aux gaz rares et aux produits de filiation du radon et du thoron;
- rendement de collection pour une gamme de dimensions de particules, conformément à ce qui a été convenu entre le constructeur et l'acheteur.

CHAPTER IV: DOCUMENTATION

17. Type test report and certification

With each equipment, the manufacturer shall provide a certificate giving the following information in addition to that specified in Chapter IV of IEC Publication 761-1:

- size, type and orientation of filter medium or other particle retention device to be used;
 - detector window thickness and any coating over the detector surface (see Sub-clause 3.4);
 - characteristics of the reference and special sources used;
 - delay time between sampling and measurement (where sampling and measurement is not simultaneous);
 - upper limit of dust deposition on the filter or other particle retention device 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 as a function of the activity per unit of volume of air sampled;
 - response to other radionuclides if the measurement is selective;
 - response to noble gases and daughters of radon-thoron;
 - collection efficiency for a size range of particles as agreed upon between the manufacturer and the purchaser.
-

Tableau I - Conditions de référence et conditions normales d'essai
(sauf spécification contraire du constructeur)

Grandeurs d'influence	Conditions de référence	Conditions normales d'essais
Source alpha de référence	^{239}Pu ou ^{241}Am *	^{239}Pu ou ^{241}Am
Durée de préchauffage:		
- dispositifs électroniques	15 min	≥ 15 min
- circuit d'air ou de gaz	60 min	≥ 60 min
Température ambiante	20 °C	18 °C à 22 °C
Humidité relative	65%	50% à 75%
Pression atmosphérique	100 kPa	86 kPa à 106 kPa **
Tension d'alimentation électrique	Tension nominale d'alimentation U_N	$U_N \pm 1\%$
Fréquence de la tension d'alimentation électrique	Fréquence nominale	Fréquence nominale $\pm 0,5\%$
Forme d'onde de la tension d'alimentation électrique	Sinusoidale	Sinusoidale avec une distorsion harmonique totale inférieure à 5%
Rayonnement gamma ambiant	Débit de dose absorbée dans l'air de $0,25 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ($25 \mu\text{rad} \cdot \text{h}^{-1}$)	Inférieur au débit de dose absorbée dans l'air de $0,25 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ($25 \mu\text{rad} \cdot \text{h}^{-1}$)
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 des éléments radioactifs	Négligeable	Négligeable
* Ou autres nucléides transuraniens pour lesquels l'appareil de mesure est conçu. ** Lorsque la technique de détection est particulièrement sensible aux variations de la pression atmosphérique, les conditions normales d'essais doivent être limitées à $\pm 5\%$ de la pression de référence.		