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

**Partie 5:
Méthode de mesure en continu de
l'activité volumique**

*Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 —
Part 5: Continuous measurement method of the activity concentration*
**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

ISO 11665-5:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/953d39a-2caa-488b-a528-dabeac5f5068/iso-11665-5-2012>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 11665-5:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/95Bd39a-2caa-488b-a528-dabeac5f5068/iso-11665-5-2012>



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	2
5 Équipement	3
6 Prélèvement	3
6.1 Objectif du prélèvement	3
6.2 Caractéristiques du prélèvement	3
6.3 Conditions de prélèvement	3
7 Détection	4
8 Mesurage	4
8.1 Mode opératoire	4
8.2 Grandeurs d'influence	4
8.3 Étalonnage	4
9 Expression des résultats	5
9.1 Activité volumique du radon	5
9.2 Incertitude type	5
9.3 Seuil de décision et limite de détection	5
9.4 Limites de l'intervalle de confiance	5
10 Rapport d'essai	5
Annexe A (informative) Méthode de mesure utilisant une chambre d'ionisation à courant et à circulation	7
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 11665-5 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 des 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 % à 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, étant donné qu'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.

Les valeurs communément rencontrées dans un environnement continental sont généralement comprises entre quelques becquerels par mètre cube et plusieurs milliers de becquerels par mètre cube. Des activités volumiques d'un becquerel par mètre cube ou moins peuvent être observées dans l'environnement océanique. À l'intérieur des bâtiments, les activités volumiques du radon peuvent varier entre quelques dizaines de becquerels par mètre cube et plusieurs centaines de becquerels par mètre cube^[3]. Les activités volumiques peuvent atteindre plusieurs milliers de becquerels par mètre cube dans des espaces très confinés.

L'activité volumique du radon 222 dans l'atmosphère peut être mesurée par des méthodes de mesure ponctuelle, en continu et intégrée avec prélèvement d'air actif ou passif (voir ISO 11665-1). La présente partie de l'ISO 11665 traite des méthodes de mesure en continu du radon 222.

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 11665-5:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/95f3d39a-2caa-488b-a528-dabeac5f5068/iso-11665-5-2012>

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

Partie 5: Méthode de mesure en continu de l'activité volumique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11665 décrit uniquement les méthodes de mesure en continu du radon 222. Elle donne des indications pour le mesurage en continu des variations temporelles de l'activité volumique du radon dans des atmosphères libres ou confinées.

La présente partie de l'ISO 11665 est destinée à évaluer les variations temporelles de l'activité volumique du radon dans l'environnement, les bâtiments publics, les habitations et les lieux de travail en fonction de grandeurs d'influence telles que les conditions de ventilation et/ou météorologiques.

La méthode de mesure décrite s'applique aux échantillons d'air dont l'activité volumique du radon est supérieure à 5 Bq/m³.

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 11929, *Détermination des limites caractéristiques (seuil de décision, limite de détection et extrémités de l'intervalle de confiance) pour mesurages de rayonnements ionisants — Principes fondamentaux et applications*

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 61577-2, *Instrumentation pour la radioprotection — Instrument de mesure du radon et des descendants du radon — Partie 2: Exigences spécifiques concernant les instruments de mesure 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 décrits dans l'ISO 11665-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

C activité volumique, en becquerels par mètre cube

- C^* seuil de décision de l'activité volumique, en becquerels par mètre cube
- $C^\#$ limite de détection de l'activité volumique, en becquerels par mètre cube
- $C^<$ limite basse de l'intervalle de confiance, pour l'activité volumique, en becquerels par mètre cube
- $C^>$ limite haute de l'intervalle de confiance, pour l'activité volumique, en becquerels par mètre cube
- U incertitude étendue calculée par $U = k \cdot u()$ avec $k = 2$
- $u()$ incertitude type associée au résultat du mesurage
- $u_{rel}()$ incertitude standard relative
- μ quantité à mesurer
- μ_0 niveau de bruit de fond
- ω facteur de correction lié au facteur d'étalonnage et aux facteurs de correction climatique

4 Principe

Le mesurage en continu de l'activité volumique moyenne du radon est fondée sur

- a) le prélèvement in situ et continu d'un volume d'air préalablement filtré et représentatif de l'atmosphère étudiée, et
- b) la détection permanente des rayonnements émis par le radon et ses descendants accumulés dans la chambre de détection.

Plusieurs méthodes de mesure satisfont aux exigences de la présente partie de l'ISO 11665. Elles se distinguent essentiellement par la nature et la détection de la grandeur physique. Cette grandeur physique et sa détection associée peuvent être, par exemple

- le courant d'ionisation produit par plusieurs dizaines de milliers de paires d'ions créées par chaque particule alpha émise par le radon présent dans la chambre de détection et ses descendants qui s'y sont formés (voir Annexe A), et
- les charges produites par ionisation dans un solide (milieu semi-conducteur, par exemple le silicium) par les particules alpha du radon et de ses descendants; les charges sont détectées par des circuits électroniques associés.

Les résultats de mesure sont disponibles instantanément. Une valeur moyenne ou intégrée peut être obtenue par un traitement approprié fondé sur un pas d'intégration compatible avec le phénomène étudié, mais dans tous les cas inférieur ou égal à l'heure.

Afin de suivre l'évolution temporelle de l'activité volumique du radon, la période de mesure doit être compatible avec la dynamique du phénomène étudié. À titre d'exemple, la durée minimale significative pour mettre en évidence des variations journalières est de l'ordre de la semaine.

Le suivi en continu permet d'évaluer les variations temporelles de l'activité volumique du radon. Les conditions saisonnières et climatiques doivent être prises en compte pour les mesurages effectués en atmosphère libre.

Le mode de vie des occupants, le niveau auquel se trouve le point de mesure (sous-sol, rez-de-chaussée, étage) et les caractéristiques de ventilation naturelle (condition des portes et fenêtres: ouvertes ou fermées) doivent être pris en compte pour les mesurages effectués à l'intérieur d'un bâtiment.

5 Équipement

L'appareil doit comprendre les éléments suivants:

- a) dispositif de prélèvement, muni d'un milieu filtrant, pour introduire l'échantillon d'air dans la chambre de détection, un dispositif pour pomper l'air destiné au prélèvement si un prélèvement actif est nécessaire, et la chambre de détection;
- b) système de mesure, adapté pour la grandeur physique à mesurer.

L'instrument utilisé pour le mesurage doit satisfaire aux exigences de la CEI 61577-2.

L'Annexe A décrit un exemple d'équipement (chambre d'ionisation) pour une méthode de mesure spécifique.

6 Prélèvement

6.1 Objectif du prélèvement

Le prélèvement a pour objectif introduire un échantillon d'air représentatif de l'atmosphère étudiée en contact continu avec le détecteur.

6.2 Caractéristiques du prélèvement

Le prélèvement peut être passif (diffusion naturelle) ou actif (pompage).

Le prélèvement doit être effectué à travers un milieu filtrant qui arrête les aérosols présents dans l'air au moment du prélèvement, notamment les descendants du radon.

Le filtre ne doit pas piéger le gaz radon.

Le système de prélèvement doit être utilisé dans des conditions qui évitent tout colmatage du filtre (ce qui conduirait à une modification des conditions de mesure, par exemple une diminution de la quantité de gaz prélevée en raison de la perte de charge dans la chambre de mesure).

En cas de colmatage pendant le prélèvement par pompage, la perte de charge peut augmenter, et entraîner une dégradation des performances du système de mesure et même une perforation du filtre.

Un colmatage se produisant pendant le prélèvement par diffusion naturelle, peut conduire à un non-renouvellement de l'air dans la chambre de détection.

6.3 Conditions de prélèvement

6.3.1 Généralités

Le prélèvement doit être effectué comme spécifié dans l'ISO 11665-1. Le lieu du prélèvement ainsi que la date et l'heure doivent être consignés.

6.3.2 Installation du dispositif de prélèvement

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

6.3.3 Durée du prélèvement

La durée du prélèvement continu correspond à la période de mesure, laquelle doit être compatible avec la dynamique du phénomène étudié.

6.3.4 Pas d'intégration

Le pas d'intégration détermine la résolution temporelle du mesurage. Le choix du pas d'intégration approprié doit prendre en considération différents paramètres comme l'activité volumique attendue du radon ou la dynamique des variations de niveau de radon.

6.3.5 Volume d'air prélevé

Pour un prélèvement actif, le volume d'air prélevé est mesuré par un débitmètre avec correction des variations de température et de pression (exprimées en mètres cubes à pression et température standard, 1,013 hPa et 0 °C, respectivement).

Le mesurage direct du volume d'air prélevé n'est pas nécessaire pour le prélèvement passif, car un facteur d'étalonnage, en activité par unité de volume, est utilisé.

7 Détection

La détection doit être réalisée en utilisant une méthode adéquate comme souligné dans l'ISO 11665-1.

8 Mesurage

8.1 Mode opératoire

Le mode opératoire de mesure est spécifique à la méthode de détection utilisée.

L'Annexe A contient un exemple de mode opératoire de mesure utilisant une chambre d'ionisation.

8.2 Grandeurs d'influence

Différentes grandeurs peuvent influencer le mesurage au point de donner lieu à des résultats non représentatifs. Suivant la méthode de mesure et la maîtrise des grandeurs d'influence habituelles citées dans la CEI 61577-1 et l'ISO 11665-1, il faut notamment tenir compte des grandeurs suivantes:

- a) température, humidité et turbulence atmosphérique; il faut tenir compte de ces variables lors du choix d'un emplacement pour le dispositif;
- b) bruit de fond radiatif;
- c) bruit de fond des instruments;
- d) champ électromagnétique;
- e) augmentation de la perte de charge résultant d'un colmatage du filtre d'entrée;
- f) présence possible d'autres émetteurs alpha (radium, isotopes du radon, actinides, etc.) dans le volume de détection; si la présence d'autres isotopes de radon est suspectée, il est nécessaire de s'en affranchir en utilisant un système approprié, par exemple une chambre de vieillissement;
- g) présence possible d'autres émetteurs gamma dans le volume de détection.

Les recommandations données par les fabricants dans les notices d'utilisation des capteurs doivent être respectées.

8.3 Étalonnage

L'instrument de mesure doit être étalonné dans sa totalité (système de prélèvement, débitmètre, détecteur et électronique associée) selon les conditions définies dans l'ISO 11665-1.

La relation entre les paramètres physiques mesurés par le dispositif de détection (nombre de charges électriques, fréquence de comptage, etc.) et l'activité volumique du radon dans l'air doit être établie en utilisant

une atmosphère de référence contenant du radon 222. L'activité volumique du radon 222 dans cette atmosphère de référence doit pouvoir être raccordée à un étalon de gaz radon 222 primaire.

Le résultat de l'étalonnage d'un instrument doit permettre la traçabilité du résultat de mesure par rapport à un étalon primaire.

9 Expression des résultats

9.1 Activité volumique du radon

L'activité volumique du radon est calculée d'après l'Équation (1):

$$C = (\mu - \mu_0) \cdot \omega \quad (1)$$

9.2 Incertitude type

Conformément au Guide ISO/CEI 98-3, l'incertitude type sur C est calculée comme indiqué par l'Équation (2):

$$u(C) = \sqrt{\omega^2 \cdot [u^2(\mu) + u^2(\mu_0)] + C^2 \cdot u_{\text{rel}}^2(\omega)} \quad (2)$$

9.3 Seuil de décision et limite de détection

Les limites des caractéristiques associées au mesurande doivent être calculées conformément à l'ISO 11929. L'Annexe A décrit en détail un exemple de calcul des incertitudes et des limites des caractéristiques pour une méthode de mesure spécifique.

9.4 Limites de l'intervalle de confiance

Les limites basse, C^{\triangleleft} , et haute, C^{\triangleright} , de l'intervalle de confiance sont calculées en utilisant les Équations (3) et (4) (voir ISO 11929):

$$C^{\triangleleft} = C - k_p \cdot u(C); p = \omega \cdot (1 - \gamma / 2) \quad (3)$$

$$C^{\triangleright} = C + k_q \cdot u(C); q = 1 - \omega \cdot \gamma / 2 \quad (4)$$

où

$\omega = \Phi [y/u(y)]$ avec Φ désignant la fonction de distribution de la distribution normale standardisée.

$\omega = 1$ peut être défini si $C \geq 4 \cdot u(C)$. Dans ce cas:

$$C^{\triangleleft \triangleright} = C \pm k_{1-\gamma/2} \cdot u(C) \quad (5)$$

$\gamma = 0,05$ avec $k_{1-\gamma/2} = 1,96$ sont souvent choisis par défaut.

10 Rapport d'essai

10.1 Le rapport d'essai doit être conforme aux exigences de l'ISO/CEI 17025 et doit contenir les informations suivantes:

- la référence à la présente partie de l'ISO 11665, c'est-à-dire l'ISO 11665-5:2012;
- la méthode de mesure (en continu);