

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1263**

Première édition
First edition
1994-06

**Instrumentation pour la radioprotection –
Appareil portatif pour la mesure de l'énergie
alpha potentielle pour mesures rapides dans
les mines**

**Radiation protection instrumentation –
Portable potential alpha energy meter for rapid
measurements in mines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1263: 1994

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1263**

Première édition
First edition
1994-06

**Instrumentation pour la radioprotection –
Appareil portatif pour la mesure de l'énergie
alpha potentielle pour mesures rapides dans
les mines**

**Radiation protection instrumentation –
Portable potential alpha energy meter for rapid
measurements in mines**

© CEI 1994 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
SECTION 1: GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1.1 Domaine d'application et objet	8
1.2 Références normatives	8
1.3 Caractéristiques générales	10
1.4 Terminologie et unités	10
1.4.1 Energie alpha potentielle	12
1.4.2 Appareil portatif de mesure de la concentration volumique en énergie alpha potentielle	12
1.4.3 Aérosols	12
1.4.4 Dépôt actif	12
1.4.5 Source radioactive mince	12
1.4.6 Taux d'émission surfacique d'une source	12
1.4.7 Epaisseur totale équivalente de fenêtre	14
1.4.8 Valeur conventionnellement vraie d'une quantité	14
1.4.9 Erreur d'indication	14
1.4.10 Erreur d'indication relative	14
1.4.11 Erreur intrinsèque relative	14
1.4.12 Coefficient de variation	14
1.4.13 Unités	14
1.4.14 Réponse de référence	16
1.4.15 Essais de qualification	16
1.4.16 Essais de recette	16
SECTION 2: CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	
2.1 Généralités	18
2.1.1 Sous-ensemble de prélèvement et de détection	18
2.1.2 Sous-ensemble de commande et de mesure	18
2.1.3 Sous-ensemble d'alimentation électrique	18
2.1.4 Type d'informations données par le sous-ensemble d'affichage	20
2.1.5 Poids et encombrement	20
2.1.6 Construction générale	20
2.1.7 Etendue de mesure	20
2.2 Caractéristiques techniques des éléments constituant les sous-ensembles de prélèvement et de détection	20
2.2.1 Dispositif de prélèvement	20
2.2.2 Dispositif de rétention des aérosols	20
2.2.3 Détecteurs de rayonnement	22
2.2.4 Pompe à air	22
2.2.5 Dispositif d'évacuation de l'air prélevé	22
2.2.6 Dispositif de contrôle et de réglage du débit d'air ou du volume prélevé ...	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
SECTION 1: GENERAL	
Clause	
1.1 Scope and object	9
1.2 Normative references	9
1.3 General characteristics	11
1.4 Terminology and units	11
1.4.1 Potential alpha energy	13
1.4.2 Portable potential alpha energy meter	13
1.4.3 Aerosols	13
1.4.4 Active deposit	13
1.4.5 Thin radioactive source	13
1.4.6 Surface emission rate of a source	13
1.4.7 Total equivalent window thickness	15
1.4.8 Conventionally true value of a quantity	15
1.4.9 Error of indication	15
1.4.10 Relative error of indication	15
1.4.11 Relative intrinsic error	15
1.4.12 Coefficient of variation	15
1.4.13 Units	15
1.4.14 Reference response	17
1.4.15 Qualification tests	17
1.4.16 Acceptance tests	17
SECTION 2: TECHNICAL CHARACTERISTICS	
2.1 General	19
2.1.1 Sampling and detection sub-assembly	19
2.1.2 Control and measurement sub-assembly	19
2.1.3 Power supply sub-assembly	19
2.1.4 Mode of expression of read-out sub-assembly	21
2.1.5 Mass and dimensions	21
2.1.6 General construction	21
2.1.7 Range of measurement	21
2.2 Technical characteristics of the sampling and detection sub-assemblies	21
2.2.1 Sampling device	21
2.2.2 Aerosol retention device	21
2.2.3 Radiation detection unit	23
2.2.4 Air pump	23
2.2.5 Exhaust device	23
2.2.6 Air volume, flow-rate monitoring and control devices	23

Articles	Pages
2.3 Caractéristiques techniques des éléments constituant les sous-ensembles de commande et de mesure	22
2.3.1 Dispositifs électroniques de mesure	22
2.3.2 Dispositifs d'affichage de la mesure	22
2.3.3 Unité de programmation automatique des opérations	24
2.3.4 Unité électrique de commande	24
2.3.5 Indicateurs d'état de fonctionnement	24

SECTION 3: PROCÉDURES D'ESSAI

3.1 Généralités	24
3.1.1 Définition des conditions d'essai	24
3.1.2 Sources d'essai	26
3.2 Caractérisation des performances	28
3.2.1 Réponse de référence	28
3.2.2 Réponse aux sources de référence	30
3.2.3 Réponse aux atmosphères normalisées de référence	32
3.2.4 Réponse au rayonnement gamma ambiant	34
3.3 Caractéristiques électriques	34
3.3.1 Fluctuations statistiques	34
3.3.2 Alimentation électrique	36
3.3.3 Stabilité d'indication des sous-ensembles détecteur et électronique de mesure	38
3.4 Caractéristiques du milieu ambiant	38
3.4.1 Température ambiante	38
3.4.2 Hygrométrie	38
3.4.3 Pression atmosphérique	40
3.5 Essais de l'ensemble de prélèvement	40
3.5.1 Essai du circuit d'air	40
3.5.2 Réglage du débit	40
3.5.3 Période de mise en température	42
3.5.4 Evaluation du débit de fuites externes	42
3.5.5 Effets des fluctuations de la tension électrique d'alimentation	44

SECTION 4: DOCUMENTATION

4.1 Rapport sur les essais de type	44
4.2 Certificat d'identification	44
Tableaux	46
Annexe A – Méthodes de mesure de la concentration volumique en énergie alpha potentielle (CEAP) des descendants du radon	50

Clause	Page
2.3 Technical characteristics of the control and measurement sub-assemblies	23
2.3.1 Electronic measuring devices	23
2.3.2 Measurement indication devices	23
2.3.3 Automatic operation unit	25
2.3.4 Electrical control unit	25
2.3.5 Operational indicators	25
SECTION 3: TEST PROCEDURES	
3.1 General	25
3.1.1 Definition of test conditions	25
3.1.2 Test sources	27
3.2 Performance characteristics	29
3.2.1 Reference response	29
3.2.2 Response to reference sources	31
3.2.3 Response to standard reference atmospheres	33
3.2.4 Response to ambient gamma radiation	35
3.3 Electrical characteristics	35
3.3.1 Statistical fluctuations	35
3.3.2 Power supplies	37
3.3.3 Stability of indication of detection and electronic measurement sub-assemblies	39
3.4 Environmental characteristics	39
3.4.1 Ambient temperature	39
3.4.2 Relative humidity	39
3.4.3 Atmospheric pressure	41
3.5 Tests of the sampling assembly	41
3.5.1 Tests of the air circuit	41
3.5.2 Flow-rate control	41
3.5.3 Warm-up time	43
3.5.4 Estimation of the external leakage flow-rate	43
3.5.5 Effect of supply voltage variations	45
SECTION 4: DOCUMENTATION	
4.1 Type tests report	45
4.2 Identification certificate	45
Tables	47
Annex A – Methods for measuring the potential alpha energy concentration (PAEC) of airborne radon decay products	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION –
APPAREIL PORTATIF POUR LA MESURE DE L'ÉNERGIE
ALPHA POTENTIELLE POUR
MESURES RAPIDES DANS LES MINES**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1263 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
45B(BC)100	45B(BC)111

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION –
PORTABLE POTENTIAL ALPHA ENERGY METER FOR
RAPID MEASUREMENTS IN MINES**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1263 has been prepared by sub-committee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

DIS	Report on voting
45B(CO)100	45B(CO)111

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

Annex A is for information only.

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION – APPAREIL PORTATIF POUR LA MESURE DE L'ÉNERGIE ALPHA POTENTIELLE POUR MESURES RAPIDES DANS LES MINES

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale énumère les exigences qui s'appliquent à tout appareil portatif destiné à la mesure rapide de l'énergie alpha potentielle engendrée par les produits de la désintégration du radon ²²²Rn dans l'atmosphère des mines souterraines.

La mesure de la concentration volumique en énergie alpha potentielle (CEAP) dans l'atmosphère des mines a pour fonction principale de permettre d'évaluer le degré d'exposition des mineurs. De telles mesures pourront aussi servir à déterminer l'exposition des travailleurs d'autres domaines.

Les exigences données dans cette norme définissent les caractéristiques générales, les méthodes générales d'essais, les caractéristiques électriques et mécaniques et les caractéristiques de sécurité et de réponse aux rayonnements et au milieu ambiant, ainsi que les certificats d'identification.

Les exigences de cette norme seront appliquées conformément aux principes généraux de prélèvement d'échantillons d'aérosols radioactifs de l'ISO 2889.

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, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente 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 possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

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

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

CEI 68: *Essais d'environnement*

CEI 181A: 1965, *Premier complément à la CEI 181 (1964): Inventaire d'appareils électriques de mesure utilisés en relation avec des rayonnements ionisants*

CEI 777: 1983, *Terminologie, grandeurs et unités concernant la radioprotection*

ISO 2889: 1975, *Principes généraux pour le prélèvement des matières radioactives contenues dans l'air*

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION – PORTABLE POTENTIAL ALPHA ENERGY METER FOR RAPID MEASUREMENTS IN MINES

Section 1: General

1.1 Scope and object

This standard sets forth the requirements for a portable instrument for the rapid measurement of the volume potential alpha energy due to the decay products of radon ^{222}Rn in the air of underground mines.

The volume potential alpha energy (potential alpha energy concentration-PAEC) is measured in the air of mines mainly to estimate the exposure of miners. Such measurements may also be required for the assessment of other occupational exposures.

The requirements given in this standard specify general characteristics, general test procedures, radiation characteristics, electrical, mechanical, safety and environmental characteristics and also identification certificates.

The requirements of this standard are applicable in accordance with the general principles for sampling airborne radioactive materials of ISO 2889.

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 181A: 1965, *First supplement to IEC 181 (1964): Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation*

IEC 777: 1983, *Terminology, quantities and units concerning radiation protection*

ISO 2889: 1975, *General principles for sampling airborne radioactive materials*

1.3 Caractéristiques générales

La norme s'applique aux équipements destinés au contrôle des énergies alpha potentielles volumiques de mélanges de descendants de radon ^{222}Rn dans des prélèvements instantanés.

Parmi les radionucléides de courte durée susceptibles de nuire à la santé figurent ^{218}Po (RaA), ^{214}Pb (RaB), ^{214}Bi (RaC), ^{214}Po (RaC'). Ces produits de désintégration émettant à la fois des rayonnements alpha et bêta de périodes radioactives différentes, ces rayonnements peuvent indifféremment servir à déterminer la concentration en énergie alpha potentielle.

On se sert généralement de détecteurs de rayonnement alpha à haute efficacité et à faible bruit de fond qui autorisent deux méthodes de mesure:

- comptage alpha dans lequel est mesurée l'activité alpha globale,
- méthode spectrométrique qui mesure les activités individuelles de chaque émetteur alpha.

La méthode adoptée dépend du but exact que l'on poursuit mais les recommandations contenues ici s'appliquent à un appareil universel devant être utilisé pour la protection radiologique dans les mines souterraines ainsi que dans d'autres lieux de travail.

Les méthodes adoptées sont pratiquement toutes basées sur l'analyse de la radioactivité accumulée sur un filtre.

De nombreuses méthodes de mesure ont déjà été décrites, mais elles sont toutes basées sur la résolution exacte ou approximative des équations de désintégration et de croissance radioactives des descendants du radon (voir annexe A).

Les diverses méthodes approchées optimisent les durées de prélèvement, les durées d'attente entre les prélèvements et les durées de comptage pour obtenir le maximum de sensibilité dans la mesure des concentrations de descendants du radon. L'instrument peut utiliser les méthodes à simple, double ou triple comptage. Les méthodes à simple comptage, généralement basées sur le comptage alpha global, sont couramment utilisées et, en particulier, dans les mines souterraines en raison de leur simplicité. Afin d'améliorer l'exactitude et la rapidité des opérations, on peut utiliser deux comptages non corrélés. La valeur de l'énergie alpha potentielle volumique exprimée en unités appropriées est déterminée avec un degré d'incertitude intrinsèque dépendant du facteur d'équilibre entre les concentrations individuelles des différents descendants du radon dans l'atmosphère étudiée. Il est possible de définir théoriquement l'incertitude intrinsèque des diverses méthodes.

La méthode à triple comptage permet d'effectuer des mesures théoriquement exemptes d'incertitude intrinsèque.

1.4 Terminologie et unités

La terminologie générale se rapportant à la détection et à la mesure des rayonnements ionisants et aux instruments nucléaires est donnée dans la CEI 50, chapitres 391 et 392, et la CEI 181A. On trouvera des termes supplémentaires sur la protection contre le rayonnement dans la CEI 777. Une terminologie spéciale est aussi incluse dans cette norme.

1.3 General characteristics

The standard is applicable to equipments designed for monitoring volume potential alpha energy by grab sampling of mixtures of radon ^{222}Rn daughters.

The short-lived radionuclides of potential health-hazard concern include ^{218}Po (RaA), ^{214}Pb (RaB), ^{214}Bi (RaC), and ^{214}Po (RaC'). Decay products emit both alpha and beta radiations with different half-lives and either radiation may be employed in determining volume potential alpha energy.

High efficiency and low background alpha detectors are commonly used, which allow two measurement procedures:

- gross alpha count methods, where the total alpha activity is measured,
- and alpha spectrometric methods, where the activities of each alpha emitter are measured.

The method of measurement depends on the exact objective, but the recommendations here are for a general purpose instrument to be used for radiological protection in underground mines and also in other working places.

Practically all methods used are based on the analysis of the activity collected on a filter.

Many methods of measurement have been described, but they are all based on exact or approximate solution of the equations governing radioactive decay and growth of radon decay products (see annex A).

The different approximate methods optimize sampling, waiting and counting time intervals to yield maximum sensitivities in the measurement of radon daughters concentrations. One-count, two-count and three-count methods may be implemented in the instrument. One-count methods, generally based on gross alpha counting, are often used, especially in underground mines, for their simplicity. To improve accuracy and rapidity of operating procedures, two uncorrelated counts may be used. The value of the potential alpha energy concentration, expressed in appropriate units, is determined with an inherent uncertainty which is influenced by the degree of radioactive equilibrium between the individual radon daughters concentrations in the sampled atmosphere. The inherent uncertainty of different methods can be theoretically stated.

The three-count methods allow the carrying out of measurements generally without inherent uncertainty.

1.4 Terminology and units

The general terminology concerning detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation is given in IEC 50, Chapters 391 and 392, and IEC 181A. Other terms about protection from radiation are in IEC 777. A special terminology is also included in this standard.

1.4.1 *Energie alpha potentielle*

On appelle énergie alpha potentielle (EAP) l'énergie alpha totale dégagée par les descendants à vie courte du radon dans leur chaîne de désintégration jusqu'au ^{210}Pb .

La concentration volumique en énergie alpha potentielle (CEAP) représente l'énergie alpha potentielle totale dégagée par tout mélange de descendants à vie courte du radon dans un volume d'un mètre cube d'air.

Cette quantité s'exprime en J.m^{-3} en unités SI.

1.4.2 *Appareil portatif de mesure de la concentration volumique en énergie alpha potentielle*

Dans la présente norme, il faut entendre par «appareil portatif de mesure de la concentration volumique en énergie alpha potentielle» un instrument destiné à l'évaluation des concentrations volumiques en énergie alpha potentielle dans des prélèvements instantanés, pris au hasard, de mélanges de descendants du radon.

L'appareil devra être capable de fournir des résultats rapides pour obtenir une évaluation de la concentration volumique en énergie alpha potentielle en différents lieux de travail pendant une journée normale de travail.

Les méthodes d'analyse utilisées pourront être choisies de concert par l'utilisateur et le fabricant.

1.4.3 *Aérosols*

Particules solides ou liquides en suspension dans l'air, d'une dimension se situant généralement entre $0,01\ \mu\text{m}$ et $10\ \mu\text{m}$. La dimension des particules sur lesquelles les radionucléides descendants du radon se fixent est généralement comprise entre $0,1\ \mu\text{m}$ et $0,3\ \mu\text{m}$.

Une petite fraction des descendants du radon ne s'attache pas à des aérosols. Cette partie est souvent appelée fraction libre.

1.4.4 *Dépôt actif*

Ce sont des produits radioactifs de désintégration à vie courte du ^{222}Rn (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po) déposés sur des surfaces solides ou collectés sur des filtres.

1.4.5 *Source radioactive mince*

Pour les besoins de cette norme, une source radioactive mince sera définie comme suit: source radioactive dont l'épaisseur est suffisamment faible pour garantir que l'absorption, au sein de la matière dont elle est constituée, du rayonnement qu'elle émet et auquel on s'intéresse est négligeable.

1.4.6 *Taux d'émission surfacique d'une source*

Nombre de particules alpha ou bêta sortant de la face antérieure de la source par unité de temps.

1.4.1 *Potential alpha energy*

The Potential Alpha Energy (PAE) is the total alpha energy released by the short-lived radon daughters in the decay chain to ^{210}Pb .

The Potential Alpha Energy Concentration (PAEC) corresponds to the total potential alpha energy produced by the complete decay to ^{210}Pb of any combination of short-lived radon decay products present in one cubic meter of air.

The SI unit of this quantity is $\text{J}\cdot\text{m}^{-3}$.

1.4.2 *Portable potential alpha energy meter*

In this standard the term "Portable Potential Alpha Energy meter" means an instrument intended for monitoring the Potential Alpha Energy Concentration by grab sampling of mixtures of radon daughters.

It shall be capable of providing rapid results so as to allow monitoring of Potential Alpha Energy Concentration during a working shift, in different working areas of the mines.

The implemented methods may be decided between manufacturer and purchaser.

1.4.3 *Aerosols*

Suspension of fine solid or liquid particles in air, with dimensions generally in the 0,01 to 10 μm range. The sizes of the carrier aerosol, to which most of radon daughters are attached, are generally in the 0,1 μm to 0,3 μm range.

A small fraction of radon daughters may not become attached to airborne particles and this quantity is often referred to as the unattached fraction.

1.4.4 *Active deposit*

Solid short-lived radioactive decay products of ^{222}Rn (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po) deposited on surfaces or collected on filters.

1.4.5 *Thin radioactive source*

For the purpose of this standard, the following definition shall apply for a thin radioactive source: a radioactive source the thickness of which is sufficiently small to ensure that absorption of alpha radiation emitted by the radioactive material within the source material is negligible.

1.4.6 *Surface emission rate of a source*

The number of alpha or beta particles emerging from the front face of the source in unit time.

1.4.7 *Épaisseur totale équivalente de fenêtre*

Épaisseur équivalente qu'une particule (alpha ou bêta) émise normalement à une surface traverse avant d'atteindre l'espace sensible du détecteur; elle est généralement exprimée en masse par unité de surface. Cette épaisseur comprend la distance parcourue dans l'air, l'épaisseur de la fenêtre du détecteur et, parfois, l'épaisseur d'un filtre ou écran placé devant la fenêtre.

La masse par unité de surface est exprimée en unités SI: kg.m^{-2} (ou multiple ou sous-multiple pratique).

La présente norme utilise comme unité le mg.cm^{-2} .

1.4.8 *Valeur conventionnellement vraie d'une quantité*

C'est l'évaluation la plus proche de la valeur réelle de la quantité (Q) utilisée pour l'étalonnage de l'équipement: cette valeur et son incertitude associée seront déterminées par rapport à un étalon secondaire ou primaire, ou à l'aide d'un instrument de référence étalonné avec un étalon secondaire ou primaire.

1.4.9 *Erreur d'indication*

Différence entre la valeur indiquée et la valeur conventionnellement vraie au point de mesure.

1.4.10 *Erreur d'indication relative*

Quotient, exprimé sous forme de pourcentage, de l'erreur d'indication par la valeur conventionnellement vraie.

1.4.11 *Erreur intrinsèque relative*

Erreur relative d'indication d'un ensemble pour une valeur déterminée dans des conditions de référence spécifiées.

1.4.12 *Coefficient de variation*

Rapport V entre l'écart-type s et la valeur de la moyenne arithmétique $\bar{x}$ d'une série de n mesures x_i selon la formule suivante:

$$V = s/\bar{x} = \bar{x}^{-1} \left[(n-1)^{-1} \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$$

1.4.13 *Unités*

La présente norme utilise les unités du Système International (unités SI). En ce qui concerne les mesures de rayonnement, les grandeurs exprimées en unités admises à titre provisoire (par exemple: rad) sont aussi indiquées entre parenthèses. Les unités pratiques suivantes, étrangères au système SI, seront aussi au besoin utilisées:

1.4.7 *Total equivalent window thickness*

The equivalent thickness, generally expressed in mass per unit area that a particle (alpha or beta) emitted normally from a surface, crosses in order to reach the sensitive volume of the detector. This thickness includes the distance covered in air plus the detector window thickness and, sometimes, the thickness of any screen fitted over the detector.

The SI-unit of mass per unit area is: kg.m^{-2} .

This standard uses the sub-multiple unit: mg.cm^{-2} .

1.4.8 *Conventionally true value of a quantity*

The best estimate of the true value of the quantity (Q) used for calibration of equipment; this value and its uncertainty shall be determined from a secondary or primary standard, or by a reference instrument which has been calibrated against a secondary or primary standard.

1.4.9 *Error of indication*

The difference between the indicated value and the conventionally true value at the point of measurement.

1.4.10 *Relative error of indication*

The quotient, expressed as a percentage, of the error of indication by the conventionally true value.

1.4.11 *Relative intrinsic error*

The relative error of indication of an assembly with respect to a specified value under specified reference conditions.

1.4.12 *Coefficient of variation*

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

$$V = s/\bar{x} = \bar{x}^{-1} \left[(n-1)^{-1} \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$$

1.4.13 *Units*

This standard uses the International System of units (SI-units). For radiation quantities the values expressed in units in temporary use (for example, rad) are also indicated in brackets. The following non-SI units of practical importance will also be used where appropriate:

- temps: heures, minutes;
- énergie: MeV;
- Concentration volumique en énergie alpha potentielle (CEAP): niveau de travail (WL)*.

1.4.14 Réponse de référence

La réponse de référence, $R_{\text{réf}}$, est la réaction de l'appareil en essai dans des conditions normalisées (tableau 1), à la fois au taux d'émission de la source solide de référence et à l'activité volumique de la source gazeuse (atmosphérique) de référence.

Elle s'exprime par l'équation:

$$R_{\text{réf}} = (I_{\text{rs}} - I_{\text{b}}) / Q_{\text{rs}}$$

où

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

I_{b} est l'indication due au rayonnement de fond;

Q_{rs} est la valeur conventionnellement vraie de l'activité de la source de référence.

1.4.15 Essais de qualification

Ces essais de qualification ont pour objet de vérifier s'il a été satisfait aux exigences du cahier des charges.

Ces essais se divisent en essais de type et essais individuels de série.

Essai de type

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

Essai individuel de série

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

1.4.16 Essais de recette

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

* Une unité spéciale appelée working level (niveau de travail) (WL) est encore souvent utilisée en radioprotection. Cette unité est définie comme étant toute combinaison de descendants à vie courte du ^{222}Rn contenue dans un litre d'air, dont la désintégration en ^{210}Pb produit une énergie alpha totale de $1,3 \times 10^5$ MeV.

$1 \text{ WL} = 20,8 \times 10^{-6} \text{ J.m}^{-3} = 1,3 \times 10^5 \text{ MeV l}^{-1}$

- for time: hours, minutes;
- for energy: MeV
- Potential Alpha Energy Concentration (PAEC): Working Level (WL)*.

1.4.14 Reference response

The reference response, R_{ref} , is the response of the assembly under standard test conditions (table 1) both to reference solid-source emission rate and reference gaseous (atmospheric) source volume activity.

It is expressed as:

$$R_{\text{ref}} = (I_{\text{rs}} - I_{\text{b}}) / Q_{\text{rs}}$$

where

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

I_{b} is the indication due to radiation background;

Q_{rs} is the conventionally true value of reference source activity.

1.4.15 Qualification tests

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

Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests.

Type test

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

Routine test

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

1.4.16 Acceptance tests

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

* A special unit often used for radiological protection purposes is the Working Level (WL). It is defined as the total alpha energy produced by the complete decay of any combination of short-lived daughters of ^{222}Rn present in one litre of air such that the total alpha energy to complete decay to ^{210}Pb is $1,3 \times 10^5$ MeV.
 $1 \text{ WL} = 20,8 \times 10^{-6} \text{ J.m}^{-3} = 1,3 \times 10^5 \text{ MeV l}^{-1}$

Section 2: Caractéristiques techniques

2.1 Généralités

On peut résumer comme suit les caractéristiques techniques de tout appareil répondant à la présente norme:

- il doit être capable de prélever un échantillon d'air de volume connu (ou à un débit connu de prélèvement) en lui faisant traverser un filtre qui retient les particules de l'aérosol radioactif présent dans l'air;
- il doit être capable de mesurer la radioactivité des particules retenues sur le filtre, à intervalles déterminés, pendant et/ou après le prélèvement;
- il doit être capable de calculer et d'afficher la concentration volumique en énergie alpha potentielle;
- il peut être commandé manuellement ou automatiquement;
- il doit être facile à utiliser, portatif et protégé pour une utilisation en milieu hostile.

2.1.1 Sous-ensemble de prélèvement et de détection

L'ensemble de prélèvement et de détection comporte les éléments suivants:

- un ou plusieurs détecteurs de rayonnement et, s'il y a lieu, tout ou partie des éléments suivants:
 - dispositif de prélèvement;
 - dispositif d'évacuation de l'air prélevé;
 - dispositifs de contrôle et de réglage du débit d'air;
 - dispositif de rétention de l'aérosol;
 - pompe à air.

2.1.2 Sous-ensemble de commande et de mesure

L'ensemble commande et mesure se compose essentiellement des éléments ou fonctions suivants, liés aux mesures des rayonnements ionisants:

- dispositifs électroniques de mesure;
- dispositif d'affichage des mesures;
- unité de programmation automatique des opérations;
- unité électrique de commande;
- indicateurs d'états de fonctionnement;
- unité de signalisation en cas de dépassement d'un seuil prédéterminé.

2.1.3 Sous-ensemble d'alimentation électrique

L'ensemble d'alimentation électrique se compose essentiellement des éléments suivants:

- batterie;
- alimentation électrique de la pompe à air;
- alimentation électrique pour l'ensemble «commande et mesure»;
- indicateur d'état de charge de la batterie.

Section 2: Technical characteristics

2.1 General

The technical characteristics of an instrument to which this standard refers may be summarized in the following manner:

- it shall be capable of sampling a known volume of air (or at a known rate) through a filter that retains the airborne radioactivity;
- it shall be capable of measuring the radioactivity retained on the filter over pre-determined time intervals during and/or after sampling;
- it shall be capable of calculating and displaying the Potential Alpha Energy Concentration;
- it may be either manually or automatically operated;
- it shall be simple to operate, portable and protected against hostile environmental conditions.

2.1.1 Sampling and detection sub-assembly

The sampling and detection sub-assembly essentially includes the following parts and function units:

- one or more radiation detection units and, where appropriate, part or all of the following sub-assemblies and function units:
 - sampling inlet;
 - exhaust device;
 - air flow-rate monitoring and control devices;
 - aerosol retention device;
 - air pump.

2.1.2 Control and measurement sub-assembly

The control and measurement sub-assembly essentially includes the following parts or function units designed to measure quantities connected with ionizing radiation:

- electronic measuring devices;
- measurement display device;
- automatic programme of work unit;
- electrical control unit;
- operational indicators;
- function unit for the actuation of a signal when a predetermined level is exceeded.

2.1.3 Power supply sub-assembly

The power supply assembly essentially includes the following parts:

- battery pack;
- air pump power supply system;
- "control and measurement" power supply system;
- "battery check" indicator.

2.1.4 *Type d'informations données par le sous-ensemble d'affichage*

Les dispositifs électroniques de mesure doivent afficher les mesures en énergie alpha potentielle par unité de volume.

2.1.5 *Poids et encombrement*

Il est recommandé que le poids et l'encombrement soient aussi réduits que cela est raisonnablement réalisable, et ils doivent être indiqués par le fabricant.

2.1.6 *Construction générale*

L'appareil doit être de construction robuste, convenant à l'exploitation en milieux hostiles. L'ensemble de prélèvement et de détection doit satisfaire aux exigences quant à la portabilité, l'autonomie d'alimentation et sera à l'épreuve de l'humidité et des chocs, car ces appareils sont prévus pour être utilisés dans les conditions d'extrême humidité qui règnent dans les mines souterraines.

Si l'appareil est prévu pour être aussi utilisé dans les atmosphères explosives, il doit être conforme aux normes nationales et internationales s'appliquant aux équipements destinés à l'utilisation dans les mines souterraines. Il convient que tous les dispositifs électriques soient du type «faible consommation». Les exigences de construction générale s'écartant des définitions ci-dessus doivent faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant.

Le détecteur étant susceptible d'être utilisé dans des milieux exceptionnellement humides, l'utilisateur doit exprimer ses exigences en matière de protection contre l'humidité. L'ensemble de l'appareil devra alors satisfaire aux exigences de la CEI 68 ou faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

2.1.7 *Etendue de mesure*

L'étendue de mesure répondant aux exigences de la présente norme doit couvrir au moins de 0,2 à 1 000 $\mu\text{J}\cdot\text{m}^{-3}$ (0,01 à 50 WL).

2.2 **Caractéristiques techniques des éléments constituant les sous-ensembles de prélèvement et de détection**

2.2.1 *Dispositif de prélèvement*

On veillera à ce que la forme de l'orifice d'admission soit étudiée pour minimiser le dépôt de l'aérosol sur des surfaces autres que le filtre collecteur et pour assurer l'homogénéité du dépôt sur ce filtre. La prise d'air doit être obturée quand l'appareil n'est pas en service pour éviter que la radioactivité en suspension dans l'atmosphère de la mine ne pénètre par l'entrée d'air et ne contamine le détecteur.

2.2.2 *Dispositif de rétention des aérosols*

Il est recommandé que ce dispositif soit étudié pour s'utiliser avec des filtres de grande efficacité et à faible auto-absorption pour la radioactivité mesurée. Le fabricant doit indiquer le type de filtre à utiliser.

Le filtre doit être conçu pour qu'on puisse le retirer rapidement et facilement sans risquer d'abîmer le détecteur.

2.1.4 *Mode of expression of read-out sub-assembly*

Electronic measurement devices shall give an indication of the Potential Alpha Energy per unit volume.

2.1.5 *Mass and dimensions*

The mass and geometrical dimensions are recommended to be as small as reasonably practicable and shall be stated by the manufacturer.

2.1.6 *General construction*

The instrument shall be of rugged construction for use in hostile environments. The sampling and measuring assembly shall fulfil the requirements of portability, autonomy of power supply, shock and humidity-proof construction, since these meters are to be used in the extremely humid conditions which may exist in underground mines.

Where the instrument is intended for use in an explosive atmosphere, it shall comply with the appropriate national and international standards for equipments used in underground mines. All the electric devices should be of low power-consuming type. Requirements for general construction that are different from those stated above shall be agreed between manufacturer and user.

As the assembly is likely to be used in exceptionally damp conditions the user shall state his requirements, regarding protection against dampness. The assembly shall then satisfy the requirements of IEC 68, or otherwise the agreement between manufacturer and purchaser.

2.1.7 *Range of measurement*

The range of measurement within which the requirements of this standard are met shall extend from 0,2 up to 1 000 $\mu\text{J m}^{-3}$ (from 0,01 to 50 WL) at least.

2.2 **Technical characteristics of the sampling and detection sub-assemblies**

2.2.1 *Sampling device*

Precautions shall be taken in the design of the inlet port to minimize the deposition of aerosols on surfaces other than the collecting filter and to produce a homogeneous deposit on the filter. When the equipment is not in use, the air inlet shall be closed to avoid the airborne activity existing in mine environment entering the inlet and contaminating the detector.

2.2.2 *Aerosol retention device*

It is recommended that the device be designed for use with high-efficiency filters with low self-absorption for the sampled radioactivity. The manufacturer shall state the type of filter.

Access to the filter shall be designed so as to permit fast and easy removal without risk of damage to the detection device.

On veillera aussi à ce que l'entourage du filtre soit étanche à l'air afin de minimiser les fuites entre le filtre et le porte-filtre.

2.2.3 *Détecteurs de rayonnement*

La contamination du détecteur peut se traduire par un niveau plus élevé de rayonnement de fond et une plus forte épaisseur équivalente totale de fenêtre. On doit prendre toutes les précautions requises pour protéger la surface du détecteur de la contamination par les particules en suspension dans l'air quand l'appareil n'est pas en service. Quand ce sera possible, on doit protéger le détecteur en recouvrant la fenêtre de celui-ci d'un écran mince, facilement remplaçable. Ou bien on se servira de détecteurs renforcés, peu fragiles, qui supportent la décontamination.

2.2.4 *Pompe à air*

La pompe à air doit être capable de supporter les variations de pression résultant des conditions de fonctionnement, des durées d'échantillonnage, des types de filtres, de la poussière de l'atmosphère contribuant au colmatage du filtre, etc.

2.2.5 *Dispositif d'évacuation de l'air prélevé*

L'orifice d'évacuation doit être situé à l'écart de l'orifice d'admission pour éviter le recyclage de l'air éjecté.

2.2.6 *Dispositif de contrôle et de réglage du débit d'air ou du volume prélevé*

Un volumètre ou débitmètre à lecture directe, ou un dispositif de régulation du débit, doit être prévu.

2.3 **Caractéristiques techniques des éléments constituant les sous-ensembles de commande et de mesure**

2.3.1 *Dispositifs électroniques de mesure*

Parmi ces dispositifs, on range les unités fonctionnelles, les unités d'acquisition des signaux en provenance du détecteur et de traitement desdits signaux et les unités de traitement par les dispositifs d'analyse et d'affichage.

Dans le cas d'appareils recourant au comptage alpha global, l'énergie des particules alpha émises par la surface du filtre ne doit pas être dégradée au point qu'elle soit inférieure au seuil de détection. Dans le cas d'appareils ayant recours à la spectrométrie, la fraction de particules alpha résultant de la désintégration du ^{214}Po (7,7 MeV) qui sont comptées dans la fenêtre d'énergie du ^{218}Po (6,0 MeV) doit être aussi réduite que possible et il faut, si nécessaire, prévoir un moyen de correction du chevauchement des pics.

2.3.2 *Dispositifs d'affichage de la mesure*

L'échelle de lecture doit être graduée en unités appropriées à la méthode de mesure adoptée et sera choisie d'un commun accord par le fabricant et l'utilisateur.

De même, le choix entre les échelles linéaires et logarithmiques ainsi que celui de l'étendue maximale effective de mesure doit être adapté à l'usage de l'équipement et doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. Cette dernière portera en général, sur au moins quatre décades.

Attention shall be given to the air seal around the filter so as to minimize leakages between the filter and the filter holder.

2.2.3 *Radiation detection unit*

Contamination of the detector may result in higher background and higher total equivalent window thickness. Precautions shall be taken to protect the detector surface from airborne contamination, when the instrument is not in use. Wherever possible, the detector head shall be protected by an exchangeable thin screen in front of the detector window, or a rugged solid-state detector may be used.

2.2.4 *Air pump*

The air pump shall be capable of withstanding the variations of pressure induced by operating conditions, sampling time, filter types, atmospheric dust mass contributing to blockage, etc.

2.2.5 *Exhaust device*

The outlet port shall be placed away from the inlet port to avoid recirculation of air.

2.2.6 *Air volume, flow-rate monitoring and control devices*

A direct reading type volume or flow-rate meter, or flow-rate control device, shall be provided.

2.3 **Technical characteristics of the control and measurement sub-assemblies**

2.3.1 *Electronic measuring devices*

These devices comprise the functional units for acquisition of the signals supplied by the detector and treatment of these signals by processing and display devices.

For instruments using total alpha counting, the energy of alpha particles emitted from the surface of the filter shall not be degraded below the energy detection limit. For instruments using alpha spectrometry, the fraction of alpha particles of the ^{214}Po decay (7,7 MeV), which are recorded in the energy window of the ^{218}Po peak (6,0 MeV), shall be minimized. If necessary, a correction for overlapping shall be provided.

2.3.2 *Measurement indication devices*

The display or the reading scale shall show units appropriate to the measurement technique, and shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

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

Si l'affichage est de type numérique, il doit fournir au moins quatre chiffres significatifs, y compris ceux suivant la virgule, avec indication du multiplicateur approprié.

Les unités de mesure doivent être clairement indiquées sur l'affichage et sur le sélecteur de gamme de mesure.

L'affichage doit être facilement lisible dans les mines souterraines ou à ciel ouvert.

2.3.3 *Unité de programmation automatique des opérations*

Cet élément assure le déroulement automatique des opérations suivant un cycle adapté à la méthode adoptée et spécifié par le fabricant.

2.3.4 *Unité électrique de commande*

Se compose des dispositifs de commutation servant à la mise en circuit des divers éléments.

2.3.5 *Indicateurs d'état de fonctionnement*

Ils signalent si l'ensemble est sous tension et indiquent l'état de la batterie. D'autres indicateurs supplémentaires pourront être installés après accord entre le fabricant et l'utilisateur. Un indicateur, donnant une alarme perceptible au cas où la quantité mesurée dépasse un seuil déterminé, doit être prévu. La valeur du seuil d'alarme sera réglable.

Section 3: Procédures d'essai

3.1 Généralités

3.1.1 Définition des conditions d'essai

La présente norme concerne les opérations courantes d'essai généralement utilisées pour les appareils de mesure et de contrôle de tout genre. Sauf indication contraire, on les considérera comme «essais de type» bien que, par accord mutuel entre le fabricant et l'utilisateur, elles puissent être individuellement ou collectivement considérées comme essais individuels de série ou de réception. Les exigences formulées ici ne sont que des minima et pourront être renforcées pour toute fonction ou équipement particulier. Les essais de type doivent être effectués sur un équipement au moins par série, tandis que les essais individuels de série doivent porter sur chaque équipement et ensemble.

Les essais décrits dans la présente norme peuvent être classés selon qu'ils sont effectués dans des conditions normalisées ou dans d'autres conditions.

3.1.1.1 Conditions d'essai normalisées

On trouvera au tableau 1, les conditions normalisées d'essai. Elles représentent les valeurs et tolérances des diverses grandeurs d'influence en jeu pour les essais exécutés sans variation de ces grandeurs. Les essais effectués dans les conditions normalisées figurent dans le tableau 2 qui, pour chaque caractéristique à l'essai, indique les exigences correspondant au paragraphe qui décrit la méthode d'essai correspondante.

If the display device is digital it shall provide four significant digits at least, including decimal with an appropriate multiplier indicated.

The measurement units shall be clearly marked on the display and the selector switch of the measurement range.

The display device shall be easily readable in underground and open pit mines.

2.3.3 *Automatic operation unit*

This unit provides for the automatic cycling of operation of the whole instrument, according to the implemented method, as specified by the manufacturer.

2.3.4 *Electrical control unit*

This function unit comprises the control units for switching the parts into operation.

2.3.5 *Operational indicators*

The operational indicators include "power switch on/off", "battery check" and additional indicators as agreed upon between manufacturer and user. An indicator shall be provided giving perceptible warning that the measured quantity exceeds a predetermined value which shall be adjustable.

Section 3: Test procedures

3.1 General

3.1.1 *Definition of test conditions*

General test procedures generally applicable to all types of meters and monitors are covered in this standard. Except where otherwise specified, these are to be considered as "type tests", although any or all may be considered as routine or acceptance tests by agreement between manufacturer and purchaser. The stated requirements are minimum requirements and may be extended for any particular equipment or function. Type tests shall be carried out on at least one equipment of the series and routine tests shall be performed on each equipment and assembly.

The tests described in this standard may be classified according to whether they are performed under standard test conditions or under other conditions.

3.1.1.1 *Standard test conditions*

The standard test conditions are shown in table 1. These represent the values and tolerances of the various influence quantities, for tests carried out with no variation of these values. Tests which are performed under standard test conditions are listed in table 2 which indicates, for each characteristic under test, the requirements according to the subclause where the corresponding test method is described.

3.1.1.2 Essais réalisés avec variation des grandeurs d'influence

L'objet de ces essais est d'établir l'effet des variations des grandeurs d'influence. Afin de faciliter leur exécution, ces essais sont groupés en deux catégories: ceux se rapportant au sous-ensemble de mesure (tableau 3) et ceux se rapportant au sous-ensemble de prélèvement (tableau 4). Les essais de ces deux catégories sont effectués séparément. Les essais se rapportant aux dispositifs de mesure et d'affichage sont indiqués dans le tableau 3 avec la plage de variation pour chaque grandeur d'influence et les limites des variations correspondantes des valeurs affichées.

Les essais du circuit d'air sont indiqués dans le tableau 4 avec la plage de variation de chaque grandeur d'influence et les limites des variations correspondantes des paramètres à l'essai. Afin de contrôler les effets des variations de chaque grandeur d'influence, on doit maintenir, dans les limites des conditions d'essais normalisées figurant dans le tableau 1, toutes les autres grandeurs d'influence sauf autres prescriptions.

Afin de simplifier les essais se rapportant aux dispositifs de mesure et d'affichage (tableau 3), pour chaque grandeur d'influence ayant un effet réel, on entreprendra un seul essai portant sur l'exactitude de réponse de l'unité en présence d'une source de référence unique en remplacement du filtre. Pour chaque grandeur d'influence, il suffit de procéder uniquement aux essais portant sur l'erreur intrinsèque relative en se servant de sources d'essai de référence produisant un affichage correspondant aux deux tiers environ du maximum de la gamme ou de la décade.

3.1.2 Sources d'essai

3.1.2.1 Généralités

Les sources en question servent aux opérations de contrôle du détecteur. Le rayonnement alpha de référence doit normalement être fourni par une source de référence de ^{239}Pu ou de ^{241}Am . Le rayonnement bêta de référence doit être fourni par une source de référence de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ou de ^{204}Tl . D'autres rayonnements de référence pourront être utilisés après accord entre le fabricant et l'utilisateur. Des essais supplémentaires des caractéristiques de performance de certains équipements sensibles aux caractéristiques du milieu ambiant doivent être effectués par comparaison avec des sources gazeuses types normalisées. Ils seront réalisés, le cas échéant, dans des chambres d'ambiance reproduisant des atmosphères types normalisées. Cependant, il faut signaler qu'on ne dispose que rarement de ces installations appelées «chambres radon» et les installations existantes présentent des caractéristiques techniques différentes, rendant difficile l'intercomparaison des résultats des essais.

3.1.2.2 Sources de référence

Le taux d'émission conventionnellement vrai des sources de référence doit être tel que les fluctuations statistiques provenant uniquement du caractère stochastique du rayonnement ne produise pas de variations appréciables dans les grandeurs affichées.

Le taux d'émission conventionnellement vrai des sources de référence α ou β , doit être connu avec une incertitude meilleure que 5 %. Les erreurs relatives constatées pour les essais différents viendront s'ajouter aux erreurs réalisées lors de la détermination du taux d'émission conventionnellement vrai des sources de référence. Les sources de référence doivent être conçues de manière à présenter les mêmes dimensions effectives que le dépôt radioactif sur les filtres fixés en position.

3.1.1.2 Tests performed with variation of the influence quantities

The object of these tests is to determine the effects of variations of the influence quantities. In order to facilitate the carrying out of these tests, they are grouped into two categories: the tests relating to the measuring sub-assembly (table 3) and the tests relating to the sampling sub-assembly (table 4). These two categories of tests are carried out independently of each other. The tests relating to the measurement and indication devices are shown in table 3 with the range of variation of each influence quantity and the limits of the corresponding variation of the indication of the equipment.

The tests of the air circuit are shown in table 4 with the range of variation of each influence quantity and the limits of the corresponding variations of the parameters under test. In order to test the effects of variation of each influence quantity, all the other influence quantities shall be maintained within the limits of the standard test conditions given in table 1, unless there are other requirements.

In order to simplify tests, related to measurement and indication devices (table 3) for each influence quantity which has an actual effect, a single test will be carried out covering the accuracy of the response of the unit for a single reference source placed instead of the filter. For each influence quantity, only the tests concerning the relative intrinsic error need be performed, using reference test sources giving approximately a two-thirds full-scale reading on any range or decade.

3.1.2 Test sources

3.1.2.1 General

The sources under consideration apply to the test procedures for the detection unit. The reference alpha radiation shall normally be provided by a reference source of ^{239}Pu or ^{241}Am . Reference beta sources shall also be provided using $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ or ^{204}Tl . Alternative reference radiation sources may be used by agreement between manufacturer and user. Additional tests of performance characteristics of some equipments whose response is influenced by environmental factors shall be conducted using standard reference atmospheres. Tests may be carried out in environmental chambers which provide standard reference atmospheres. Such facilities, named radon chambers, are not generally available, and each has its own technical characteristics, making intercomparison of test results difficult.

3.1.2.2 Reference sources

The conventionally true emission rate of the reference sources shall be such that the statistical fluctuation, arising from the random nature of radiation alone, do not produce significant variations in the instrument read-out.

The conventionally true emission rate of the reference sources α or β shall be known with an uncertainty better than 5 %. The relative errors observed for the different tests are in addition to those obtained in the determination of the conventionally true emission rate of the reference sources. Reference sources shall be designed with the same effective dimensions as the active deposit on the filters used in the static position.

Quand on ne dispose pas de sources de référence des mêmes dimensions que le dépôt radioactif recueilli sur le filtre, le fabricant devra indiquer les dimensions des sources et les méthodes de compensation des différences de dimensions.

Ces sources doivent être exemptes de contamination radioactive extérieure et doivent être conçues pour que l'auto-absorption de leur rayonnement soit réduite au minimum.

3.1.2.3 Sources de contrôle

Chaque appareil doit être doté d'une source de contrôle servant à vérifier la régularité de son fonctionnement à l'usage. Cette source doit être solidement construite et produire une indication d'un ordre de grandeur éliminant virtuellement toutes fluctuations statistiques.

3.1.2.4 Sources additionnelles

Des sources additionnelles seront requises pour les essais de caractérisation des performances. La dimension de la surface active de ces sources doit être identique pour toutes et il est souhaitable qu'elle corresponde aussi à la surface de dépôt actif recueilli sur le filtre.

Les taux d'émission respectifs de toutes ces sources ne doivent pas varier de plus de 10 % l'une par rapport à l'autre.

3.1.2.5 Atmosphères normalisées de référence pour les chambres radon

Dans le cadre de cette norme, l'atmosphère normalisée de référence sera caractérisée par les paramètres essentiels suivants:

- activité volumique du radon et de ses descendants;
- fraction libre des descendants du radon;
- concentration et répartition granulométrique de l'aérosol;
- facteurs d'environnement: humidité, température, pression;
- vitesse de déplacement de l'air.

3.2 Caractérisation des performances

3.2.1 Réponse de référence

Le fabricant doit indiquer le rapport existant entre la valeur affichée par l'ensemble de mesure et le taux d'émission de la source de référence, l'équipement ayant été mis en oeuvre selon les recommandations du fabricant et étant utilisé dans des conditions normales d'exploitation.

3.2.1.1 Méthodes d'essai

Un essai de type doit être exécuté sur un exemplaire au moins de chaque série d'équipements et chaque équipement et ensemble sera soumis à un essai individuel de série (et électronique).

When reference sources of the same dimensions as the active deposit collected on the filter are not available, the manufacturer shall state the sources' dimensions and the methods to be used to correct for the difference in size.

These sources shall be free from external radioactive contamination and shall be designed so that self-absorption of radiation is minimized.

3.1.2.3 *Check sources*

A source shall be provided for each instrument to check the constancy of its performance during use. This source shall be of robust construction and shall cause a reading of sufficient magnitude to virtually eliminate statistical fluctuations.

3.1.2.4 *Additional sources*

For tests related to the performance characteristics, additional sources of appropriate emission rate shall be required. The dimensions of the active surface of these sources shall all be the same and it is desirable that these be the same as the area of active deposit on the filter.

The emission rate of these sources shall be within 10 % of each other.

3.1.2.5 *Standard reference atmospheres for radon chambers*

For the purposes of this standard the basic parameters which characterize a standard reference atmosphere are the following:

- radon and individual radon decay products concentration;
- unattached fraction of radon daughters;
- size distribution and concentration of ambient aerosol;
- environmental factors: humidity, temperature, pressure;
- air speed.

3.2 **Performance characteristics**

3.2.1 *Reference response*

The manufacturer shall state the relationship between the indication given by the measuring assembly and the emission rate of the reference source, when the equipment is operated under standard conditions and set up as defined by the manufacturer.

3.2.1.1 *Test methods*

A type test shall be carried out on at least one equipment of the series and one routine (and electronic) test shall be performed on each equipment and assembly.

Essai de type

Pour les ensembles dotés d'échelles linéaires, l'essai de type doit porter sur chaque gamme de mesure et sur deux points au moins desdites gammes situés approximativement au quart et aux trois quarts de la pleine échelle. En ce qui concerne les ensembles à échelle non linéaire, les essais doivent porter sur deux valeurs correspondantes au moins par décade. On doit procéder à une mesure supplémentaire dans le segment de chevauchement des gammes adjacentes (lorsqu'il existe).

Essai individuel de série

Dans le cas des ensembles à échelle linéaire, les essais individuels de série doivent porter sur un point au moins de chaque gamme situé entre la moitié et les trois quarts de la pleine échelle. Pour les ensembles à échelle non linéaire, les essais doivent porter sur deux points, convenus entre le fabricant et l'utilisateur, de chaque décade. Un de ces essais au moins doit être effectué à l'aide d'une source radioactive. Le reste des essais pourra se faire par injection d'impulsions électroniques.

Essai électronique

Lorsque l'essai se fait par injection d'impulsions électroniques au taux de comptage approprié, la forme et la durée desdites impulsions doivent être semblables à celles produites par le détecteur en réponse au rayonnement. Cet essai ne portant que sur l'ensemble de mesure, l'erreur intrinsèque relative définie en 1.3.11 doit être égale ou inférieure à $\pm 10\%$ pour les ensembles à échelle linéaire ou à affichage numérique et à $\pm 20\%$ pour ceux à échelle logarithmique.

3.2.1.2 *Expression des résultats*

Les résultats d'essais doivent être exprimés sous la forme de l'erreur intrinsèque relative E exprimée en pourcentage, selon le rapport suivant:

$$E(\%) = (Q_i - Q_t) 100/Q_t$$

où

Q_i est la valeur indiquée;

Q_t est la valeur conventionnellement vraie.

La différence entre les différentes valeurs observées de E ne dépassera pas $2e_i$ ou $2e_{SR}$.

D'autre part, aucune valeur observée de E ne pourra dépasser $(e_i + e_{SA})$,

e_i étant la valeur de l'incertitude relative exigée (%) donnée dans le tableau 2,

e_{SR} étant l'incertitude de la source (%) par rapport aux autres sources de l'installation d'essai,

e_{SA} étant l'incertitude absolue de la source (%).

3.2.2 *Réponse aux sources de référence*

Ces essais sont exécutés dans les conditions normalisées et sans circulation d'air.

Type test

For assemblies provided with linear scales, the type test shall be performed on each range and at, at least, two points in each range at about 25 % and 75 % of the scale range. For assemblies with non-linear scales, the tests shall be carried out for two corresponding values at least for each power of ten. There shall be an additional measurement in the overlap portion of adjacent ranges where appropriate.

Routine test

For linearly scaled assemblies, the routine tests shall be made at one point on each range between 50 % and 75 % of that range. For assemblies with non-linear scales, the tests shall be made at two points on each decade, chosen by agreement between the manufacturer and the purchaser. At least one of those tests shall be performed with a test source. Tests at the remaining indication points may be performed by means of electronic pulse injection.

Electronic test

When electronic pulse injection of the appropriate counting rates is used, the form and the duration of the injected pulses shall be similar to those delivered by the detection unit in response to radiation. Since this is only a test of the measurement assembly, the relative intrinsic error defined in 1.3.11 shall be less or equal to ± 10 % for linearly scaled or digital assemblies, and to ± 20 % for logarithmically scaled assemblies.

3.2.1.2 Expression of results

The results of the tests shall be expressed as the relative intrinsic error E , expressed as a percentage, given by the relationship:

$$E (\%) = (Q_i - Q_t) 100 / Q_t$$

where

Q_i is the indicated value;

Q_t is the conventionally true value.

The difference between any of the observed values of E shall not exceed $2e_i$ or $2e_{SR}$.

Also, no single observed value of E shall exceed $(e_i + e_{SA})$,

e_i being the required uncertainty of indication (%), given in table 2,

e_{SR} being the source uncertainty relative to other sources in the test set (%),

e_{SA} being the absolute source uncertainty (%).

3.2.2 Response to reference sources

These tests are carried out under standard test conditions and without air flow.

Les essais spécifiés se rapportent aux performances de l'équipement et font appel à des sources d'essai de référence appropriées aux taux d'émission effectifs à mesurer. La préparation des sources utilisées dans les essais requis doit être d'une qualité telle qu'on connaîtra le taux d'émission conventionnellement vraie de chaque source à ± 5 % près dans l'absolu et à ± 5 % près par rapport aux taux d'émission des autres sources utilisées pour les essais. Les sources d'essai doivent avoir une traçabilité reconnue par rapport à un laboratoire de référence.

3.2.2.1 Exigences

Dans les conditions d'essai normalisées, et les réglages d'étalonnage étant exécutés conformément aux instructions du fabricant, l'erreur intrinsèque relative E ne doit pas dépasser les limites fixées dans le tableau 2 sur toute l'étendue effective de mesure.

3.2.2.2 Méthode d'essai

L'essai doit être réalisé à l'aide de sources dont le taux d'émission est approprié à l'équipement à contrôler. La source de référence doit être placée dans la position précisée par le fabricant en lieu et place du filtre. On aura recours à plus d'une source de référence de manière à couvrir toute la plage d'activités utilisable par l'ensemble de mesure. Le taux d'émission relatif des sources utilisées doit être tel qu'on pourra obtenir une indication appropriée dans chaque gamme (dans le cas d'ensembles à échelle linéaire) ou dans chaque décade (dans le cas d'ensembles à échelle logarithmique ou à affichage numérique).

3.2.3 Réponse aux atmosphères normalisées de référence

La précision de la réponse de certains équipements à l'activité volumique des descendants du radon en suspension dans l'air est influencée par certains facteurs, par exemple: dépôts sur les surfaces, facteur d'équilibre, concentration et répartition granulométrique de l'aérosol, forme et propriétés aérodynamiques des dispositifs de prélèvement, etc. Outre les essais de contrôle du circuit d'air et de l'ensemble de mesure (3.1.1.2, tableaux 3 et 4), le fabricant doit préciser le rapport entre l'indication affichée par l'ensemble de mesure et l'activité volumique des atmosphères normalisées de référence (3.1.2.5) quand l'équipement est utilisé dans des conditions normalisées.

Il convient de conduire les essais dans des laboratoires reconnus, avec des sources gazeuses appropriées, aux caractéristiques connues et adaptées aux activités volumiques effectives à mesurer.

3.2.3.1 Exigences

Le fabricant doit indiquer l'activité minimale détectable lors d'essais dans les conditions de référence.

Les essais doivent être conduits en accord avec les prescriptions de 3.2.1 les exigences de précision du tableau 2.

3.2.3.2 Procédure d'essai

La procédure d'essai de référence est à l'étude. La méthode à appliquer dans chaque cas particulier est à définir par accord entre le fabricant et l'utilisateur.

The specified tests relate to equipment performances using reference test sources appropriate to the actual emission rate to be measured. The standard of preparation of test sources used in the required tests shall however be such that the conventionally true emission rate of each source is known within $\pm 5\%$ in absolute terms and $\pm 5\%$ relative to other source emission rates of the same test set. The test sources shall be traceable to a recognized reference laboratory.

3.2.2.1 *Requirements*

Under standard test conditions, with the calibration controls adjusted according to the manufacturer's instructions, the relative intrinsic error E shall not exceed the limits given in table 2 over the whole of the effective range of measurements.

3.2.2.2 *Test method*

The test shall be performed with sources of emission rates appropriate to the equipment concerned. The reference source shall be in a position defined by the manufacturer in place of the filter. More than one reference source will be required in order to cover the complete effective range of activities indicated by the measuring assembly. The relative emission rate of the sources used shall be such that an appropriate indication is obtained in each range (for linear scaled assemblies) or each decade (for logarithmic scaled or digital assemblies).

3.2.3 *Response to standard reference atmospheres*

The accuracy of response of some equipments to the volume activity of airborne radon daughters is influenced by several factors, e.g. plate-out on surfaces, degree of radioactive equilibrium, aerosol size distribution and concentration, geometrical design and aerodynamical properties of sampling devices. In addition to the tests of air circuit and of the measuring assembly (3.1.1.2, tables 3 and 4), the manufacturer shall state the relationship between the indication given by the measuring assembly and the volume activity of standard reference atmospheres (3.1.2.5) when the equipment is operated under standard conditions.

The tests should be carried out in recognized reference laboratories using appropriate gaseous sources of known characteristics, related to the actual volume activities to be measured.

3.2.3.1 *Requirements*

The manufacturer shall state the minimum detectable activity under standard test conditions.

Tests shall be carried out in accordance with 3.2.1 and the accuracy requirements of table 2.

3.2.3.2 *Test procedure*

A standard test procedure is under study. The method to be applied in specific cases is agreed between manufacturer and purchaser.

3.2.4 Réponse au rayonnement gamma ambiant

Lorsque l'ensemble est utilisé pour la mesure d'un rayonnement d'un type donné, la présence d'autres rayonnements peut fausser l'indication. L'importance de cet effet et la mesure dans laquelle il est tolérable dépendront de l'usage et de la forme de l'ensemble de mesure et devront être précisées pour chaque cas d'application.

3.2.4.1 Exigences

Dans le cas où un dispositif compensateur de bruit de fond dû au rayonnement ambiant n'est pas prévu, le degré de blindage nécessaire sera convenu entre le fabricant et l'utilisateur. Le fabricant doit de toute manière préciser le seuil de détection en activité dans les conditions d'essai normalisées.

Lors des mesures, le détecteur est exposé à des doses de rayonnement gamma extérieur dans l'air échelonnées de $1 \mu\text{Gy.h}^{-1}$ ($0,1 \text{ mrad.h}^{-1}$) à $300 \mu\text{Gy.h}^{-1}$ (30 mrad.h^{-1}). L'indication de l'ensemble de mesure, due au champ de rayonnement gamma ambiant, ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau 3.

3.2.4.2 Méthode d'essai

On se servira d'une source de ^{137}Cs ou de ^{60}Co que l'on placera à 2 m au moins du détecteur en une position où la valeur conventionnellement vraie du débit de dose absorbée dans l'air est égale à $1 \mu\text{Gy.h}^{-1}$ ($0,1 \text{ mrad.h}^{-1}$) puis $300 \mu\text{Gy.h}^{-1}$ (30 mrad.h^{-1}) (tableau 3). Dans ces conditions, l'indication de l'ensemble de mesure ne doit pas dépasser $1 \mu\text{J.m}^{-3}$ ($\approx 0,05 \text{ WL}$) puis $10 \mu\text{J.m}^{-3}$ ($\approx 0,5 \text{ WL}$).

3.3 Caractéristiques électriques

3.3.1 Fluctuations statistiques

3.3.1.1 Exigences

En raison de la nature stochastique du rayonnement, les indications du dispositif de mesure pourront fluctuer autour d'une valeur moyenne. Le coefficient de variation dû aux fluctuations stochastiques doit être inférieur à 10 %.

Ce coefficient s'applique à toute source dont le taux d'émission dépasse celui correspondant aux valeurs de référence suivantes:

- dans le cas d'échelles linéaires: le tiers de la pleine échelle de la gamme la plus sensible;
- dans le cas d'échelles logarithmiques: le triple de la graduation la moins significative de l'échelle;
- dans le cas d'affichages numériques: dix fois la valeur de la limite basse (définie par le constructeur) de l'étendue de mesure.

Le fabricant doit donner des informations sur la méthode de détermination du coefficient de variation.

3.2.4 *Response to ambient gamma radiation*

When the assembly is used for measuring one type of radiation, other radiations present may affect the reading. The extent to which this effect is present and is acceptable will depend on the application and the form of the assembly, and shall be specified for each type of application.

3.2.4.1 *Requirements*

Since it is not necessary to have a background-compensated device, the degree of shielding should be left for agreement between manufacturer and user. The manufacturer shall, in any case, state the minimum detectable activity under standard test conditions.

The detector is exposed, during the measurement, to external gamma radiation dose rates in air in the range from $1 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$) up to $300 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($30 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$). The reading of the measurement assembly due to the ambient gamma radiation field shall not exceed the values listed in table 3.

3.2.4.2 *Test method*

Using a ^{137}Cs or ^{60}Co source, position the source relative to the detector so that the source to detector distance is at least 2 m and the conventionally true absorbed dose rate in air at the detector position is equal to $1 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($0,1 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$) and $300 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($30 \text{ mrad}\cdot\text{h}^{-1}$) (table 3). Under these conditions, the reading of the measuring assembly shall not exceed $1 \mu\text{J}\cdot\text{m}^{-3}$ ($\approx 0,05 \text{ WL}$) and $10 \mu\text{J}\cdot\text{m}^{-3}$ ($\approx 0,5 \text{ WL}$).

3.3 *Electrical characteristics*

3.3.1 *Statistical fluctuations*

3.3.1.1 *Requirements*

Owing to the random nature of radiation, the indications of the measuring device may fluctuate about a mean value. The coefficient of variation due to random fluctuations shall be less than 10 %.

This requirement applies to any emission rate level exceeding that corresponding to the following reference values:

- for linear scales: one-third of the scale maximum on the most sensitive range;
- for logarithmic scales: three times the lowest significant graduation on the scale;
- for digital displays: ten times the value of the lower limit of the range of measurement specified by the manufacturer.

The manufacturer shall provide information about the method of determining the coefficient of variation.

3.3.1.2 *Méthode d'essai*

Exposer le détecteur à une source appropriée dont le taux d'émission donne une indication se situant entre le tiers et la moitié de la pleine échelle sur la gamme la plus sensible dans le cas des échelles linéaires, sur la décade la plus sensible dans le cas d'échelles logarithmiques ou entre 10 et 15 fois la valeur (définie par le constructeur de la limite basse de l'étendue de mesure dans le cas d'affichages numériques).

On prendra des lectures de l'affichage à des intervalles de temps adéquats. La valeur moyenne du coefficient de variation de toutes les mesures sera calculée. Le coefficient de variation ainsi doit se situer dans les limites indiquées au paragraphe 3.3.1.1.

3.3.2 *Alimentation électrique*

3.3.2.1 *Fonctionnement sur batterie*

Comme pour tout instrument portatif de faible poids et de volume réduit, l'alimentation électrique se fera par batterie. Il est recommandé que la batterie choisie puisse assurer la marche de l'instrument en ambiance minière pendant au moins une journée de travail (soit de 10 à 20 cycles de mesure).

Il doit être prévu un indicateur d'état de charge de la batterie, indépendant ou incorporé à l'indicateur de mesure pour pouvoir vérifier que le comportement de l'ensemble demeure conforme aux exigences de cette norme. La manière dont les piles ou accumulateurs de la batterie sont raccordés est libre mais les éléments doivent pouvoir être remplacés individuellement. La polarité des bornes doit être clairement indiquée sur l'ensemble par le fabricant.

3.3.2.2 *Batteries de piles sèches*

Quand l'alimentation est constituée par une batterie de piles sèches, sa capacité doit être telle que l'indication fournie par l'ensemble ne s'écartera pas de plus de 10 % de l'indication obtenue avec des piles neuves après 24 h d'utilisation intermittente ou 8 h d'utilisation continue dans les conditions de référence.

3.3.2.3 *Batteries d'accumulateurs*

Quand l'alimentation est constituée par une batterie d'accumulateurs, sa capacité doit être telle que l'indication fournie par l'ensemble ne s'écartera pas de plus de 10 % de l'indication obtenue avec les batteries complètement chargées après 12 h d'utilisation continue. Ce genre de batterie doit pouvoir se recharger sur secteur en 16 h.

Il est recommandé d'équiper le chargeur d'un dispositif d'arrêt automatique en fin de charge.

3.3.2.4 *Contrôle de fonctionnement sur batterie*

On se servira, pour ce contrôle, de piles sèches neuves ou d'accumulateurs complètement chargés du type indiqué par le fabricant. On relèvera un nombre adéquat de mesures avec une source de taux d'émission approprié et on établira leur moyenne. On laissera alors l'ensemble branché en marche continue soumis au rayonnement de cette même source pendant 8 h au moins dans le cas de piles sèches et 12 h au moins dans le cas d'accumulateurs. Au terme de cette période, on relèvera un nouveau nombre adéquat de mesures dont on comparera la moyenne avec la moyenne originale dont elle ne devra pas s'écarter de plus de 10 %. Il est permis de relever les mesures à distance.

3.3.1.2 *Test method*

Expose the detection sub-assembly to an appropriate source of emission rate corresponding to an indication between one-third and one-half of scale maximum on the most sensitive range for linear scales, or most sensitive decade for logarithmic scales, or between 10 and 15 times the value of the lower limit of the range of measurement specified by the manufacturer for digital display.

Readings of the assembly shall be taken at convenient time intervals and the mean value of the coefficient of variation calculated. The coefficient of variation so determined shall lie within the limits of 3.3.1.1.

3.3.2 *Power supplies*

3.3.2.1 *Battery operation*

For a portable instrument of small weight and dimensions, the power supply shall be of battery type. It is recommended that batteries should ensure at least one working shift of the instrument in mining conditions (for instance 10 to 20 measuring cycles).

Facilities shall be provided with battery check indication, clearly marked on the meter scale or on a close-by special indicator, to ensure the performance of the assembly will remain within the requirements of this standard. Batteries may be connected in any desired manner but shall be individually replaceable and the correct polarity shall be clearly indicated on the assembly by the manufacturer.

3.3.2.2 *Primary batteries (non-rechargeable)*

When power is supplied by primary batteries, the capacity of these shall be such that after 24 h of intermittent use or of 8 h of continuous use, the indication of the assembly shall not differ from the initial value by more than 10 % in reference conditions.

3.3.2.3 *Secondary batteries (rechargeable)*

When power is supplied by secondary batteries, the capacity of these should be such that after 12 h of continuous use, the indication of the assembly shall not differ by more than 10 % from the initial value. If secondary batteries are used, it shall be possible to recharge the batteries from the main supply in 16 h.

The use of a device which switches off the charger when the complete charge is obtained is recommended.

3.3.2.4 *Battery operation test*

New primary batteries or fully charged secondary batteries of the type indicated by the manufacturer shall be used for this test. Take the mean value of sufficient readings obtained from a given source of appropriate emission rate. Leave the assembly continuously working in this radiation field for at least 8 h for primary batteries and at least 12 h for secondary batteries. At the end of this time, again take sufficient readings, and confirm that these do not differ from the original mean value by more than 10 %. It is permissible to ascertain the readings remotely.

3.3.3 *Stabilité d'indication des sous-ensembles détecteur et électronique de mesure*

3.3.3.1 *Exigences*

Après 15 min de marche de l'ensemble, son indication en présence d'une source de taux d'émission approprié doit varier de moins de 10 % de la pleine échelle ou, dans le cas d'un affichage numérique, de 10 % de la valeur indiquée, au cours des 20 h qui suivent.

3.3.3.2 *Méthode d'essai*

L'essai doit être conduit avec une source d'alimentation externe dans les conditions normalisées et la pompe doit être arrêtée.

Exposer le détecteur à une source appropriée dont le taux d'émission correspond à une indication se situant entre le tiers et la moitié de la pleine échelle sur les gammes les plus sensibles dans le cas des échelles linéaires, sur la décade la plus sensible dans le cas d'échelles logarithmiques ou entre 10 et 15 fois la valeur (définie par le constructeur) de la limite basse de l'étendue de mesure dans le cas d'affichages numériques.

Relever un nombre adéquat de mesures après 15 min, puis de nouveau après 1 h, 5 h, 10 h et 15 h sans aucune modification du réglage de l'ensemble. La moyenne des mesures relevées à chaque intervalle doit rester dans les limites indiquées.

Le cas échéant, pour les sources de périodes courtes, on corrigera les mesures pour tenir compte de la décroissance.

3.4 *Caractéristiques du milieu ambiant*

3.4.1 *Température ambiante*

3.4.1.1 *Exigences*

L'indication doit rester dans les limites indiquées dans le tableau 3 dans la plage de température qui y est spécifiée.

3.4.1.2 *Méthode d'essai*

Le détecteur doit être exposé à des sources de contrôle appropriées comme pour les essais en conditions normalisées décrits en 3.2.2. Cet essai sera normalement effectué dans une chambre climatique. En général, il n'est pas nécessaire de régler l'hygrométrie de l'atmosphère de cette chambre à moins que l'équipement soit particulièrement sensible aux fluctuations d'humidité.

La température doit être maintenue à chacune de ces valeurs extrêmes pendant 1 h au moins, l'indication du détecteur étant relevée durant la seconde demi-heure de ces périodes puis comparée aux mesures relevées dans les conditions normalisées.

3.4.2 *Hygrométrie*

3.4.2.1 *Exigences*

La variation de l'indication causée par l'humidité relative de l'atmosphère doit se situer dans les limites spécifiées dans le tableau 3. Cette variation doit rester faible dans les atmosphères extrêmement humides que l'on peut rencontrer dans les mines souterraines.

3.3.3 *Stability of indication of detection and electronic measurement sub-assemblies*

3.3.3.1 *Requirements*

The indication from a given source of appropriate emission rate, after the assembly has been in operation 15 min, shall vary by less than 10 % of scale maximum angular deflection or, for digital display, 10 % of indication, in the next 20 h.

3.3.3.2 *Test method*

Tests shall be carried out with an external supply at standard conditions and the pump switch shall be in the off position.

Expose the detection sub-assembly to an appropriate source of emission rate corresponding to an indication between one-third and one-half of scale maximum on the most sensitive range for linear scales, or most sensitive decade for logarithmic scales, or between 10 and 15 times the value of the lower limit of the range of measurement specified by the manufacturer for digital display.

Take sufficient readings or registrations of measurement cycles after 15 min then further readings at 1 h, 5 h, 10 h and 15 h with no adjustment made to the assembly. The mean readings taken at each time shall lie within the range indicated.

Readings shall be corrected for decay of the source emission rate if necessary for sources having short half-lives.

3.4 *Environmental characteristics*

3.4.1 *Ambient temperature*

3.4.1.1 *Requirements*

Over the range of temperatures specified in table 3, the indication shall remain within the limits specified in that table.

3.4.1.2 *Test method*

The detection assembly shall be exposed to suitable test sources as for the routine test of 3.2.2 under standard test conditions. This test should normally be carried out in a climatic box. It is not in general necessary to control the humidity of the air in the box unless the equipment is particularly sensitive to changes of humidity.

The temperature shall be maintained at each of its extreme values for at least 1 h and the indication of the assembly measured during the last 30 min of this period and compared with the reading under standard conditions.

3.4.2 *Relative humidity*

3.4.2.1 *Requirements*

The variation of the indication due to the effect of relative humidity shall be within the limits in table 3. This variation has to remain low in the extremely humid conditions which may exist in underground mines.

3.4.2.2 *Méthode d'essai*

L'essai peut être réalisé à la seule température de 30 °C, à une humidité relative variant jusqu'à 90 %. La variation d'indication autorisée de ± 10 % spécifiée dans le tableau 3 vient s'ajouter aux variations dues aux changements de température.

3.4.3 *Pression atmosphérique*

L'influence de la pression atmosphérique n'a généralement d'importance que dans la mesure du volume de l'échantillon prélevé. Les débitmètres à orifice variable utilisés dans les appareils portatifs de prélèvement doivent être étalonnés par le fabricant pour les conditions normales d'exploitation. Il faudra, dans ce cas, que la pression atmosphérique à laquelle tous les essais doivent se dérouler ainsi que l'effet de ses variations soient indiquées.

Le cas échéant, des essais représentatifs doivent être exécutés à d'autres pressions atmosphériques.

3.5 **Essais de l'ensemble de prélèvement**

3.5.1 *Essai du circuit d'air*

Il est nécessaire de soumettre le circuit d'air à différents essais afin de déterminer les performances et la plage de réglage de l'ensemble de prélèvement d'échantillons d'air.

Ces essais doivent être effectués dans les conditions normalisées définies dans le tableau 1.

Les exigences de ces essais sont résumées dans le tableau 4.

3.5.2 *Réglage du débit*

Cet essai a pour objet de déterminer le débit de prélèvement nominal dans les conditions d'essais normalisées, la perte de charge étant due uniquement au circuit d'air et au filtre de prélèvement (filtre propre). La résistance à l'écoulement de nombreux filtres est fonction de l'humidité de l'air. On doit donc procéder à des essais de débit de prélèvement dans les conditions de référence (tableau 1). Quand l'ensemble est équipé d'un dispositif de régulation de débit, cet essai permettra de déterminer la plage de régulation.

3.5.2.1 *Exigences*

Le fabricant doit indiquer le débit nominal et sa plage de régulation pour chaque modèle de filtre utilisable. Le débit obtenu après la période de mise en température de l'ensemble de prélèvement (tableau 4) ne doit pas s'écarter de plus de 10 % du débit nominal.

3.5.2.2 *Méthode d'essai*

Pour cet essai, on intercalera dans le circuit d'air, en un point spécifié par le fabricant, un débitmètre étalonné (ou dispositif étalonné de mesure volumétrique) d'une précision supérieure à 3 %. Dans ce cas, il est nécessaire que la correction de perte de charge soit négligeable.

3.4.2.2 *Test method*

The test may be performed at a single temperature of 30 °C, and humidity up to 90 %. The permitted variation of ± 10 % in the indication as specified in table 3 is in addition to the permitted variations due to temperature alone.

3.4.3 *Atmospheric pressure*

The influence of atmospheric pressure is, in general, significant only for the measurement of the sampled volume. Variable orifice flow-meters used in portable air samplers shall be calibrated by their manufacturers at standard operating conditions. In this case, the atmospheric pressure at which all tests are carried out shall be stated, and the effects of variations in atmospheric pressure shall be indicated.

Representative tests at other atmospheric pressures shall be performed if required.

3.5 **Tests of the sampling assembly**

3.5.1 *Tests of the air circuit*

Tests of the air circuit are necessary in order to know the performances and adjustment range of the air sampling assembly.

These tests shall be performed according to the relevant standard test conditions as given in table 1.

The requirements of these tests are summarized in table 4.

3.5.2 *Flow-rate control*

The aim of this test is to determine the nominal sampling flow-rate under standard test conditions, with the pressure drop due exclusively to the air circuit and the sampling filter (clean filter). The flow resistances of many filters depend on the air humidity. Therefore the flow-rate test shall be done at the reference conditions (table 1). When the assembly is fitted with a flow-rate adjustment device, this test allows the adjustment range to be monitored.

3.5.2.1 *Requirements*

The nominal flow-rate and its adjustment range shall be stated by the manufacturer for each type of utilizable filter. The flow-rate obtained after the warm-up time of the sampling sub-assembly (table 4) shall not differ by more than ± 10 % from the nominal flow-rate.

3.5.2.2 *Test method*

For this test, a calibrated flow-rate meter (or calibrated volumetric measuring device) with an accuracy better than 3 % is incorporated in the air circuit at a point specified by the manufacturer. In this case, it is necessary for the correction to be negligible.

On relèvera alors une série de dix mesures individuelles au moins dont la moyenne ne devra pas s'écarter de plus de 10 % du débit nominal. Aucune de ces mesures individuelles ne devra s'écarter de plus de 20 % de la moyenne. On déterminera de la même manière la plage de régulation de débit.

3.5.3 *Période de mise en température*

Cet essai a pour objet d'établir que le débit atteint sa valeur nominale dans un temps admissible pour le genre de mesures à effectuer.

3.5.3.1 *Exigences*

La durée de mise en température du circuit d'air doit être inférieure à 10 % de la durée de prélèvement. Au terme de cette période de mise en température, le débit relevé ne doit pas s'écarter de plus de 10 % du débit nominal.

3.5.3.2 *Méthode d'essai*

Pour cet essai, on intercalera en un point du circuit d'air spécifié par le fabricant, avant le filtre de prélèvement un débitmètre étalonné (ou dispositif étalonné de mesure volumétrique) d'une précision supérieure à 3 %.

Relever la valeur du débit de prélèvement au début de la circulation d'air V_s (sur une période correspondant à 10 % de la durée totale de prélèvement) puis mesurer le débit de prélèvement V_c durant le reste du temps (c'est-à-dire les 90 % restants de la durée de prélèvement). Accumuler une série de dix mesures V_s et de dix mesures V_c et établir leurs moyennes respectives. La moyenne V_c ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur établie par les essais selon 3.5.2.1 et de plus de 30 % de la moyenne V_s .

3.5.4 *Evaluation du débit de fuites externes*

Cet essai a pour objet de mesurer les fuites vers l'extérieur du circuit d'air mais non celles intérieures autour du porte-filtre.

Les fuites externes qui se produisent autour du porte-filtre ont pour effet de fausser la mesure du volume d'air prélevé et, partant, la détermination de la radioactivité de l'aérosol.

3.5.4.1 *Exigences*

Les fuites d'air dans l'ensemble de prélèvement en amont du débitmètre seront inférieures à 5 % du débit nominal.

3.5.4.2 *Méthode d'essai*

Le taux de fuite au porte-filtre doit être mesuré au moyen de deux débitmètres ou compteurs volumétriques étalonnés de manière à ce que leurs indications respectives divergent de moins de 1 %.

Le premier débitmètre doit être placé en amont du filtre et le second en aval du filtre, mais en amont de la pompe.

Les moyennes respectives d'une série de dix mesures consécutives relevées pour chaque débitmètre à intervalle pratique ne doivent pas différer de plus de 5 %.