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

Partie 7:

**Méthode d'estimation du flux
surfacique d'exhalation par la méthode
d'accumulation**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

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

Part 7: Accumulation method for estimating surface exhalation rate

ISO 11665-7:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c3ba8e4f-5a56-44dd-8513-b6bc48fec95c/iso-11665-7-2012>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 11665-7:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c3ba8e4f-5a56-44dd-8513-b6bc48fec95c/iso-11665-7-2012>



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	2
4 Principe de la méthode de mesure pour l'estimation du flux surfacique d'exhalation	3
5 Équipement	4
6 Accumulation du radon dans un conteneur	5
6.1 Caractéristiques de l'accumulation	5
6.2 Durée d'accumulation	5
7 Prélèvement	5
7.1 Objectif du prélèvement	5
7.2 Caractéristiques du prélèvement	6
7.3 Durée du prélèvement	6
7.4 Volume d'air prélevé	6
8 Méthode de détection	6
9 Mesurage	6
9.1 Mode opératoire	6
9.2 Grandeurs d'influence	7
10 Expression des résultats	8
10.1 Flux surfacique d'exhalation du radon	8
10.2 Incertitude type	8
10.3 Seuil de décision et limite de détection	8
10.4 Limites de l'intervalle de confiance	8
11 Rapport d'essai	8
Annexe A (informative) Exemple de Fiche des résultats de prélèvement	10
Annexe B (informative) Estimation d'un flux surfacique d'exhalation du radon en utilisant une méthode de mesure en continu	12
Annexe C (informative) Estimation d'un flux surfacique d'exhalation du radon en utilisant une méthode de mesure ponctuelle	18
Bibliographie	23

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 11665-7 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 mesurage 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].

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'isotope 222 (48 %) est nettement plus important que 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.

La période du radon 222 (3,8 jours) est suffisamment longue pour lui permettre de migrer dans les sols depuis la roche qui lui a donné naissance jusqu'à l'air libre^[3]. Les atomes de radon présents dans le sol sont issus de la désintégration du radium 226 contenu dans les grains minéraux qui se trouvent dans le milieu. Une partie de ces atomes atteint les espaces interstitiels entre les grains, un phénomène appelé l'émanation. Une partie des atomes produits par émanation parvient à la surface du sol par diffusion et convection, un phénomène appelé l'exhalation^[3]^[4]^[5]. Ces mécanismes sont également mis en jeu dans les matériaux (matériaux de construction, murs, etc.).

La quantité de radon 222 qui arrive à l'air libre par unité de temps et par unité de surface est appelée flux surfacique d'exhalation du ²²²Rn et dépend des caractéristiques physiques du sol et des conditions météorologiques. Lorsque le sol est recouvert de neige, d'une lame d'eau ou bien est gelé, ce flux surfacique d'exhalation peut devenir très faible.

En France, les valeurs du flux surfacique d'exhalation du radon 222 observées varient de 1 mBq/m²/s à 100 mBq/m²/s environ^[6]^[7]. Dans un sol contenant de l'uranium, un flux surfacique d'exhalation du radon 222 de l'ordre de 50 000 mBq/m²/s peut être observé. À titre comparatif, le flux surfacique d'exhalation moyen sur la surface du globe est estimé à 20 mBq/m²/s par le Comité scientifique des Nations unies^[8].

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 11665-7:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c3ba8e4f-5a56-44dd-8513-b6bc48fec95c/iso-11665-7-2012>

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

Partie 7:

Méthode d'estimation du flux surfacique d'exhalation par la méthode d'accumulation

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11665 donne des lignes directrices pour estimer le flux surfacique d'exhalation du radon 222 sur une courte période de temps (quelques heures), en un point donné, à l'interface entre un milieu (sol, roche, matériau de construction posé, mur, etc.) et l'atmosphère. Cette estimation est réalisée en mesurant l'activité volumique du radon exhalant de la surface étudiée et accumulé dans un conteneur de volume connu sur une période donnée.

Cette méthode n'est qu'estimative, car l'influence de nombreux paramètres est difficilement quantifiable dans les conditions environnementales. La présente partie de l'ISO 11665 revêt cependant tout son intérêt dans le cas d'une investigation, d'une recherche de sources ou d'une étude comparative des flux d'exhalation sur un même site. La présente partie de l'ISO 11665 ne traite pas des conditions d'étalonnage des dispositifs d'estimation du flux.

La méthode de mesure décrite s'applique aux flux d'exhalation du radon supérieurs à 5 mBq/m²/s.

NOTE L'incertitude associée à l'estimation du résultat obtenu par l'application de la présente partie de l'ISO 11665 ne permet pas de garantir que la valeur vraie du flux est incluse dans le domaine d'incertitude.

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 11665-5, *Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air: radon 222 — Partie 5: Méthode de mesure en continu de l'activité volumique*

ISO 11665-6, *Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air: radon 222 — Partie 6: Méthode de mesure ponctuelle de l'activité volumique*

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*

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 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1.1

conteneur d'accumulation

conteneur possédant des caractéristiques géométriques connues, utilisé pour accumuler le radon et ayant une face ouverte en contact avec la surface examinée

3.1.2

durée d'accumulation

temps écoulé entre la pose du conteneur après l'application de l'étanchéité et la fin du prélèvement

3.1.3

rétrodiffusion

mécanisme responsable du transport du radon de l'atmosphère du conteneur d'accumulation vers le matériau étudié

3.1.4

surface utile

surface interne de la face ouverte du conteneur en contact avec la surface étudiée

3.1.5

volume utile

volume interne disponible pour l'accumulation du radon après la pose du conteneur

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 dans le conteneur d'accumulation à l'instant t , en becquerels par mètre cube

S surface utile, en mètres carrés

t temps écoulé depuis le début du processus d'accumulation, en secondes

U incertitude élargie calculée par $U = k u(\phi)$ avec $k = 2$

$u(\)$ incertitude type associée au résultat du mesurage

$u_{rel}(\)$ incertitude standard relative

V volume utile, en mètres cubes

λ_B constante de temps liée à la rétrodiffusion, par seconde

λ_i constante de désintégration du nucléide i , par seconde

λ_V constante de temps liée aux fuites, par seconde

ϕ flux surfacique d'exhalation, en becquerels par mètre carré par seconde

ϕ^* seuil de décision du flux surfacique d'exhalation, en becquerels par mètre carré par seconde

$\phi^\#$ limite de détection du flux surfacique d'exhalation, en becquerels par mètre carré par seconde

ϕ^\triangleleft limite basse de l'intervalle de confiance du flux surfacique d'exhalation, en becquerels par mètre carré par seconde

ϕ^\triangleright limite haute de l'intervalle de confiance du flux surfacique d'exhalation, en becquerels par mètre carré par seconde

4 Principe de la méthode de mesure pour l'estimation du flux surfacique d'exhalation

La méthode de mesure pour l'estimation du flux surfacique d'exhalation est fondée sur

- l'accumulation du radon dans un conteneur d'accumulation, exempt de radon, et appliqué sur la surface à étudier sur une période donnée,
- le prélèvement d'un volume d'air représentatif de l'air contenu dans le conteneur d'accumulation,
- le mesurage de l'activité volumique du radon dans cet échantillon d'air, et
- le calcul du flux surfacique d'exhalation.

Le flux surfacique d'exhalation est estimé à partir des éléments suivants:

- la variation de l'activité volumique du radon à l'intérieur du conteneur d'accumulation entre deux instants donnés;
- la surface utile du conteneur d'accumulation en contact avec la surface étudiée;
- le volume utile du conteneur d'accumulation.

L'activité volumique du radon dans le conteneur d'accumulation croît au cours du temps en fonction du flux d'exhalation rapporté à la surface, du volume du conteneur d'accumulation et de facteurs d'influence tels qu'une étanchéité insuffisante et la rétrodiffusion.

L'augmentation de l'activité volumique du radon peut être estimée avec une fonction exponentielle:

$$C(t) = \frac{\phi \cdot S}{V \cdot \lambda} \cdot (1 - e^{-\lambda t}) \quad (1)$$

où

$$\lambda = \lambda_{\text{Rn222}} + \lambda_B + \lambda_V \quad (2)$$

Comme le niveau de bruit de fond en activité volumique du radon dans le conteneur est proche de zéro au début du processus d'accumulation, la pente initiale de la courbe est indépendante de la rétrodiffusion^{[9][10]}. Si on considère les pertes de radon par fuite comme négligeables, l'accumulation peut être décrite en première approximation par une croissance linéaire de l'activité volumique du radon dans le conteneur d'accumulation (voir l'exemple de la Figure 1) comme décrit dans l'Équation (3):

$$C(t) = \frac{\phi \cdot S}{V} \cdot t \quad (3)$$

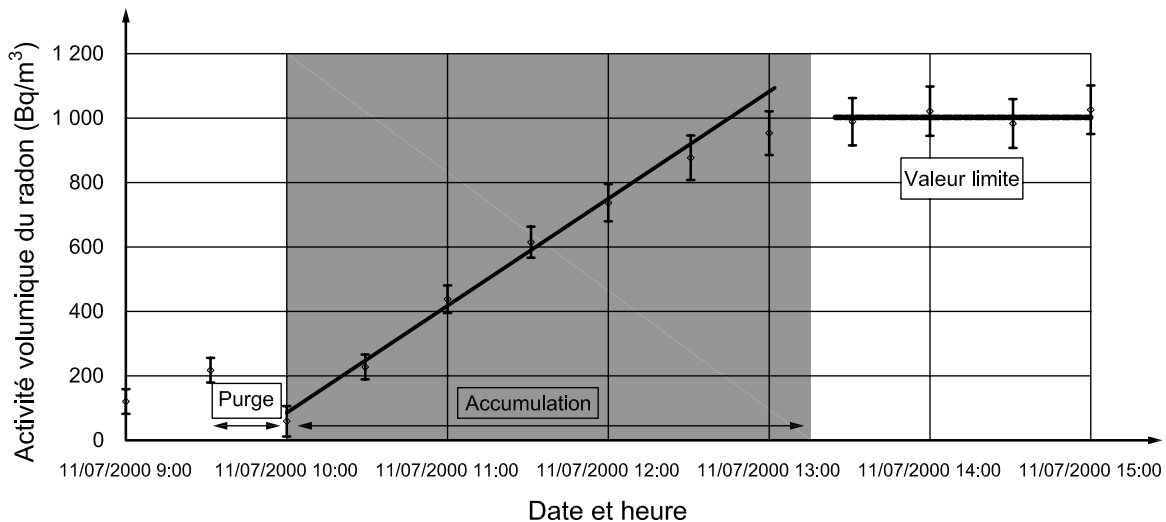


Figure 1 — Exemple des variations de l'activité volumique du radon dans le conteneur d'accumulation

Pour les mesurages en environnement extérieur, l'analyse des résultats de la mesure peut nécessiter une connaissance détaillée des conditions climatiques. Par exemple, les mesures du flux surfacique d'exhalation du radon réalisées pendant des chutes de neige ou de pluie ne sont représentatives que de ces conditions météorologiques.

iTeh STANDARD PREVIEW

Pour les études du sol, il faut tenir compte de l'aire, de la topographie, de la pédologie, de la végétation, etc. La teneur en humidité de la terre au moment du prélèvement peut être déterminée (voir ISO 11465).

ISO 11665-7:2012

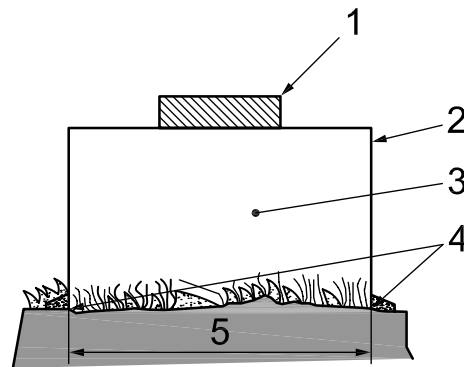
Plusieurs méthodes de mesure satisfont aux exigences de la présente partie de l'ISO 11665. Elles se distinguent par le mode de prélèvement de l'air du conteneur d'accumulation.

5 Équipement

L'appareil doit comprendre les éléments suivants:

- a) Un conteneur d'accumulation, possédant des caractéristiques géométriques connues (voir Figure 2). Les caractéristiques géométriques du conteneur d'accumulation doivent être choisies de sorte que les éventuelles irrégularités de la surface étudiée n'introduisent pas sur le volume utile du conteneur d'accumulation une incertitude supérieure à 10 %. La surface utile du conteneur d'accumulation doit être choisie de manière à réaliser des mesures les plus représentatives possible de la surface à étudier (la surface utile doit être proportionnée aux dimensions de la surface à étudier). Le volume utile du conteneur d'accumulation doit être au moins dix fois supérieur au volume d'air prélevé dans le conteneur d'accumulation par le dispositif de mesure du radon. Le matériau constitutif du conteneur d'accumulation ne doit pas laisser diffuser le radon vers l'extérieur du conteneur pendant la période d'accumulation. Le matériau et la couleur du conteneur d'accumulation ne doivent pas favoriser une élévation de la température dans le volume utile lors d'une exposition au soleil. Le conteneur d'accumulation possède, pour le prélèvement, un ou deux orifices munis d'un système de fermeture. Lors de la mise en place du conteneur d'accumulation sur le matériau à étudier, ces orifices sont ouverts pour éviter une surpression dans le conteneur.
- b) Un système d'homogénéisation dans le conteneur d'accumulation. Suivant ses dimensions, le conteneur peut être doté d'un système pour homogénéiser la totalité de son volume.
- c) Un dispositif de prélèvement d'air.
- d) Un dispositif de mesure adapté pour la grandeur physique à mesurer.

L'équipement nécessaire pour les méthodes de mesure spécifiques est spécifié dans les Annexes B et C.



Légende

- 1 dispositif de mesure
- 2 conteneur d'accumulation
- 3 volume utile
- 4 surface de contact
- 5 surface utile

Figure 2 — Exemple d'installation d'un appareil

Pour l'étude d'un site destinée à mettre en évidence des zones de plus forte exhalation, un seul modèle de conteneur d'accumulation doit être utilisé.

(standards.iteh.ai)

6 Accumulation du radon dans un conteneur

ISO 11665-7:2012

6.1 Caractéristiques de l'accumulation

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c3ba8e4f-5a56-44dd-8513-b6bc48fec95c/iso-11665-7-2012>

La face ouverte du conteneur d'accumulation doit être placée sur la surface du matériau à étudier (sol, roche, matériau de construction, etc.). La géométrie du conteneur d'accumulation doit être adaptée à la surface à étudier. La surface de contact doit être aménagée de manière à garantir un contact uniforme entre la base du conteneur d'accumulation et la surface à étudier (enlever les mauvaises herbes, les cailloux, les racines, etc.) (voir Figure 2). Toute modification apportée à la surface étudiée doit être reportée sur la fiche de résultats (voir l'Annexe informative A). Dans la mesure du possible, la surface à étudier est choisie de sorte que ses irrégularités n'introduisent pas sur le volume utile du conteneur d'accumulation une incertitude supérieure à 10 %.

Après avoir installé le conteneur d'accumulation sur la surface à étudier et avant de le rendre étanche, celui-ci doit être purgé avec de l'air exempt de radon afin de garantir que l'activité volumique du radon est proche de zéro au début du processus d'accumulation.

6.2 Durée d'accumulation

Les résultats expérimentaux montrent que la durée d'accumulation est comprise entre 1 h et 3 h, suivant le volume du conteneur d'accumulation.

7 Prélèvement

7.1 Objectif du prélèvement

Le prélèvement a pour objectif d'introduire un échantillon d'air représentatif de l'air contenu dans le conteneur d'accumulation en contact avec le détecteur du dispositif de mesure du radon.

7.2 Caractéristiques du prélèvement

7.2.1 Généralités

Le prélèvement peut être actif (pompage) ou passif (diffusion naturelle). Il ne doit pas perturber le processus d'accumulation.

Les caractéristiques du prélèvement dépendent du dispositif de mesure utilisé (voir ISO 11665-5, ISO 11665-6 ainsi que les Annexes B et C).

7.2.2 Prélèvement ponctuel

Pour un prélèvement ponctuel, le prélèvement est effectué au début et avant la fin de la phase d'accumulation. Le prélèvement doit être effectué comme spécifié dans l'ISO 11665-6.

7.2.3 Prélèvement continu

Le prélèvement continu peut être:

- a) actif, la pompe intégrée dans le dispositif de mesure de l'activité volumique du radon assure une circulation en continu de l'air entre le dispositif de mesure et le conteneur d'accumulation, ou
- b) passif par diffusion.

Le prélèvement doit être effectué comme spécifié dans l'ISO 11665-5.

7.3 Durée du prélèvement

La durée du prélèvement dépend de la méthode de mesure utilisée (voir ISO 11665-5, ISO 11665-6 ainsi que les Annexes B et C).

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c3ba8e4f-5a56-44dd-8513-b6bc48fec95c/iso-11665-7-2012>

7.4 Volume d'air prélevé

Le volume d'air prélevé dépend de la méthode de mesure utilisée (voir ISO 11665-5, ISO 11665-6 ainsi que les Annexes B et C). Il doit être déterminé avec précision. Pour éviter toute modification du processus d'exhalation dans le cas du prélèvement ponctuel, le volume total de l'air prélevé ne doit pas excéder 10 % du volume utile du conteneur.

8 Méthode de détection

Différentes méthodes de détection peuvent être utilisées pour mesurer l'activité volumique du radon dans l'air prélevé du conteneur d'accumulation.

Pour un prélèvement ponctuel, les méthodes de détection doivent être conformes à l'ISO 11665-6.

Pour un prélèvement continu, les méthodes de détection doivent être conformes à l'ISO 11665-5.

9 Mesurage

9.1 Mode opératoire

Le mesurage doit être effectué comme suit:

- a) choix et localisation de l'emplacement de la mesure;
- b) notification du lieu de l'emplacement de la mesure;
- c) préparation de la surface à étudier en éliminant, si nécessaire, les roches, racines, etc.;