

---

---

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

Partie 8:  
**Méthodologies appliquées  
aux investigations initiales et  
complémentaires dans les bâtiments**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)  
*Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 —  
Part 8: Methodologies for initial and additional investigations in  
buildings*

ISO 11665-8:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35333f6e-7e2f-4591-b6f8-9e0691cc8a69/iso-11665-8-2012>



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 11665-8:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35333f6e-7e2f-4591-b6f8-9e0691cc8a69/iso-11665-8-2012>



**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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes, définitions et symboles</b> .....	<b>1</b>
3.1    Termes et définitions.....	1
3.2    Symboles.....	3
<b>4</b> <b>Organisation des phases de mesure</b> .....	<b>4</b>
<b>5</b> <b>Dépistage</b> .....	<b>4</b>
5.1    Objectif.....	4
5.2    Méthodologie suivie lors du dépistage.....	4
5.3    Choix des dispositifs de mesure.....	5
5.4    Choix de l'implantation des points de mesure.....	5
5.5    Pose et retrait des dispositifs de mesure.....	6
5.6    Traitement des dispositifs de mesure.....	7
5.7    Exploitation des résultats de mesure.....	7
5.8    Rapport de dépistage.....	8
<b>6</b> <b>Investigations complémentaires</b> .....	<b>8</b>
6.1    Généralités.....	8
6.2    Méthodologie pour des investigations complémentaires.....	9
6.3    Rapport d'investigations complémentaires.....	11
<b>7</b> <b>Vérification immédiate de l'efficacité des solutions techniques mises en œuvre</b> .....	<b>12</b>
<b>8</b> <b>Contrôle de l'efficacité des solutions techniques</b> .....	<b>12</b>
<b>9</b> <b>Contrôle de la pérennité</b> .....	<b>12</b>
<b>Annexe A (informative) Organisation des phases de mesure dans un bâtiment</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe B (informative) Exemples de bâtiments souterrains et de niveaux enterrés</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe C (informative) Rapport de dépistage</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe D (informative) Exemple d'exploitation des résultats de mesure du dépistage</b> .....	<b>18</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>19</b>

## 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 11665-8 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*: (standards.iteh.ai)

- *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: Methodologies 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*
- *Partie 11: Méthode d'essai pour le gaz du sol*

## Introduction

Les isotopes 222 et 220 du radon sont des gaz radioactifs produits par la désintégration du radium 226 ou du radium 224, descendants respectifs de l'uranium 238 et du thorium 232 présents dans la croûte terrestre. La désintégration du radon donne naissance à des éléments solides, eux-mêmes radioactifs, puis à du plomb stable<sup>[1]</sup>.

Le radon est aujourd'hui considéré comme la source principale d'exposition radiologique de l'homme aux rayonnements naturels. Le rapport UNSCEAR (2008)<sup>[2]</sup> suggère qu'au niveau mondial, le radon intervient pour environ 52 % du bilan radiologique global dû aux rayonnements naturels. L'impact radiologique de l'isotope 222 (48 %) est beaucoup plus élevé que celui de l'isotope 220 (4 %), l'isotope 219 est quant à lui considéré négligeable.

Depuis 1987, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a reconnu le radon comme un cancérigène pulmonaire humain.

Dans la présente Norme internationale, le terme radon se rapporte à l'isotope 222.

L'activité volumique du radon est très variable dans le temps et dans l'espace. L'exposition au radon et à ses descendants à vie courte varie considérablement d'un lieu à un autre: elle dépend de la quantité de radon émise par le sol, des conditions météorologiques, mais également du degré de confinement des lieux où se trouvent exposées les personnes<sup>[3]</sup>.

Le radon se trouve en concentration généralement plus importante dans les bâtiments que dans l'atmosphère extérieure en raison des plus faibles taux de renouvellement de l'air. Le radon s'accumule dans l'air des bâtiments et ceci, d'autant plus que l'aération est réduite. Dans les bâtiments, la source de radon prépondérante est en général le sol sous-jacent. Les matériaux de construction, l'air extérieur, l'eau et même le gaz de ville peuvent aussi participer à l'augmentation de l'activité volumique du radon.

Le radon pénètre dans un bâtiment principalement par un mécanisme de convection induit par une différence de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, ce qui crée une différence de pression entre l'air du bâtiment et celui contenu dans le sol sous-jacent. L'activité volumique du radon dépend de l'architecture, des équipements (cheminée, systèmes de ventilation mécanique, etc.), des paramètres environnementaux du bâtiment (température, pression, etc.), mais également du mode de vie de ses occupants.

Dans les bâtiments, l'activité volumique du radon varie généralement de quelques dizaines à plusieurs centaines de becquerels par mètre cube<sup>[4]</sup>. Dans des lieux très confinés, l'activité volumique peut même atteindre plusieurs milliers de becquerels par mètre cube.

La détermination de l'activité volumique du radon dans l'atmosphère d'un bâtiment s'appuie sur une procédure méthodique comprenant deux phases de mesure: les investigations initiales (le dépistage), permettant d'estimer la valeur moyenne annuelle de l'activité volumique du radon dans le bâtiment; et si nécessaire, des investigations complémentaires.

Lorsque l'activité volumique du radon doit être réduite dans un bâtiment, les techniques de remédiation doivent être adaptées à chaque cas particulier<sup>[5][6][7]</sup>. L'impact des solutions techniques sur les niveaux de radon est vérifié par un nouveau mesurage de l'activité volumique du radon dans le bâtiment.

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

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11665-8:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35333f6e-7e2f-4591-b6f8-9e0691cc8a69/iso-11665-8-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35333f6e-7e2f-4591-b6f8-9e0691cc8a69/iso-11665-8-2012>

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

## Partie 8: Méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11665 spécifie les exigences applicables à la détermination de l'activité volumique du radon dans tout type de bâtiment. Les bâtiments peuvent être des habitations privées, bâtiments publics, bâtiments industriels, bâtiments souterrains, etc.

La présente partie de l'ISO 11665 décrit les méthodes de mesure utilisées pour évaluer l'activité volumique moyenne annuelle du radon dans les bâtiments, lors de la phase de dépistage. Elle traite également des actions à entreprendre pour identifier la source, les voies d'entrée et de transfert du radon dans le bâtiment (investigations complémentaires).

La présente partie de l'ISO 11665 développe également les exigences applicables à la vérification immédiate des solutions techniques mises en œuvre, au contrôle de leur efficacité ainsi qu'au contrôle de la pérennité de la situation du bâtiment vis-à-vis du radon.

La présente partie de l'ISO 11665 ne traite ni du diagnostic technique ni de la spécification de travaux de remédiation.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35333f6e-7e2f-4591-b6f8-9e0691cc8a69/iso-11665-8-2012>

### 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 s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 6707-1, *Bâtiment et génie civil — Vocabulaire — Partie 1: Termes généraux*

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 11665-4, *Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air: Radon-222 — 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*

### 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 et l'ISO 6707-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

##### 3.1.1

##### **investigations complémentaires**

phase de réalisation d'actions, incluant les mesurages permettant d'aider à l'identification des sources de radon, de leurs voies d'entrée et de leurs voies de transfert dans le bâtiment

### 3.1.2

#### **bâtiment**

tout ce qui est construit ou résulte d'opérations de construction, généralement partiellement ou totalement fermé et conçu pour rester en permanence au même endroit, et dont une des principales finalités est d'abriter des occupants ou des contenus

NOTE 1 Dans la présente partie de l'ISO 11665, un bâtiment est considéré comme souterrain si son toit se situe partiellement ou entièrement sous terre (voir Figure B.1).

NOTE 2 Les niveaux enterrés d'un bâtiment sont ceux dont le plafond se situe entièrement en dessous du niveau du sol (voir Figure B.2).

### 3.1.3

#### **cartographie du bâtiment**

représentation spatiale des résultats de mesure indiquant la répartition de l'activité volumique du radon dans les différents volumes du bâtiment afin d'identifier les zones qui présentent l'activité volumique la plus importante

NOTE Les mesurages réalisés pour la cartographie du bâtiment ne sont représentatifs que des conditions rencontrées au moment de l'échantillonnage et ne peuvent pas donc pas être utilisés pour estimer l'activité volumique moyenne annuelle.

### 3.1.4

#### **zone homogène**

zone qui comporte un ou plusieurs volumes contigus à l'intérieur d'un bâtiment et dont les caractéristiques sont identiques ou très proches (nature des murs, du sol, du sous-sol, des fondations, niveau du bâtiment, alimentation en eau, type d'utilisation de l'eau, ventilation, ouvertures, température, etc.) avec une activité volumique du radon homogène

NOTE 1 Une zone homogène se définit principalement sur la base des critères suivants:

- même type d'interface sol-bâtiment: [ISO 11665-8:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35333f6e-7e2f-4591-b6f8-9e0691cc8a69/iso-11665-8-2012)
- mêmes conditions de ventilation (pas de système de ventilation, ventilation naturelle, ventilation mécanique, etc.);
- même niveau de température.

NOTE 2 Lorsque l'eau peut être une source potentielle de radon:

- même mode d'alimentation en eau (direct, indirect, continu, recyclé);
- même type d'utilisation de l'eau (lavage, douche, soins thérapeutiques)

### 3.1.5

#### **investigations initiales**

##### **dépistage**

première étape du processus, incluant le mesurage, visant à déterminer les valeurs moyennes annuelles de l'activité volumique du radon dans un bâtiment

### 3.1.6

#### **techniques de remédiation**

moyens techniques mis en œuvre dans un bâtiment existant afin de réduire la présence de radon

### 3.1.7

#### **volume occupé**

volume régulièrement occupé avec un temps de présence justifiant une vigilance vis-à-vis du risque d'exposition au radon

EXEMPLE Salle à manger, atelier, bureau, salle de classe, etc.

**3.1.8****voies d'entrée du radon**

passages empruntés ou vecteurs utilisés (air ou eau) par le radon pour pénétrer dans le bâtiment

NOTE L'entrée du radon dans un bâtiment ne se fait pas de façon uniforme sur toute l'enveloppe du bâtiment. Les voies d'entrée privilégiées du radon sont les fissures dans l'interface sol-bâtiment, les passages de canalisation, etc.

**3.1.9****source du radon**

origine de la présence du radon dans le bâtiment

NOTE Dans les bâtiments, la principale source du radon est en général le sol sous-jacent. Dans certains cas, les matériaux de construction, l'air extérieur, l'eau (de captage, de distribution, thermique, etc.) et même le gaz de ville peuvent participer à l'augmentation de l'activité volumique du radon.

**3.1.10****voies de transfert du radon**

passages empruntés ou vecteurs utilisés (air ou eau) par le radon pour se déplacer d'un volume à un autre dans le bâtiment

NOTE Les voies de transfert du radon incluent communément les passages de canalisation, les escaliers, les portes, etc.

**3.1.11****interface sol-bâtiment**

surface de contact entre le sol et le bâtiment

NOTE L'interface sol-bâtiment peut, par exemple, être constituée de:

- sol en terre battue;
- dallage sur terre-plein;
- dalle ou plancher sur un vide technique, vide sanitaire, sous-sol ou cave;
- murs enterrés ou semi-enterrés en contact avec le terrain;
- etc.

**3.1.12****diagnostic technique du bâtiment**

opérations d'investigation réalisées pour identifier les causes de la présence de radon détecté dans le bâtiment lors du dépistage et pour fournir les éléments nécessaires au choix de techniques de remédiation pérennes adaptées

**3.1.13****valeur d'intérêt**

valeur préalablement fixée de l'activité volumique moyenne annuelle du radon à partir de laquelle des actions doivent être entreprises pour abaisser cette activité volumique moyenne annuelle<sup>[8]</sup>

NOTE Les valeurs d'intérêt, également nommées niveaux de référence, sont fixées réglementairement par l'Autorité administrative nationale compétente ou convenues contractuellement entre les parties impliquées.

**3.1.14****volume**

espace fermé dans un bâtiment

EXEMPLE Pièce de vie, couloir, débarras, atelier, bureau, salle de classe, vide sanitaire, cave, etc.

**3.2 Symboles**

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

$\bar{C}$       Activité volumique annuelle moyenne, en becquerels par mètre cube

$\bar{C}_1$       Valeur d'intérêt de l'activité volumique du radon, en becquerels par mètre cube

## 4 Organisation des phases de mesure

La détermination de l'activité volumique du radon dans l'atmosphère d'un bâtiment repose sur une procédure comprenant différentes phases de mesure:

- la mise en évidence de la présence de radon dans un bâtiment doit être réalisée au moyen d'un dépistage conformément aux exigences fixées dans l'Article 5. Cette phase consiste à obtenir des résultats de mesure pour évaluer l'activité volumique moyenne annuelle du radon, qui sera comparé à la valeur d'intérêt;
- si le dépistage fait apparaître une activité volumique du radon plus faible que l'une ou plusieurs valeurs d'intérêt, la pérennité de la situation du bâtiment vis-à-vis du radon doit être contrôlée conformément aux exigences fixées dans l'Article 9;
- si des modifications remettant en cause cette pérennité sont effectuées dans ce bâtiment, un nouveau dépistage doit être mis en œuvre conformément aux exigences fixées dans l'Article 5;
- si le dépistage fait apparaître une activité volumique du radon supérieure à une ou plusieurs valeurs d'intérêt, des opérations d'investigation destinées à identifier les causes d'un tel niveau de radon sont réalisées (diagnostic technique du bâtiment, etc.). En fonction du type de bâtiment rencontré et notamment, pour des bâtiments de grande surface au sol avec des soubassements complexes, des investigations complémentaires peuvent être menées afin d'aider à identifier les sources du radon (sol, matériaux de construction, eau) ainsi que ses voies d'entrées et de transfert dans le bâtiment. Les investigations complémentaires sont réalisées conformément aux exigences fixées dans l'Article 6;
- si des techniques de remédiation (actions simples comme la mise en route de la ventilation ou réalisation de travaux) sont mises en œuvre, la vérification immédiate de leur efficacité peut être réalisée à court terme au moyen de mesurages de radon non représentatifs de la valeur moyenne annuelle (Article 7). L'efficacité puis la pérennité de ces actions de remédiation doivent être contrôlées conformément aux exigences fixées dans les Articles 8 et 9.

NOTE      Un exemple d'organisation des phases de mesure est donné dans l'Annexe A.

## 5 Dépistage

### 5.1 Objectif

L'objectif du dépistage est de déterminer si un bâtiment ou une partie d'un bâtiment présente une valeur d'activité volumique moyenne annuelle de radon au-dessus des valeurs d'intérêt.

### 5.2 Méthodologie suivie lors du dépistage

Le dépistage doit être réalisé en suivant la chronologie décrite ci-après:

- choix des dispositifs de mesure;
- choix de l'implantation des points de mesure dans le bâtiment;
- pose et retrait des dispositifs de mesure;
- traitement des dispositifs de mesure;
- analyse des données des résultats de mesure obtenus pour chaque zone homogène;

- rédaction du rapport de dépistage.

### 5.3 Choix des dispositifs de mesure

La méthode de mesure utilisée pour déterminer l'activité volumique moyenne annuelle est la méthode de mesure intégrée sur le long terme décrite dans l'ISO 11665-4.

Plusieurs types de dispositifs de mesure, répondant aux exigences de l'ISO 11665-4, peuvent être utilisés dans le cadre du dépistage. Toutefois, afin de faciliter l'analyse des données ainsi que l'interprétation des résultats de mesure, le même type de dispositif doit être utilisé par bâtiment.

Dans le cas d'une atmosphère spécifique où le facteur d'équilibre présente une forte variabilité (atmosphère empoussiérée, à fort taux d'humidité, très ventilée, etc.), un dispositif de mesure passif dit « en configuration fermée » doit être utilisé.

### 5.4 Choix de l'implantation des points de mesure

#### 5.4.1 Généralités

L'implantation des dispositifs de mesure suit un protocole en trois phases qui détermine:

- les zones homogènes du bâtiment étudié;
- le nombre de dispositifs nécessaires par zone homogène afin de réaliser des mesures représentatives;
- les lieux d'implantation des dispositifs de mesure dans les zones homogènes.

#### 5.4.2 Détermination et sélection des zones homogènes

Les zones homogènes sont déterminées en partant du niveau le plus bas afin de progressivement sélectionner une surface totale de zone homogène occupée au moins égale à la surface au sol du bâtiment. Cette démarche vise à sélectionner les zones homogènes qui présentent les activités volumiques de radon les plus élevées.

Cette démarche se découpe en deux phases:

- La détermination des zones homogènes est fondée sur
  - les principaux critères suivants:
    - même type d'interface sol-bâtiment;
    - mêmes conditions de ventilation (pas de système de ventilation, ventilation naturelle, ventilation mécanique, etc.);
    - même niveau de température;
  - les critères complémentaires suivants lorsque l'eau peut être une source potentielle de radon:
    - même mode d'alimentation en eau (direct, indirect, continu, recyclé);
    - même type d'utilisation de l'eau (lavage, douche, soins thérapeutiques).
- La sélection des zones homogènes doit comprendre au minimum un volume occupé.

Dans les cas particuliers où des sources autres que le sol (eau et/ou matériaux de construction) ont été identifiées, cette démarche est réalisée pour tous les niveaux concernés.

Dans le cas d'un bâtiment comprenant des niveaux enterrés, cette démarche est réalisée pour tous les niveaux enterrés du bâtiment et toutes les zones homogènes occupées sont sélectionnées.