
**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*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30a212b0-4544-4307-943d-01c1744a421f/iso-11665-8-2019>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11665-8:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30a212b0-4544-4307-943d-01c1744a421f/iso-11665-8-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
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.....	4
4 Organisation des phases de mesure	4
5 Dépistage	5
5.1 Objectif.....	5
5.2 Méthodologie suivie lors du dépistage.....	5
5.3 Choix des dispositifs de mesure.....	5
5.4 Implantation des points de mesure.....	5
5.4.1 Généralités.....	5
5.4.2 Détermination et sélection des zones homogènes.....	5
5.4.3 Nombre de dispositifs de mesure à installer.....	6
5.4.4 Implantation des dispositifs de mesure.....	6
5.5 Pose et dépose des dispositifs de mesure.....	7
5.6 Traitement des dispositifs de mesure.....	7
5.7 Analyse des données.....	7
5.8 Rapport de dépistage.....	8
6 Investigations complémentaires	9
6.1 Généralités.....	9
6.2 Méthodologie des investigations complémentaires.....	9
6.2.1 Généralités.....	9
6.2.2 Cartographie du bâtiment.....	10
6.2.3 Identification des sources et des voies d'entrée du radon.....	10
6.2.4 Identification des voies de transfert.....	11
6.3 Rapport d'investigations complémentaires.....	12
7 Vérification immédiate de l'efficacité des solutions techniques mises en œuvre	12
8 Contrôle de l'efficacité des solutions techniques appliquées	13
9 Contrôle de pérennité	13
Annexe A (informative) Exemples de bâtiments souterrains et de niveaux enterrés	14
Annexe B (informative) Organisation des phases de mesure du radon dans un bâtiment	15
Annexe C (informative) Rapport de dépistage	16
Annexe D (informative) Exemple d'analyse des résultats de mesure du dépistage	18
Bibliographie	19

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute autre information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 11665-8:2012), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- mise à jour de l'introduction;
- mise à jour de la bibliographie.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 11665 est disponible sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Les isotopes 222, 219 et 220 du radon sont des gaz radioactifs produits par la désintégration des isotopes 226, 223 et 224 du radium, lesquels sont respectivement des descendants de l'uranium 238, de l'uranium 235 et du thorium 232, et sont tous présents dans l'écorce terrestre (voir Annexe A de l'ISO 11665-1:2019 pour plus d'informations). 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 (par exemple polonium, bismuth, plomb, etc.). Les effets potentiels du radon sur la santé humaine sont liés à ses descendants solides 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^{[2][3][4][5]}.

Le radon est aujourd'hui considéré comme la principale source d'exposition de l'homme au rayonnement naturel. L'UNSCEAR^[6] 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 (voir Annexe A de l'ISO 11665-1:2019). Pour cette raison, les références au radon dans le présent document désignent 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 de la quantité de radon émise par le sol et des matériaux de construction en ces lieux, des conditions météorologiques et du degré de confinement dans les lieux où sont exposées les personnes.

Comme le radon a tendance à se concentrer dans les espaces clos tels que les maisons, la majeure partie de l'exposition de la population provient du radon présent dans l'atmosphère intérieure des bâtiments. Le gaz issu du sol est considéré comme la source la plus importante de radon résidentiel via des voies d'infiltration. D'autres sources sont décrites dans d'autres parties de l'ISO 11665 et dans la série ISO 13164 pour l'eau^[7].

Le radon pénètre dans les bâtiments par un mécanisme de diffusion dû à la différence permanente entre l'activité volumique du radon dans le sol sous-jacent et celle existant à l'intérieur du bâtiment, et par un mécanisme de convection généré par intermittence par une différence de pression entre l'air dans le bâtiment et celui contenu dans le sol sous-jacent. L'activité volumique du radon à l'intérieur des bâtiments dépend de l'activité volumique du radon dans le sol sous-jacent, de la structure du bâtiment, des équipements (cheminée, systèmes de ventilation mécanique, entre autres), des paramètres environnementaux du bâtiment (température, pression, etc.), mais également du mode de vie de ses occupants.

Pour limiter le risque pour les individus, un niveau de référence national de 100 Bq·m⁻³ est recommandé par l'Organisation mondiale de la santé^[5]. Lorsque cela n'est pas possible, il convient que ce niveau de référence ne dépasse pas 300 Bq·m⁻³. Cette recommandation a été entérinée par les États membres de la Communauté européenne qui doivent établir des niveaux de référence nationaux pour les activités volumiques du radon à l'intérieur des bâtiments. Il convient que les niveaux de référence pour l'activité volumique moyenne annuelle dans l'air ne soient pas supérieurs à 300 Bq·m⁻³^[5].

Pour réduire le risque pour l'ensemble de la population, il convient de mettre en œuvre des codes de construction qui exigent des mesures de prévention du radon dans les bâtiments en construction et des mesures de remédiation du radon dans les bâtiments existants. Les mesurages du radon sont nécessaires, car les codes de construction ne peuvent à eux seuls garantir que les concentrations de radon sont inférieures au niveau de référence.

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.

ISO 11665-8:2019(F)

Lorsque l'activité volumique du radon doit être réduite dans un bâtiment, les techniques de remédiation sont adaptées à chaque cas particulier^{[8][9][10]}. On vérifie l'impact de la remédiation par de nouveaux mesurages 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 11665-8:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30a212b0-4544-4307-943d-01c1744a421f/iso-11665-8-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30a212b0-4544-4307-943d-01c1744a421f/iso-11665-8-2019>

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

Le présent document spécifie les exigences applicables à la détermination de l'activité volumique du radon dans tout type de bâtiment (habitations privées, bâtiments publics, bâtiments industriels, bâtiments souterrains, etc.).

Le présent document décrit les méthodes de mesure utilisées pour évaluer, lors de la phase de dépistage, l'activité volumique moyenne annuelle du radon dans les bâtiments. Le présent document expose les actions à entreprendre pour identifier la source, les voies d'entrée et de transfert du radon dans le bâtiment (investigations complémentaires).

Pour finir, le présent document développe les exigences applicables à la vérification immédiate des techniques de remédiation mises en œuvre, au contrôle de leur efficacité ainsi qu'à la vérification de la pérennité de la situation du bâtiment vis-à-vis du radon.

Le présent document ne traite ni du diagnostic technique ni de la spécification de travaux de remédiation.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30a212b0-4544-4307-943d-01c1744a421f/iso-11665-8-2019>

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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, *Bâtiments et ouvrages de 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*

ISO 11665-7, *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*

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.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1.1

investigations complémentaires

phase de réalisation de 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 la finalité principale est d'abriter des occupants ou des contenus

Note 1 à l'article: Dans le présent document, un bâtiment est considéré comme souterrain si son toit se situe partiellement ou entièrement sous terre (voir [Figure A.1](#)).

Note 2 à l'article: Les niveaux enterrés d'un bâtiment sont ceux dont le plafond se situe entièrement en dessous du niveau du sol (voir [Figure A.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 1 à l'article: Les mesurages réalisés pour la cartographie du bâtiment ne sont représentatifs que des conditions rencontrées au moment du prélèvement 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 à l'article: Une zone homogène se définit principalement sur la base des 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.

Note 2 à l'article: Lorsque l'eau peut être une source potentielle de radon, les critères supplémentaires suivants s'appliquent:

- 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 ou dépistage

première étape du processus, y compris 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 l'activité volumique du 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 1 à l'article: 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 1 à l'article: 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 (standards.iteh.ai)**

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

ISO 11665-8:2019

Note 1 à l'article: Les voies de transfert du radon sont généralement 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 1 à l'article: 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^[11]

Note 1 à l'article: 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}_I 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 s'appuie sur un mode opératoire méthodique 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 à l'Article 5. Cette phase vise à obtenir des résultats de mesure pour évaluer l'activité volumique moyenne annuelle du radon, et qui sont comparés 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 est contrôlée conformément aux exigences fixées à 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 à 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. Ces investigations complémentaires doivent être réalisées conformément aux exigences fixées à l'Article 6;
- si des techniques de remédiation (actions simples comme la mise en route de la ventilation ou effectuer des travaux de construction) sont mises en œuvre, la vérification immédiate de leur efficacité peut être réalisée à court terme en effectuant des mesurages du radon non représentatifs de la valeur moyenne annuelle (voir Article 7). L'efficacité puis la pérennité de ces actions de remédiation doivent être contrôlées conformément aux exigences fixées aux Articles 8 et 9.

NOTE Un exemple d'organisation des différentes phases est donné à l'Annexe B.

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 du radon supérieure à une ou plusieurs 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;
- implantation des points de mesure dans le bâtiment;
- pose et dépose 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 estimer l'activité volumique moyenne annuelle doit être la méthode de mesure intégrée sur le long-terme conforme à 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 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 mesurages représentatifs;
- 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 approche vise à sélectionner les zones homogènes qui présentent les activités volumiques de radon les plus élevées.