
**Mesurage de la radioactivité dans
l'environnement — Air: radon 222 —**

Partie 2:

**Méthode de mesure intégrée pour
la détermination de l'énergie alpha
potentielle volumique moyenne de ses
descendants à vie courte**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 —

*Part 2: Integrated measurement method for determining average
potential alpha energy concentration of its short-lived decay products*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2caac4c-196c-4a0d-9679-51df7185bcfd/iso-11665-2-2012>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11665-2:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2eaac4e-f90d-4a6d-9679-51df7185bcfd/iso-11665-2-2012>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et symboles	1
3.1 Termes et définitions	1
3.2 Symboles	1
4 Principe de la méthode de mesure	2
5 Équipement	3
5.1 Généralités	3
5.2 Dispositif de mesure	3
5.3 Système de comptage	4
6 Prélèvement	4
6.1 Objectif du prélèvement	4
6.2 Caractéristiques du prélèvement	4
6.3 Conditions de prélèvement	5
7 Méthode de détection	6
8 Mesurage	6
8.1 Mode opératoire	6
8.2 Grandeurs d'influence	6
8.3 Étalonnage	7
9 Expression des résultats	7
9.1 Énergie alpha potentielle volumique moyenne	7
9.2 Incertitude type	8
9.3 Seuil de décision et limite de détection	8
9.4 Limites de l'intervalle de confiance	9
10 Rapport d'essai	9
Annexe A (informative) Exemple d'une méthode qui satisfait aux exigences de la présente partie de l'ISO 11665	11
Bibliographie	13

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 11665-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

L'ISO 11665 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air: radon 222*:

- *Partie 1: Origine du radon et de ses descendants à vie courte et méthodes de mesure associées*
- *Partie 2: Méthode de mesure intégrée pour la détermination de l'énergie alpha potentielle volumique moyenne de ses descendants à vie courte*
- *Partie 3: Méthode de mesure ponctuelle de l'énergie alpha potentielle volumique de ses descendants à vie courte*
- *Partie 4: Méthode de mesure intégrée pour la détermination de l'activité volumique moyenne du radon avec un prélèvement passif et une analyse en différé*
- *Partie 5: Méthode de mesure en continu de l'activité volumique*
- *Partie 6: Méthode de mesure ponctuelle de l'activité volumique*
- *Partie 7: Méthode d'estimation du flux surfacique d'exhalation par la méthode d'accumulation*
- *Partie 8: Méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments*

Les parties suivantes sont en cours d'élaboration:

- *Partie 9: Méthode de détermination du flux d'exhalation des matériaux de construction*
- *Partie 10: Détermination du coefficient de diffusion du radon dans les matériaux imperméables par mesure de l'activité volumique du radon*

Introduction

Les isotopes 222, 220 et 219 du radon sont des gaz radioactifs produits par la désintégration des isotopes 226, 224 et 223 du radium, lesquels sont respectivement des descendants de l'uranium 238, du thorium 232 et de l'uranium 235 et sont tous présents dans l'écorce terrestre. Des éléments solides, eux aussi radioactifs, suivis par du plomb stable sont produits par la désintégration du radon^[1].

Lorsqu'il se désintègre, le radon émet des particules alpha et génère des descendants solides qui sont eux aussi radioactifs (polonium, bismuth, plomb, etc.). Les effets potentiels du radon sur la santé humaine sont liés aux descendants plutôt qu'au gaz lui-même. Qu'ils soient ou non attachés à des aérosols atmosphériques, les descendants du radon peuvent être inhalés et déposés dans l'arbre broncho-pulmonaire à différentes profondeurs, suivant leur taille.

Le radon est aujourd'hui considéré comme la principale source d'exposition de l'homme au rayonnement naturel. Le rapport de l'UNSCEAR (2006)^[2] suggère qu'au niveau mondial, le radon intervient pour environ 52 % de l'exposition moyenne globale au rayonnement naturel. L'impact radiologique de l'isotope 222 (48 %) est nettement plus important que celui de l'isotope 220 (4 %), l'isotope 219 est quant à lui considéré comme négligeable. Pour cette raison, le terme radon dans la présente partie de l'ISO 11665 désignera exclusivement le radon 222.

L'activité volumique du radon peut varier d'un à plusieurs ordres de grandeur dans le temps et l'espace. L'exposition au radon et à ses descendants varie considérablement d'un lieu à l'autre. Elle dépend tout d'abord de la quantité de radon émise par le sol et les matériaux de construction en ces lieux et, ensuite du degré de confinement et des conditions météorologiques des lieux où sont exposées les personnes.

Des variations de quelques nanojoules par mètre cube à plusieurs milliers de nanojoules par mètre cube sont observées pour l'énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon.

L'énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon 222 dans l'atmosphère peut être mesurée en utilisant des méthodes de mesure ponctuelle et intégrée (voir l'ISO 11665-1). La présente partie de l'ISO 11665 traite des méthodes de mesure intégrées. Les méthodes de mesure intégrées peuvent être utilisées pour évaluer l'exposition de l'homme au rayonnement^[3].

NOTE L'origine du radon 222 et de ses descendants à vie courte dans l'environnement atmosphérique ainsi que d'autres méthodes de mesure sont décrites de manière générale dans l'ISO 11665-1.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 11665-2:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2eaac4e-f90d-4a6d-9679-51df7185bcfd/iso-11665-2-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2eaac4e-f90d-4a6d-9679-51df7185bcfd/iso-11665-2-2012>

Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air: radon 222 —

Partie 2:

Méthode de mesure intégrée pour la détermination de l'énergie alpha potentielle volumique moyenne de ses descendants à vie courte

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11665 décrit les méthodes de mesure intégrées pour les descendants à vie courte du radon 222^[4]. Elle donne des indications pour mesurer l'énergie alpha potentielle volumique moyenne des descendants à vie courte du radon 222 dans l'air et sur les conditions d'utilisation des dispositifs de mesure.

La présente partie de l'ISO 11665 concerne des échantillons prélevés sur des périodes allant de quelques semaines à un an. La présente partie de l'ISO 11665 ne couvre aucune mesure dont la durée de prélèvement maximale est inférieure à une semaine.

La méthode de mesure décrite s'applique aux échantillons d'air ayant une énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon 222 supérieure à 10 nJ/m³ et inférieure 1 000 nJ/m³.

NOTE À titre informatif uniquement, la présente partie de l'ISO 11665 traite également le cas des descendants du radon 220 en raison de la similitude de comportement des isotopes 222 et 220 du radon.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2eac4e-f90d-4a6d-9679-51df7185bcfd/iso-11665-2-2012>

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 11665-1, *Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air: radon 222 — Partie 1: Origine du radon et de ses descendants à vie courte et méthodes de mesure associées*

ISO/CEI 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

CEI 61577-1, *Instrumentation pour la radioprotection — Instruments de mesure du radon et des descendants du radon — Partie 1: Règles générales*

CEI 61577-3, *Instrumentation pour la radioprotection — Instrument de mesure du radon et des descendants du radon — Partie 3: Exigences spécifiques concernant les instruments de mesure des descendants du radon*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11665-1 s'appliquent.

3.2 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles donnés dans l'ISO 11665-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

a	coefficients d'atténuation associés au ^{222}Rn présent dans les collimateurs correspondant à la plage P_1 (établis théoriquement et fournis par le fabricant)
b	coefficients d'atténuation associés au ^{222}Rn présent dans les collimateurs correspondant à la plage P_2 (établis théoriquement et fournis par le fabricant)
$E_{\text{AE},i}$	énergie de la particule alpha produite par la désintégration du nucléide i , en joules
$\bar{E}_{\text{PAEC},i}$	énergie alpha potentielle volumique moyenne du nucléide i , en joules par mètre cube
$\bar{E}_{\text{PAEC},i}^*$	seuil de décision de l'énergie alpha potentielle volumique moyenne du nucléide i , en joules par mètre cube
$\bar{E}_{\text{PAEC},i}^\#$	limite de détection de l'énergie alpha potentielle volumique moyenne du nucléide i , en joules par mètre cube
$\bar{E}_{\text{PAEC},i}^{\triangleleft}$	limite basse de l'intervalle de confiance de l'énergie alpha potentielle volumique moyenne du nucléide i , en joules par mètre cube
$\bar{E}_{\text{PAEC},i}^{\triangleright}$	limite haute de l'intervalle de confiance de l'énergie alpha potentielle volumique moyenne du nucléide i , en joules par mètre cube
n	nombre de comptage de chaque plage P_i
P_i	plage d'enregistrement des particules alpha pour $i = 1, 2, 3, 4$
$R_{P_i,j}$	nombre de coups net du $j^{\text{ème}}$ comptage de la plage P_i , bruit de fond déduit, pour $i = 1, 2, 3, 4$
\bar{R}_{P_i}	nombre de coups net moyen de la plage P_i , bruit de fond déduit, pour $i = 1, 2, 3, 4$
\bar{R}_0	nombre de coups moyen associés au bruit de fond
r	rapport entre le nombre de particules alpha émises par le ^{212}Bi (émetteur α à 36 %) et le nombre de particules alpha émises par le ^{212}Po (produit par désintégration β à 64 % du ^{212}Bi): 0,56
U	incertitude élargie calculée par $U = k \cdot u()$ avec $k = 2$
$u()$	incertitude type associée au résultat du mesurage
$u_{\text{rel}}()$	incertitude standard relative
V	volume prélevé, en mètre cube
ε_{gd}	efficacité de détection géométrique (établie théoriquement), c'est-à-dire le rapport entre le nombre de traces comptées et le nombre de particules alpha émises par le dépôt collecté sur le filtre
ε_{hc}	efficacité de collection (établie de manière expérimentale), c'est-à-dire le rapport entre le nombre d'atomes de descendants à vie courte collectés par unité de volume d'air prélevé et le nombre d'atomes par unité de volume d'air présents dans l'environnement du système de détection

4 Principe de la méthode de mesure

Le mesurage intégré de l'énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon est fondée sur

- a) le prélèvement continu des descendants à vie courte du radon contenus dans un volume d'air représentatif de l'atmosphère à étudier en utilisant une membrane à haute efficacité de collection,
- b) le comptage et la discrimination sur quatre plages d'énergie des particules alpha émises par les descendants à vie courte du radon 222 collectés (particules alpha avec une énergie $E_{\text{AE},218\text{Po}}$ et $E_{\text{AE},214\text{Po}}$

issues de la désintégration du ^{218}Po et du ^{214}Po et de la désintégration du ^{214}Pb et du ^{214}Bi , émetteurs potentiels de particules alpha de ce type), en utilisant un détecteur solide de traces nucléaires, et

- c) le calcul de l'énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon 222.

NOTE Pour les descendants du radon 220, cela implique de différencier et de compter les particules alpha ayant une énergie $E_{\text{AE},212\text{Bi}}$ et $E_{\text{AE},212\text{Po}}$ libérées par la désintégration du ^{216}Po et du ^{212}Po et la désintégration du ^{212}Pb et du ^{212}Bi , émetteurs potentiels de particules alpha de ce type.

5 Équipement

5.1 Généralités

L'appareil doit comprendre un dispositif de mesure constitué d'un système de prélèvement et d'un système de détection (voir Figure 1) ainsi que d'un système de comptage. Le dispositif de mesure doit être conforme à la CEI 61577-1 et CEI 61577-3.

5.2 Dispositif de mesure

5.2.1 Système de prélèvement

Le système de prélèvement comprend les éléments suivants:

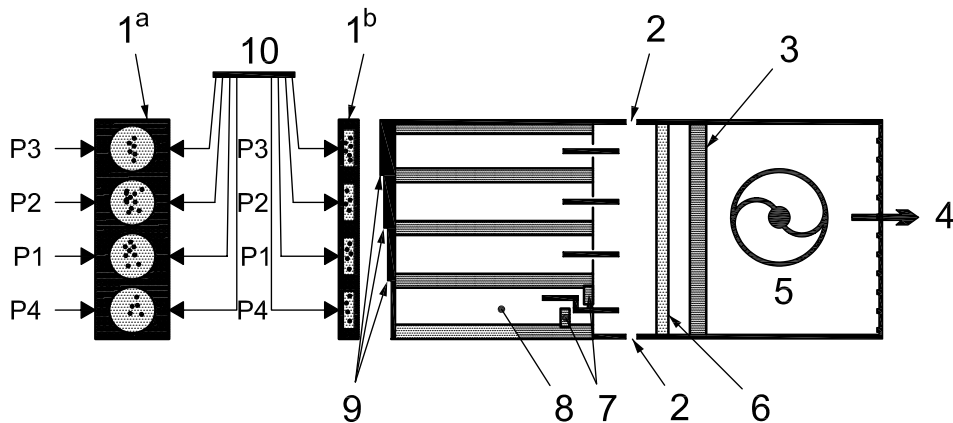
- une membrane en acétate de cellulose à haute efficacité de collection pour prélever les descendants du radon;
- une pompe de prélèvement qui assure un débit volumique d'aspiration compatible avec les caractéristiques aérodynamiques et métrologiques du système de détection;
- un débitmètre massique qui mesure le débit d'air prélevé pendant la durée du prélèvement.

Le système de prélèvement se trouve en aval du système de détection.

5.2.2 Système de détection

Le système de détection comprend les éléments suivants:

- trois écrans de boPET de différentes épaisseurs et placés à l'extrémité des collimateurs, sont utilisés pour la discrimination des particules en trois gammes d'énergie. Cette géométrie est utilisée pour atténuer l'énergie initiale de chaque particule alpha émise par les radionucléides collectés dans une gamme d'énergie compatible avec les caractéristiques du détecteur (DSTN) utilisé;
- un détecteur solide de traces nucléaires (DSTN).



Légende

- 1 détecteur solide de traces nucléaires (DSTN)
- 2 orifice d'entrée d'air
- 3 débitmètre massique
- 4 orifice de sortie d'air
- 5 pompe à vide
- 6 filtre à haute efficacité de collection
- 7 chicanes (barrière anti-diffusion)
- 8 collimateur
- 9 écran de boPET (polyéthylène téréphtalate orienté biaxialement)
- 10 plage de lecture
- a Vue de face.
- b Vue latérale.

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2e2204e-20d4-466d-9c79-51d47185becf/iso-11665-2-2012>

Figure 1 — Exemple de schéma d'un dispositif de mesure pour la détermination de l'énergie alpha potentielle volumique moyenne des descendants à vie courte du radon 222 sur quatre plages d'énergie

5.3 Système de comptage

Le système de comptage doit comprendre les éléments suivants:

- a) un équipement et des réactifs chimiques appropriés pour révéler les traces sur le détecteur (DSTN);
- b) un microscope optique et l'équipement associé pour balayer et compter les traces révélées.

6 Prélèvement

6.1 Objectif du prélèvement

Le prélèvement a pour objectif de recueillir sans interruption tous les aérosols porteurs des descendants à vie courte du radon quelle que soit leur taille (fractions non attachées et attachées) contenus dans l'air ambiant sur une période d'échantillonnage donnée (au minimum une semaine).

6.2 Caractéristiques du prélèvement

Le prélèvement doit être effectué selon les conditions spécifiées dans l'ISO 11665-1.

Les descendants à vie courte du radon sont prélevés en continu directement dans l'atmosphère étudiée par pompage et filtration d'un volume d'air connu à travers une membrane à haute efficacité de collection. L'échantillonnage d'air doit être omnidirectionnel.

Afin de collecter les descendants dans l'air ambiant avec la meilleure efficacité, la membrane filtrante doit se trouver le plus près possible de l'entrée du dispositif de prélèvement.

Pour pouvoir réaliser un comptage correct des particules alpha émises, le système de prélèvement doit permettre un dépôt en surface des radionucléides sur le filtre et éviter l'enfouissement des aérosols.

Le système de prélèvement doit être utilisé dans des conditions qui évitent tout colmatage de la membrane filtrante, ce qui conduirait soit à une auto-absorption des émissions alpha des particules collectées sur le filtre soit à une diminution du débit d'aspiration au cours du temps.

Pour que le prélèvement demeure représentatif pendant toute la durée de l'échantillonnage, le débit de prélèvement doit être stable (variation inférieure à 10 % de la valeur moyenne). Cette stabilité peut être obtenue en utilisant un régulateur de débit (col sonique, vanne asservie, etc.).

6.3 Conditions de prélèvement

6.3.1 Généralités

Le prélèvement doit être effectué comme spécifié dans l'ISO 11665-1.

6.3.2 Installation du système de prélèvement

L'installation du système de prélèvement doit être effectuée comme spécifié dans l'ISO 11665-1.

Dans le cas spécifique d'un mesurage à l'intérieur d'un bâtiment, le système de prélèvement est installé comme suit:

- a) dans une zone qui n'est pas directement exposée au rayonnement solaire;
- b) à distance d'une source de chaleur (radiateur, baie vitrée, appareil électrique, etc.);
- c) à distance des zones de passage, des portes et des fenêtres, des murs et des sources de ventilation (il pourrait être placé, par exemple, sur un meuble, comme une étagère ou un buffet).

6.3.3 Durée du prélèvement

La durée du prélèvement est égale à l'intervalle de temps entre la pose et la dépose du système de prélèvement en un lieu donné.

Les moments (date et heure) de pose et de dépose du système de prélèvement doivent être consignés.

La durée du prélèvement doit être déterminée en fonction de l'objectif de la mesure et du phénomène étudié.

La durée du prélèvement doit être d'au moins une semaine pour pouvoir obtenir un résultat de mesure supérieur à la limite de détection.

Afin d'évaluer l'exposition annuelle de l'homme, il est recommandé d'effectuer les mesurages avec une durée de prélèvement de plusieurs mois.

Il convient que les utilisateurs connaissent les caractéristiques de saturation du détecteur (DSTN) et mettent en œuvre un mode opératoire de prélèvement n'induisant pas de saturation.

6.3.4 Volume d'air prélevé

Le volume d'air prélevé doit être déterminé en mesurant le débit volumique au cours du prélèvement avec un système étalonné (par exemple une buse sonique) (voir CEI 61577-3).

Le volume total d'air prélevé pendant toute la durée de l'échantillonnage doit être consigné.