



Santé  
Canada

Health  
Canada

*Votre santé et votre  
sécurité... notre priorité.*

*Your health and  
safety... our priority.*

# Guide sur les mesures du radon dans les édifices publics

(lieux de travail, écoles, garderies, hôpitaux, établissements de soins et centres correctionnels)



Canada

**Santé Canada est le ministère fédéral qui aide les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé.** Nous évaluons l'innocuité des médicaments et de nombreux produits de consommation, aidons à améliorer la salubrité des aliments et offrons de l'information aux Canadiennes et aux Canadiens afin de les aider à prendre de saines décisions. Nous offrons des services de santé aux peuples des Premières nations et aux communautés inuites. Nous travaillons de pair avec les provinces pour nous assurer que notre système de santé répond aux besoins de la population canadienne.

Also available in English under the title:  
*Guide for Radon Measurements in Public Buildings*  
(Workplaces, Schools, Day Cares, Hospitals, Care Facilities, Correctional Centres)

Pour obtenir plus d'information, veuillez communiquer avec :

Santé Canada  
Indice de l'adresse 900C2  
Ottawa (Ontario) K1A 0K9  
Tél. : 613-957-2991  
Sans frais : 1-866-225-0709  
Télec. : 613-941-5366  
ATS : 1-800-465-7735  
Courriel : publications@hc-sc.gc.ca

La présente publication est également disponible sur demande en formats de substitution.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de la Santé, 2015

Date de publication : janvier 2016

La présente publication peut être reproduite sans autorisation pour usage personnel ou interne seulement, dans la mesure où la source est indiquée en entier.

PDF  
Cat. : H128-1/08-544-1F-PDF  
Pub. : 150059  
ISBN : 978-0-660-03036-4

## ***Remerciements***

---

Santé Canada tient à remercier l'Environmental Protection Agency des États-Unis de lui avoir permis de citer ses documents d'orientation sur le radon et d'avoir contribué à la préparation de ce document ainsi qu'Arthur Scott pour l'élaboration du document original.

# Table des matières

<b>I.</b>	<b>Introduction . . . . .</b>	<b>3</b>
1.1	Étendue et sommaire . . . . .	3
1.2	Qu'est-ce que le radon? . . . . .	3
1.3	Lignes directrices sur le radon. . . . .	4
<b>2.</b>	<b>Durée de la mesure du radon. . . . .</b>	<b>5</b>
2.1	Mesures à long terme. . . . .	5
2.2	Mesures à court terme . . . . .	5
<b>3.</b>	<b>Appareils de mesure du radon . . . . .</b>	<b>5</b>
3.1	Détecteur de traces alpha . . . . .	6
3.2	Chambre d'ionisation avec électret à long terme . . . . .	6
3.3	Appareils de mesure du radon en continu . . . . .	6
<b>4.</b>	<b>Unités de mesure du radon . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Mesures dans les édifices publics . . . . .</b>	<b>8</b>
5.1	Stratégie de mesure . . . . .	8
5.2	Emplacements des appareils de mesure dans les édifices publics . . . . .	8
5.3	Contrôle de la qualité. . . . .	10
<b>6.</b>	<b>Mesures dans les écoles . . . . .</b>	<b>11</b>
6.1	Stratégie de mesure . . . . .	11
6.2	Emplacement des appareils de mesure dans les écoles . . . . .	12
6.3	Mesures subséquentes dans les écoles servant de base à l'atténuation . . . . .	12
6.4	Établissement des résultats des mesures à long terme dans les écoles . . . . .	13
<b>7.</b>	<b>Interprétation des résultats . . . . .</b>	<b>14</b>

**Annexe I – Procédure recommandée de mesure du radon dans les édifices publics (édifices et écoles) . . . . .15**

Mesure initiale du radon . . . . . 15  
Mesure à long terme post-atténuation . . . . . 18

**Annexe 2 – Autres appareils de mesure . . . . . 20**

Appareils de mesure à court terme . . . . . 20  
Adsorption sur charbon actif . . . . . 20  
Analyse par scintillation liquide . . . . . 20  
Chambre d'ionisation avec électret à court terme . . . . . 20  
Appareils de mesure du radon en continu . . . . . 20  
Décteur numérique . . . . . 21  
Appareils de mesure du radon en continu en UA (unité alpha) . . . . . 21  
Appareils de mesure spécialisés . . . . . 21

# I. Introduction

## 1.1 Étendue et sommaire

---

Ce document est destiné aux personnes et aux organisations qui effectuent des mesures du radon dans les édifices ayant un taux d'occupation ou une durée de séjour élevé, qui sont alors considérés comme des habitations aux fins de la mesure du radon (Lignes directrices sur le radon du gouvernement du Canada, 2007). Ces types d'édifices incluent, entre autres, les lieux de travail, les hôpitaux, les écoles, les garderies, les établissements de soins de longue durée et les établissements correctionnels. La mesure du radon a pour but de déterminer s'il est nécessaire de prendre des mesures correctives pour protéger les occupants.

Ce document sert de guide pour les différents types d'appareils de mesure, leur installation, et la durée et l'interprétation des mesures.

L'exposition professionnelle au radon est abordée ailleurs, que ce soit dans les lignes directrices ou la réglementation existantes comme le *Code canadien du travail* et les *Lignes directrices canadiennes pour la gestion des matières radioactives naturelles (MRN)* (<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/norm-mrn/index-fra.php>).

## 1.2 Qu'est-ce que le radon?

---

Le radon est un gaz radioactif qui provient de la désintégration naturelle de l'uranium présent dans les sols, les roches et l'eau. Il ne peut être détecté par les sens, ne pouvant ni être vu, ni être senti, ni être goûté, mais il peut être facilement détecté par les appareils de mesure du radon. Lorsque le radon présent dans le sol est libéré dans l'atmosphère, il se mélange à l'air frais, produisant des concentrations trop faibles pour être préoccupantes. Lorsque le radon s'infiltré dans un espace clos tel un bâtiment, il peut s'accumuler à des concentrations élevées et représenter alors une préoccupation pour la santé. Le radon peut s'infiltrer dans un bâtiment par toute ouverture en contact avec le sol : des fissures dans les murs de fondation et les dalles de plancher, les joints de construction, les ouvertures autour des branchements et des poteaux de soutien, les puits de fenêtre, les siphons de sol, les puisards et les cavités dans les murs. Le seul risque connu pour la santé associé à l'exposition de longue durée au radon est un risque accru de développer un cancer du poumon. Le niveau de risque dépend de la concentration de radon et de la durée de l'exposition.

Le radon est présent dans tous les bâtiments du Canada, mais la seule façon d'en connaître la concentration est de la mesurer. Comme la principale source de radon dans les édifices publics est le sol sur lequel ils ont été construits, il est plus probable que les concentrations plus élevées de radon dans l'air intérieur se trouvent aux étages inférieurs de ces édifices. Dans certains cas, ces concentrations plus élevées ont été détectées aux niveaux supérieurs en raison du déplacement du radon par les puits d'ascenseur ou autres gaines techniques de ces édifices ou de l'effet de cheminée. L'effet de cheminée fait référence au déplacement de l'air qui entre dans un bâtiment et qui en sort : l'air chaud s'élève dans le bâtiment pour ensuite s'échapper par les étages supérieurs, forçant l'air frais à y pénétrer par les étages inférieurs. Dans de rares cas, le radon pourrait émaner des matériaux de construction, ce qui pourrait également entraîner des concentrations élevées de radon dans l'air intérieur. À ce jour, comme la mesure à grande échelle des édifices fédéraux du Canada a démontré qu'il s'agissait de facteurs négligeables, la ligne directrice actuelle concernant

la mesure du radon dans les grands immeubles est d'examiner d'abord les étages en contact avec le sol. Les propriétaires ou gestionnaires d'un immeuble préoccupés par la présence potentielle de radon aux étages supérieurs de leur immeuble pourraient également examiner son dernier étage. Si la mesure du radon effectuée aux étages inférieurs d'un immeuble révèle la présence de concentrations élevées de radon, les étages supérieurs pourront alors être examinés à leur tour tout en élaborant la stratégie de réduction du radon.

### ***1.3 Lignes directrices sur le radon***

---

À l'heure actuelle, malgré l'absence de règlement régissant un niveau acceptable de radon dans les habitations et les édifices publics du Canada, Santé Canada, en collaboration avec les provinces et les territoires, a élaboré une directive indiquant aux Canadiens quand des mesures correctives permettant de réduire les concentrations de radon devraient être prises. La directive canadienne actuelle de radon dans l'air intérieur résidentiel est de 200 becquerels par mètre cube (200 Bq/m<sup>3</sup>).

Les lignes directrices suivantes ont été approuvées par le Comité de radioprotection fédéral-provincial-territorial en octobre 2006 et adoptées par le gouvernement canadien le 9 juin 2007 :

« Il faut prendre des mesures correctives lorsque la concentration moyenne annuelle de radon dépasse les 200 Bq/m<sup>3</sup> dans les aires normalement occupées d'un bâtiment.

Plus les concentrations de radon sont élevées, plus il faut agir rapidement. Lorsque des mesures correctives sont prises, la teneur en radon doit être réduite au plus bas niveau qu'on puisse raisonnablement atteindre.

La construction de nouveaux bâtiments devrait se faire à l'aide de techniques qui permettront de réduire au minimum l'entrée de radon et de faciliter l'élimination du radon après la construction, si cela s'avérait nécessaire par la suite. »

#### **Recommandations de Santé Canada quant à l'adoption de mesures correctives :**

1. **Adoption de mesures correctives dans un délai de deux ans :** Santé Canada recommande l'adoption de mesures visant à réduire la concentration de radon dans un délai de deux ans si les résultats des mesures de radon se situent entre 200 et 600 Bq/m<sup>3</sup>.
2. **Adoption de mesures correctives dans un délai d'un an :** Santé Canada recommande l'adoption de mesures visant à réduire la concentration de radon dans un délai d'un an si les résultats des mesures de radon sont supérieurs à 600 Bq/m<sup>3</sup>.

Même si le risque pour la santé d'une exposition à une concentration de radon inférieure à la directive canadienne est faible, il n'y a pas de niveau jugé sans danger. C'est à chaque propriétaire ou gestionnaire d'immeuble de décider du niveau d'exposition au radon qu'il est prêt à accepter.

## 2. Durée de la mesure du radon

### 2.1 Mesures à long terme

---

Les concentrations de radon dans un bâtiment peuvent varier considérablement au fil du temps. En effet, il n'est pas rare de voir ces concentrations doubler ou même tripler au cours d'une même journée, et les variations saisonnières peuvent être encore plus importantes. Les concentrations de radon sont généralement plus élevées en hiver, les portes et les fenêtres étant fermées. Par conséquent, une période de mesure à long terme fournira une indication plus précise de la concentration moyenne annuelle de radon qu'une mesure à court terme. Les mesures à long terme sont d'une durée de 3 à 12 mois.

Durant cette période, les occupants n'ont pas besoin d'apporter de changements à leur style de vie une fois les appareils de mesure installés. Santé Canada recommande une mesure à long terme du radon dans une habitation ou un édifice public effectuée de préférence durant la saison de chauffage. Santé Canada ne recommande pas une période de mesure inférieure à un mois, mais bien un minimum de trois mois.

### 2.2 Mesures à court terme

---

**Les mesures à court terme ne sont pas acceptables lors de l'établissement des concentrations de radon en vue d'évaluer la nécessité d'adopter des mesures correctives.** Comme les concentrations de radon varient au fil du temps, il est fortement recommandé de confirmer le résultat de toute mesure à court terme par une mesure subséquente à long terme prise au même endroit que la mesure initiale pour prendre des décisions en connaissance de cause quant aux mesures de réduction du radon.

Dans de rares cas, il peut être nécessaire d'obtenir une estimation plus rapide de la concentration de radon (p. ex., pour confirmer le succès d'une stratégie de réduction mise en œuvre ou pour des mesures subséquentes à l'école – voir la section 6). En pareils cas, une mesure à court terme (généralement de 2 à 7 jours) peut être effectuée.

## 3. Appareils de mesure du radon

Plusieurs appareils de mesure du radon peuvent être utilisés dans une habitation ou un bâtiment. Ces appareils sont regroupés en deux grandes catégories : ceux conçus pour les mesures à long terme et ceux conçus pour les mesures à court terme. Les appareils de détection énumérés ci-dessous sont actuellement reconnus par Santé Canada comme pouvant être employés dans les stratégies de mesure abordées dans ce document. Santé Canada recommande d'utiliser des appareils de mesure à long terme du radon approuvés par le Programme national de compétence sur le radon au Canada (PNCR-C) (<http://fr.c-nrpp.ca/>).

### 3.1 Détecteur de traces alpha

---

Ce détecteur contient une lamelle de plastique ou une mince pellicule spéciale insérée dans un contenant muni d'une petite ouverture bien définie. L'air testé diffuse (détecteur de type passif) ou est pompé (détecteur de type actif) à travers un filtre qui recouvre l'ouverture du contenant. Lorsque les particules alpha du radon et de ses produits de désintégration heurtent le détecteur, elles y laissent des traces dont la quantité est proportionnelle à la concentration de radon. À la fin de la période de mesure, le contenant est scellé, puis expédié au laboratoire pour analyse. La durée d'exposition au radon d'un détecteur de traces alpha est généralement de 1 à 12 mois.



*Figure 1 – Détecteur de traces alpha*

### 3.2 Chambre d'ionisation avec électret à long terme

---

Cet appareil est composé d'une cartouche de plastique spéciale (chambre d'ionisation) renfermant un disque doté d'une charge électrostatique (électret). Le détecteur est exposé à l'air ambiant lors de la période de mesure, permettant ainsi au radon de diffuser dans la chambre d'ionisation à travers une ouverture munie d'un filtre. L'ionisation issue de la désintégration du radon diminue la charge de l'électret. La chute de tension de l'électret est liée à la concentration de radon. Ce détecteur peut être lu à la maison à l'aide d'un appareil d'analyse spécial mesurant la tension ou expédié à un laboratoire pour analyse. Comme il est sensible au débit de dose du rayonnement gamma naturel, les résultats doivent être corrigés en prenant une mesure du débit de dose du rayonnement gamma sur place. Ce type de détecteur peut être utilisé pendant 1 à 12 mois.



*Figure 2 – Chambre d'ionisation avec électret à long terme*

### 3.3 Appareils de mesure du radon en continu

---

Cette catégorie de détection comprend des appareils qui enregistrent de façon continue des mesures en temps réel du radon par intervalles de quelques minutes et font généralement état des résultats toutes les heures. L'air est pompé ou diffusé dans une chambre de comptage qui est généralement un tube à scintillation, une chambre d'ionisation ou un détecteur d'état solide. Avec ce type de détecteur, le résultat est disponible la plupart du temps à la fin de la mesure effectuée dans l'habitation ou le bâtiment sans traitement ou analyse supplémentaire. Ces détecteurs sont généralement utilisés pendant un minimum de 48 heures et peuvent donc fournir des résultats de mesures à court terme. Ils sont souvent utilisés pour effectuer des mesures diagnostiques lors de travaux d'atténuation ou vérifier le succès d'une stratégie d'atténuation du radon. Ils disposent de méthodes de stockage, d'affichage et de récupération des données consignées par l'appareil.

De plus, ces appareils mesurent et surveillent souvent des paramètres environnementaux autres que les concentrations de radon tels que la température, la pression et l'humidité relative, et sont souvent munis de détecteurs de mouvement permettant aux professionnels du radon de savoir s'ils ont été déplacés ou altérés. Bien que les appareils de mesure du radon en continu puissent servir à effectuer des mesures à long terme, leur coût élevé fait généralement obstacle à cet emploi.

## 4. Unités de mesure du radon

Le Canada, comme bien d'autres pays, a adopté le système international d'unités (SI) et, par conséquent, la directive canadienne sur le radon est exprimée en becquerel par mètre cube (Bq/m<sup>3</sup>). Afin de pouvoir comparer tout résultat de mesure du radon à cette directive, il doit être exprimé en Bq/m<sup>3</sup> ou y être converti (voir le tableau ci-dessous).

Selon l'appareil de mesure utilisé, les résultats des mesures du radon peuvent être exprimés dans l'une ou l'autre des unités suivantes. Le tableau ci-dessous présente les calculs de conversion.

Type d'appareil	Unités utilisées	Conversion
Appareils qui mesurent la concentration de radon	becquerel par mètre cube (Bq/m <sup>3</sup> ) (Canada)	1 becquerel équivaut à 1 désintégration radioactive par seconde
	picocurie par litre (pCi/L) (États-Unis)	1 pCi/L équivaut à 37 Bq/m <sup>3</sup> . 200 Bq/m <sup>3</sup> équivalent à 5,4 pCi/L

**Tableau 1 – Unités de mesure**

Remarque : Les produits de filiation du radon, qui sont des métaux solides issus de la désintégration de ce gaz, sont souvent exprimés en une unité connue sous le nom de unité alpha. Il faut faire preuve de prudence lors de la conversion des unités alpha en unités de radon, le rapport entre ces unités reposant sur un certain nombre de facteurs.

# 5. Mesures dans les édifices publics

## 5.1 Stratégie de mesure

---

Les mesures prises dans les édifices publics présentent des difficultés autres que celles prises dans les habitations. Comme les hôpitaux, les établissements de soins de longue durée et les établissements correctionnels sont occupés en permanence, la mesure à long terme (trois mois) devrait produire une estimation juste de l'exposition au radon des occupants. Toutefois, la plupart des écoles ne sont occupées que le jour, cinq jours par semaine, pendant l'année scolaire (environ dix mois), ce qui pourrait constituer une situation d'exposition particulière. Santé Canada recommande alors de prendre en compte les mesures subséquentes lors de l'analyse des écoles, une fois la mesure à long terme effectuée (voir les sections 6.3 et 6.4).

Si le système CVCA d'un immeuble de bureaux fonctionne en mode d'économie d'énergie, une mesure moyenne à long terme pourra y être établie durant les heures de bureau en se servant des méthode et équation utilisées dans les écoles. Les heures de travail normales de l'immeuble devraient alors être bien définies et l'horaire d'activation du mode d'économie d'énergie du système CVCA demeurer inchangé. Si d'importants changements sont apportés à la programmation du système CVCA, l'exposition au radon des occupants de l'immeuble devra être réévaluée, les concentrations de radon pouvant être différentes.

## 5.2 Emplacements des appareils de mesure dans les édifices publics

---

Les édifices publics diffèrent des habitations, les occupants ne prenant généralement pas directement part au processus de prise de mesures. Le choix de l'emplacement des appareils de mesure est limité par la nécessité d'éviter que des occupants curieux puissent facilement les perturber ou y avoir accès.

Aussi, les édifices publics contiennent généralement plusieurs locaux. Un local est un espace délimité par des murs montant jusqu'au plafond. Pour les besoins de la mesure du radon, un local subdivisé par des cloisons peut être considéré comme un seul local. Afin de produire une estimation représentative de la concentration de radon dans l'édifice, les mesures devraient être prises dans chaque local occupé (par une personne pendant plus de quatre heures par jour) du sous-sol ou, en l'absence de sous-sol, du rez-de-chaussée ou de l'étage le plus bas. Les mesures du radon devraient être effectuées en même temps et être prises également dans les locaux non occupés si leur occupation est prévue prochainement. Les plus grands locaux devraient être munis d'un détecteur pour chaque 200 m<sup>2</sup> de surface de plancher.

L'emplacement des appareils de mesure devrait être choisi de manière à ce qu'il y ait lieu de supposer qu'ils ne seront pas perturbés durant la période de mesure.

- L'endroit d'installation idéal d'un détecteur se trouve à proximité d'un mur intérieur dans la zone de respiration normale, soit entre 0,8 m et 2 m (de 3 pi à 6,5 pi) du plancher, mais à au moins 50 cm (20 po) du plafond et 20 cm (8 po) d'autres objets afin d'assurer une circulation normale de l'air autour du détecteur. Selon le type de détecteur utilisé, cela peut être accompli en suspendant le détecteur au plafond. Un détecteur devrait également être posé à environ 40 cm (16 po) d'un mur intérieur ou à environ 50 cm (20 po) d'un mur extérieur.

- La mesure du radon doit d’abord permettre d’évaluer l’exposition au radon des occupants. Par conséquent, les secteurs où les occupants passent peu de temps devraient être évités. Les efforts devraient être concentrés sur la mesure du radon dans les locaux occupés du sous-sol ou, en l’absence de sous-sol, du rez-de-chaussée ou de l’étage le plus bas. Une attention particulière devrait être accordée aux locaux situés au-dessus de vides sanitaires ou de dalles, ou adossés à une colline avec des murs pouvant être en contact avec le sol.
- Tous les bâtiments d’un complexe immobilier (un hôpital, p. ex.) devraient faire l’objet d’une mesure du radon distincte.
- Les propriétaires préoccupés par la présence possible de radon aux étages supérieurs devraient également examiner le dernier étage.
- Les mesures du radon ne devraient pas être prises dans les salles de bains puisque nous y passons relativement peu de temps.
- Les mesures du radon ne devraient pas être prises dans les placards, les armoires, les vides sanitaires, les recoins des fondations ou à proximité de puits, la concentration de radon n’y étant pas représentative de celle dans les locaux occupés du bâtiment.
- L’emplacement des appareils de mesure devrait être loin des courants d’air causés par les bouches de chauffage, de ventilation et de climatisation, les portes, les ventilateurs et les fenêtres. Il faudrait également éviter les emplacements près de sources de chaleur comme au-dessus des radiateurs, près des cheminées ou la lumière directe du soleil, certains appareils de mesure pouvant être affectés par la chaleur. De même, les appareils ne devraient pas être installés sur ou à proximité de tout appareil ou équipement électrique tel un ordinateur, un téléviseur, une chaîne stéréo ou un haut-parleur.
- Les mesures du radon prises lors de temps doux dans les édifices sans climatisation centrale sont susceptibles de produire des résultats trompeurs, les fenêtres étant sans doute ouvertes pendant la période de mesure. Ce problème peut être atténué en augmentant la durée de la mesure, ce qui souligne l’importance de la mesure à long terme.

Après la réalisation d’importants travaux de rénovation pouvant modifier de façon importante la ventilation ou la circulation d’air dans l’édifice, ou encore la destination des locaux situés à l’étage occupé le plus bas, les propriétaires devraient toujours envisager la prise de nouvelles mesures du radon. Une mesure de trois mois devrait alors être effectuée durant la saison de chauffage qui suit la fin de ces travaux de rénovation.

(Se reporter à l’annexe 1 pour en savoir davantage sur la mesure du radon.)

### 5.3 Contrôle de la qualité

Lorsque plus de dix détecteurs sont posés dans un édifice, un nombre adéquat de mesures de contrôle de la qualité devraient également être mises en place. Il s'agit généralement de duplicatas, de blancs et de contrôles à concentration de radon connue.

Les duplicatas permettent à l'utilisateur d'estimer la précision relative ou la concordance entre deux mesures. Ils devraient représenter 10 % du nombre total des emplacements de mesure (p. ex., il devrait y avoir un duplicata pour chaque 10 détecteurs posés dans un bâtiment, et deux duplicatas pour chaque 20 détecteurs).

Un duplicata consiste en la pose de deux détecteurs côte à côte (à moins de 10 cm ou 4 po l'un de l'autre). Les emplacements choisis pour ces duplicatas devraient être systématiquement répartis sur l'ensemble des échantillons. D'importantes erreurs de précision peuvent être issues de la fabrication des détecteurs, ou de la transcription ou du traitement incorrect des données par les fournisseurs, les laboratoires ou les personnes installant ces détecteurs.

Le calcul de la différence relative en pourcentage (DRP) permettra de comparer les duplicatas. La DRP peut être établie à l'aide de l'équation suivante :

$$DRP = \frac{|[\text{Radon}]_{\text{Mesure 1}} - [\text{Radon}]_{\text{Mesure 2}}|}{\left(\frac{[\text{Radon}]_{\text{Mesure 1}} + [\text{Radon}]_{\text{Mesure 2}}}{2}\right)} \times 100$$

où

$[\text{Radon}]_{\text{Mesure 1}}$  représente la concentration de radon en Bq/m<sup>3</sup> mesurée par un détecteur

$[\text{Radon}]_{\text{Mesure 2}}$  représente la concentration de radon en Bq/m<sup>3</sup> mesurée par son double

Le tableau suivant donne des précisions sur les variances admissibles de DRP associées aux duplicatas.

Mesure moyenne	DRP admissible	Seuil d'alerte	Au-dessus du niveau acceptable
< 75 Bq/m <sup>3</sup>	Aucune limite	Aucune limite	Aucune limite
75 – 149 Bq/m <sup>3</sup>	25 %	50 %	67 %
> 150 Bq/m <sup>3</sup>	14 %	28 %	36 %

**Tableau 2 – Variances admissibles de la différence relative en pourcentage**

Si les résultats des duplicatas diffèrent considérablement du tableau ci-dessus, le problème devrait être rapporté au fournisseur du détecteur ou au laboratoire effectuant la mesure pour en vérifier la cause. Les mesures effectuées dans le local ou le secteur en question devront peut-être être refaites suivant les résultats de cette évaluation.

Pour assurer le contrôle de la qualité, en plus d'installer des duplicatas, il faudrait également envisager d'intégrer un nombre approprié de blancs (généralement 5 %) qui sont des détecteurs scellés permettant d'évaluer toute réaction à une source autre que le radon durant la période de mesure prévue.

Dans le cas des laboratoires d'analyse du radon, les contrôles à concentration de radon connue (généralement 3 %) devraient également être envisagés. Il s'agit de détecteurs de radon envoyés dans une installation munie d'une chambre à radon où ils seront exposés à une concentration connue de radon. Ils permettent de vérifier l'exactitude des mesures en laboratoire.

Le laboratoire fournissant les détecteurs devrait également effectuer un contrôle de la qualité approprié en laboratoire. Un étalonnage des appareils devrait être systématiquement effectué selon les recommandations du fabricant et le PNCR-C le cas échéant. Les laboratoires d'analyse du radon peuvent également détenir d'autres accréditations de laboratoire comme ISO 9001 ou ISO 17025.

## 6. Mesures dans les écoles

### 6.1 Stratégie de mesure

---

Comme les enfants passent beaucoup de temps à l'école, abaisser les concentrations de radon à l'école peut contribuer à réduire de façon notable leur exposition potentielle à vie au radon.

Les écoles représentent des cas spéciaux en ce qui a trait à la mesure du radon par le fait qu'elles ne sont occupées que pendant une partie de l'année (10 mois environ) et que les systèmes de chauffage et de ventilation peuvent fonctionner différemment à différents moments du jour et de la nuit. Toutes ces conditions peuvent influencer sur les concentrations de radon mesurées au cours d'une période donnée. Obtenir une estimation représentative de l'exposition des étudiants nécessite donc que les mesures soient prises uniquement durant les heures de classe, soit en semaine durant l'année scolaire (voir les sections 6.3 et 6.4).

Santé Canada recommande de prendre d'abord comme pour les autres édifices publics (voir la section 5.1) une mesure à long terme du radon pendant au moins trois mois durant l'année scolaire et de préférence au cours de la saison de chauffage. Selon les résultats obtenus, des mesures subséquentes peuvent être requises pour établir une estimation plus précise de l'exposition réelle au radon (voir les sections 6.3 et 6.4).

Selon les cycles d'occupation et le mode de fonctionnement des systèmes CVCA, cette stratégie pourrait également s'appliquer à d'autres édifices publics uniquement occupés durant les heures de bureau. Se reporter à la section 5.1 pour en savoir davantage.

## ***6.2 Emplacement des appareils de mesure dans les écoles***

---

Afin d'obtenir une estimation représentative de la concentration de radon pendant les heures de classe, les mesures devraient être prises dans les salles de classe ou les bureaux occupés (par une personne pendant plus de quatre heures par jour) du plus bas niveau du bâtiment et de préférence à la même heure. Une mesure du radon devrait être prise dans chaque salle occupée du sous-sol ou, en l'absence de sous-sol, du rez-de-chaussée ou de l'étage le plus bas. Une salle est un espace entouré de murs montant jusqu'au plafond. Une salle subdivisée par des cloisons peut être considérée comme une seule salle. Les salles plus larges devraient être munies d'un détecteur pour chaque 200 m<sup>2</sup> de surface de plancher.

L'emplacement des appareils de mesure devrait être choisi de manière à ce qu'il y ait lieu de supposer qu'ils ne seront pas perturbés durant la période de mesure. Se reporter à la section 5.2 pour en savoir davantage sur l'emplacement des appareils de mesure.

Après la réalisation d'importants travaux de rénovation pouvant modifier de façon importante la ventilation ou la circulation d'air dans le bâtiment, ou encore la destination des salles situées à l'étage occupé le plus bas, les commissions scolaires devraient toujours envisager la prise de nouvelles mesures du radon.

Lorsque plus de 10 détecteurs sont posés dans une école, un nombre adéquat de mesures de contrôle de la qualité (des duplicatas et des blancs) doivent également être mises en place comme le recommande la section 5.3.

(Se reporter à l'annexe 1 pour en savoir davantage sur la mesure du radon.)

## ***6.3 Mesures subséquentes dans les écoles servant de base à l'atténuation***

---

Si la mesure à long terme du radon est supérieure à la directive, elle devra être suivie d'une mesure à court terme (durant un maximum de 5 jours) effectuée à l'aide d'un appareil de mesure du radon en continu pour déterminer la concentration moyenne de radon durant les heures de classe (entre 8 h et 16 h chaque jour, par exemple). Des mesures subséquentes de radon, effectuées à l'aide d'un appareil de mesure du radon en continu approuvé par le PNCR-C qui intègre et enregistre un nouveau résultat au moins une fois l'heure, devraient être prévues dans les salles aux concentrations les plus élevées, particulièrement lorsque les résultats sont supérieurs à 200 Bq/m<sup>3</sup>. Ces mesures doivent être prises pendant au moins 48 heures, bien qu'une période de 5 jours soit préférable. La mesure plus courte relevée au cours d'une période de 48 heures pourrait produire des résultats inexacts en raison des conditions climatiques changeantes, alors que ces conditions seraient réparties dans le temps avec la durée de mesure de 5 jours. Les mesures subséquentes permettent d'établir si les concentrations diurnes de radon, soit celles auxquelles les étudiants et les employés sont exposés, sont semblables à celles provenant des résultats des mesures à long terme du radon. Les résultats des mesures à long terme sont représentatifs des concentrations de radon jour et nuit. L'arrêt des systèmes de ventilation lorsque l'école est vide pourrait provoquer des concentrations plus élevées de radon durant cette période. L'appareil de mesure du radon en continu permet d'effectuer des mesures horaires et de déterminer si les concentrations de radon varient afin d'estimer de manière plus précise l'exposition au radon des étudiants et des employés.

## 6.4 Établissement des résultats des mesures à long terme dans les écoles

La concentration moyenne de radon pendant les heures de classe peut être calculée à partir des données sur le radon provenant des mesures à long et à court termes obtenues à l'aide d'un appareil de mesure du radon en continu. Les données recueillies par cet appareil permettront de déterminer le rapport entre la concentration moyenne de radon durant les heures de classe et la concentration moyenne de radon obtenue au cours de la période de mesure à court terme. Le produit de ce facteur par la mesure à long terme du radon permettra d'obtenir la concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures de classe.

$$[\text{RADON}]_{\text{CMRLTHC}} = [\text{RADON}]_{\text{CMRLT}} \times \frac{[\text{RADON}]_{\text{CMRCTHC}}}{[\text{RADON}]_{\text{CMRCT}}}$$

Où :

CMRLTHC = concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures de classe

CMRLT = concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme

CMRCTHC = concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à court terme durant les heures de classe

CMRCT = concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à court terme

Si la concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures de classe est supérieure à 200 Bq/m<sup>3</sup>, il est recommandé d'adopter des mesures correctives.

L'exemple qui suit illustre l'utilisation de l'équation ci-dessus. Supposons que le résultat de la mesure à long terme de trois mois du radon est de 275 Bq/m<sup>3</sup> dans la salle d'une certaine école. Cette mesure est suivie d'une nouvelle mesure de cinq jours prise à l'aide d'un appareil de mesure du radon en continu. Les informations suivantes sont établies à partir des données recueillies par cet appareil :

[Radon] moyenne durant la période de 5 jours = 288 Bq/m<sup>3</sup>

[Radon] moyenne durant les heures de classe (entre 8 h et 16 h) au cours de la période de 5 jours = 176 Bq/m<sup>3</sup>

La concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures de classe serait alors de :

$$[\text{RADON}]_{\text{CMRLTHC}} = 275 \text{ Bq/m}^3 \times (176 \text{ Bq/m}^3 / 288 \text{ Bq/m}^3) = 168 \text{ Bq/m}^3$$

Il s'agit de la valeur servant de base à la mise en œuvre ou non de mesures d'atténuation. Dans l'exemple ci-dessus, la salle en question a une concentration de radon établie à partir de mesures à long terme de 168 Bq/m<sup>3</sup> durant les heures de classe. Comme cette valeur est inférieure à la directive sur le radon, il n'est pas nécessaire d'adopter de mesures d'atténuation pour cette salle. Cet exemple suppose que le système de ventilation fonctionne de la même façon tout au cours de l'année scolaire. Comme toujours, de nouvelles mesures devraient être prises après toute modification apportée au bâtiment ou au système de ventilation. Une nouvelle mesure de trois mois devrait être effectuée durant la première saison de chauffage suivant d'importants travaux de rénovation.

## 7. Interprétation des résultats

Si les résultats des mesures à long terme sont inférieurs à 200 Bq/m<sup>3</sup>, il n'est pas nécessaire de procéder à d'autres mesures. Bien que le risque pour la santé d'une exposition à des concentrations de radon inférieures à la directive canadienne soit faible, il convient de noter qu'il est toujours possible de le réduire davantage par l'adoption de mesures correctives.

Si les résultats des mesures à long terme sont supérieurs à 200 Bq/m<sup>3</sup>, il est recommandé d'adopter des mesures correctives dans les délais fixés par le tableau ci-dessous.

Concentration de radon	Délai recommandé pour la prise de mesures correctives
Supérieure à 600 Bq/m <sup>3</sup>	Moins d'un an
Entre 200 Bq/m <sup>3</sup> et 600 Bq/m <sup>3</sup>	Moins de deux ans

**Tableau 3 – Délai recommandé pour la prise de mesures correctives**

Le propriétaire du bâtiment est responsable de l'assainissement et des coûts connexes. Des informations complémentaires se trouvent dans le document intitulé *Le radon – Guide de réduction pour les Canadiens* ([http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/radon\\_canadiens-canadiens/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/radon_canadiens-canadiens/index-fra.php)).

# Annexe I – Procédure recommandée de mesure du radon dans les édifices publics (édifices et écoles)

## Mesure initiale du radon

### *Où effectuer la mesure*

---

Comme les concentrations élevées de radon dans un bâtiment sont causées par l'infiltration de radon dans ce bâtiment par les zones en contact avec le sol, il faut effectuer la mesure du radon dans tous les locaux aux planchers ou aux murs en contact direct avec le sol ou un vide sanitaire. S'il n'y a aucun local occupé aux étages en contact direct avec le sol, la mesure du radon devra alors être effectuée dans tous les locaux occupés du premier étage utilisé.

Seuls les locaux qui sont ou qui pourraient être occupés par une personne pendant plus de quatre heures par jour devraient être examinés. Les détecteurs de radon seront utilisés pendant la période de mesure recommandée de trois mois.

Les locaux à examiner sont délimités par des murs allant du plancher au plafond (ou faux plafond). Les bureaux à cloisons d'un même local ne seront pas considérés comme des locaux distincts, mais plutôt comme un seul local.

Les dimensions du local détermineront le nombre de détecteurs (sans compter les blancs et les duplicatas requis pour les mesures de contrôle de la qualité) à poser :

- Les locaux dont la superficie totale est inférieure à 200 m<sup>2</sup> (2153 pi<sup>2</sup>)
  - Un seul détecteur à poser
- Les locaux dont la superficie totale est supérieure à 200 m<sup>2</sup> (2153 pi<sup>2</sup>)
  - Un détecteur à poser pour chaque 200 m<sup>2</sup> (2153 pi<sup>2</sup>)

### *Où NE PAS effectuer de mesure*

---

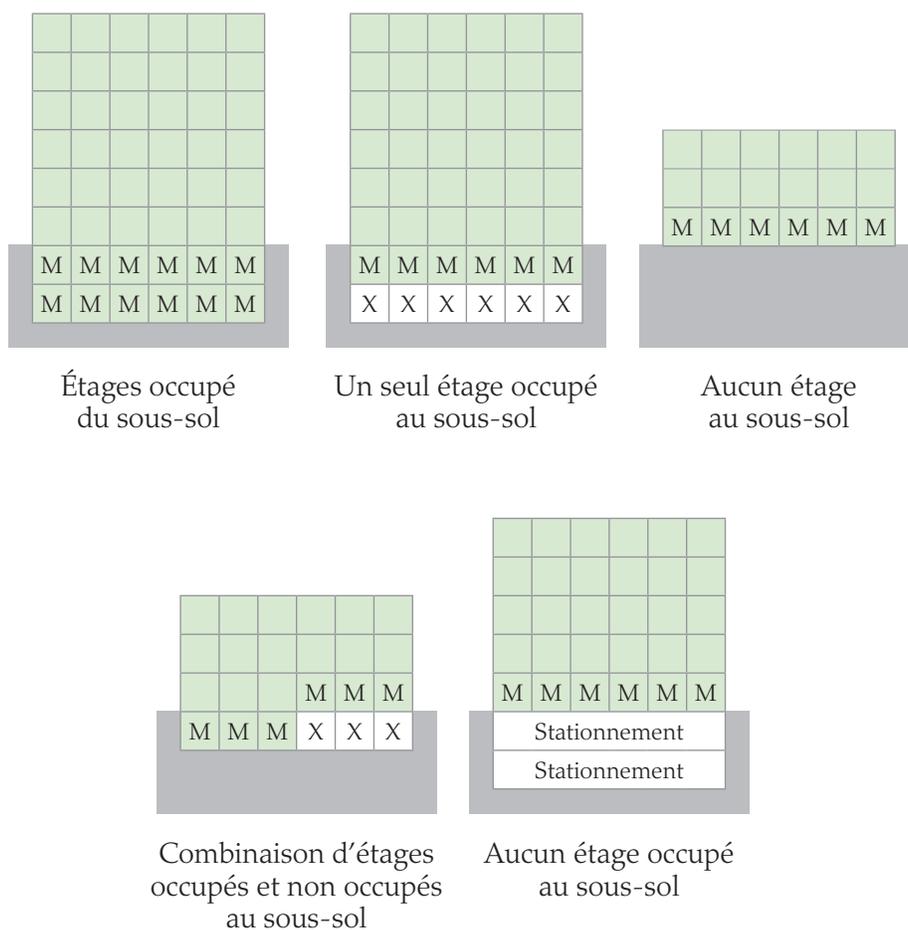
Les salles de bains, les cuisines et les placards ne seront pas examinés, comme d'ailleurs les salles et les aires d'entreposage non occupées pendant plus de quatre heures par jour. Les étages de stationnements intérieurs ne seront également pas examinés.

## Étages à examiner

Les planchers ou les murs qui sont en contact direct avec le sol ou un vide sanitaire seront examinés en fonction des critères de fréquence suivants :

- Une mesure du radon sera effectuée dans tous les locaux occupés.
- Si aucun de ces étages n'a de locaux occupés, une mesure du radon sera effectuée dans tous les locaux occupés de l'étage supérieur utilisé.

## Emplacements des appareils de mesure dans les édifices – Étages à examiner



- Légende:
- Local occupé
  - M Local occupé à examiner
  - X Local non occupé à ne pas examiner
  - Stationnement Secteur non occupé à ne pas examiner

Figure 3 – Emplacements recommandés des appareils de mesure du radon dans les bâtiments à étages

## ***Résultat ou concentration intérieure moyenne supérieur à la directive***

---

Si le résultat est supérieur à 200 Bq/m<sup>3</sup> et qu'il n'y a aucune preuve d'altération durant la mesure du radon, il n'est pas nécessaire d'effectuer de nouvelles mesures à moins d'un résultat anormal. Si la mesure ou la concentration moyenne de radon de l'étage ou du bâtiment est supérieure à la directive, se référer au tableau 3 du chapitre 7.

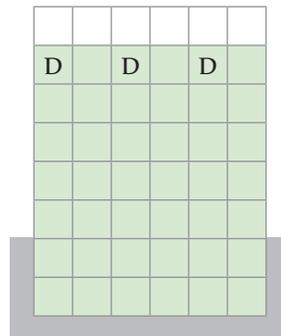
### **Mesure diagnostique facultative liée à l'effet de cheminée ou à l'émanation provenant des matériaux de construction pour les bâtiments ayant des concentrations de radon supérieures à la directive**

Si, après avoir obtenu les résultats des mesures initiales du radon, le propriétaire ou les occupants du bâtiment sont préoccupés par la présence possible de concentrations élevées de radon aux étages supérieurs causées par l'effet de cheminée ou l'émanation de radon provenant des matériaux de construction, une mesure diagnostique pourra être effectuée à l'aide d'un appareil de mesure du radon en continu.

### ***Où effectuer la mesure***

---

Les locaux occupés du dernier étage pour déterminer les concentrations de radon possiblement causées par l'effet de cheminée dans les puits d'ascenseur, d'autres gaines techniques, les cages d'escalier ou les conduits de chauffage, de ventilation et de climatisation.



Mesure diagnostique du dernier étage occupé pour déterminer la concentration de radon pouvant être causée par l'effet de cheminée

Légende:  Local occupé  
 Local non occupé  
D Salle occupée devant faire l'objet d'une mesure diagnostique

**Figure 4 – Emplacements des appareils de mesure du radon au cas où l'effet de cheminée ou l'émanation de radon provenant de matériaux de construction provoque des concentrations élevées de radon**

# Mesure à long terme post-atténuation

## *Situations possibles liées aux mesures subséquentes*

---

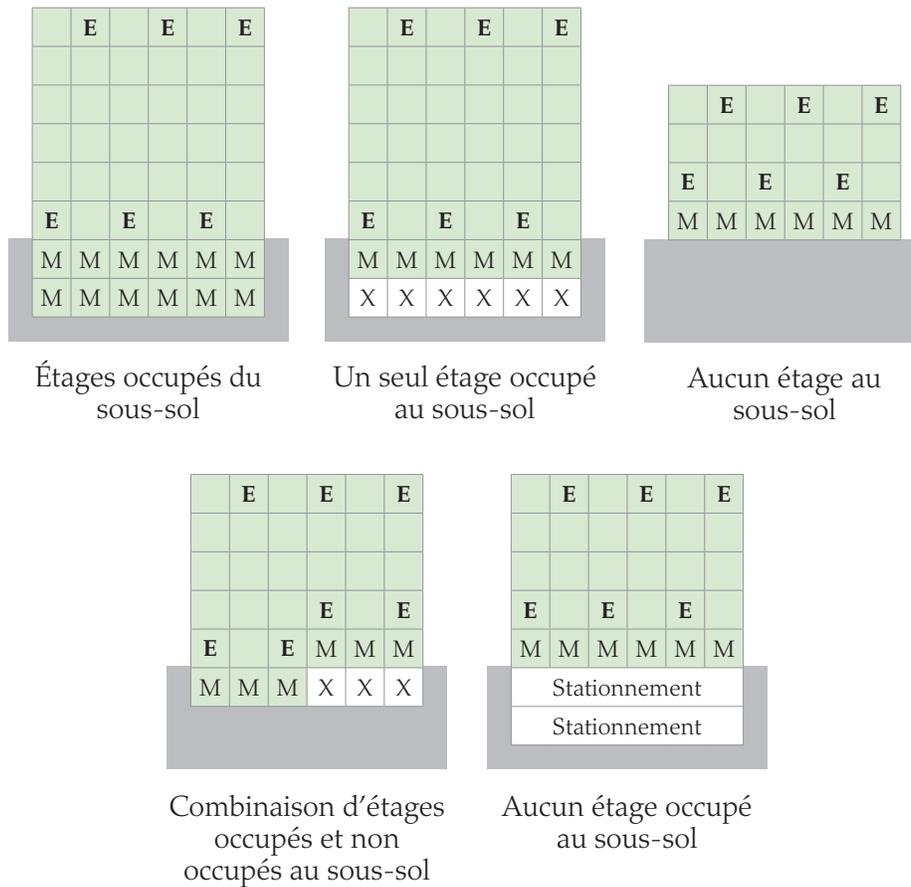
Lors de l'élaboration d'une stratégie de mesures subséquentes du radon, deux situations possibles se présentent :

- **Emplacements originaux**  
Selon le protocole, les mesures post-atténuation devraient être effectuées aux emplacements des premières mesures.
- **Mesures élargies**  
Si l'administrateur ou le comité de santé et de sécurité au travail de l'édifice exige que des mesures soient prises sur d'autres étages, il faudra alors effectuer des mesures aux emplacements originaux ainsi qu'aux endroits apparaissant au plan élargi mentionnés ci-dessous.

Dans le cadre de mesures élargies, les étages seront examinés selon le protocole suivant :

1. Nouvelles mesures aux emplacements originaux.
2. Premier étage qui n'est pas en contact direct avec le sol ou un vide sanitaire :
  - a. Examiner un local occupé sur trois.
3. Dernier étage occupé du bâtiment :
  - a. Examiner un local occupé sur trois.
4. Bâtiment de cinq étages ou plus :
  - a. Examiner un étage sur cinq (p. ex., les 5<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup>, 15<sup>e</sup>, 20<sup>e</sup> et 25<sup>e</sup> étages).
  - b. Examiner un local occupé sur trois à chacun des étages précédents.

## Exemples d'étages à examiner



- Légende:
- Local occupé
  - M Représente la première série de mesures du radon
  - X Local non occupé à ne pas examiner
  - E Mesure élargie post-atténuation
  - Stationnement Secteur non occupé à ne pas examiner

**Figure 5 – Emplacements recommandés des appareils de mesure dans le cadre de mesures post-atténuation pour les bâtiments ayant fait l'objet de mesures d'atténuation du radon**

**Ne pas** installer le détecteur dans une cuisine, une salle de lavage, une salle de bains, un placard, une armoire, un puisard, un vide sanitaire ou un recoin dans la fondation.

**Ne pas** installer le détecteur près de bouches de chauffage, de ventilation et de climatisation, de portes, de ventilateurs, de fenêtres, de cheminées, d'équipement électrique, ou sur un ordinateur, un téléviseur, une chaîne stéréo, un haut-parleur ou dans la lumière directe du soleil.

En guise de contrôle de la qualité, ajouter un duplicata pour chaque 10 détecteurs posés. Un duplicata consiste en la pose de deux détecteurs de mesure côte à côte (à environ 10 cm ou 4 po l'un de l'autre).

# Annexe 2 – Autres appareils de mesure

## Appareils de mesure à court terme

**Les mesures à court terme ne sont pas acceptables lors de l'établissement des concentrations de radon en vue d'évaluer la nécessité d'adopter des mesures correctives.**

### *Adsorption sur charbon actif*

---

Ces appareils utilisent un contenant hermétique rempli de charbon actif, recouvert d'un écran et d'un filtre. Le détecteur est ouvert dans la zone à échantillonner et exposé à l'air pendant une période de temps donnée. Le radon présent dans l'air est adsorbé sur le charbon. À la fin de la période d'échantillonnage, le contenant est scellé, puis expédié à un laboratoire pour être analysé à l'aide d'un détecteur à scintillation. Les détecteurs au charbon peuvent subir les effets des courants d'air et d'une forte humidité. Comme le charbon permet l'adsorption et la désorption du radon, une distorsion des résultats apparaîtra vers la fin de la période de mesure si les concentrations de radon fluctuent de façon importante durant cette même période. L'analyse en laboratoire mesurant les produits de désintégration à vie courte, il est également important de renvoyer rapidement par la poste au laboratoire les trousse de mesure pour éviter une perte du signal. Ces détecteurs sont généralement utilisés pendant des périodes de mesure de deux à sept jours.

### *Analyse par scintillation liquide*

---

Cette méthode est très similaire au détecteur au charbon actif, utilisant un flacon contenant du charbon actif aux fins d'échantillonnage du radon, ce qui en fait l'objet des préoccupations mentionnées ci-dessus. Après exposition, le flacon est scellé et expédié à un laboratoire où il sera analysé en traitant le charbon avec une solution de scintillation, puis en analysant la solution à l'aide d'un compteur à scintillation. Ces détecteurs sont aussi généralement utilisés pendant des périodes de mesure de deux à sept jours.

### *Chambre d'ionisation avec électret à court terme*

---

Il s'agit du même appareil employé pour les mesures à long terme. Cependant, des variations dans la conception de l'électret permettent aussi la prise de mesures à court terme. Cet appareil est utilisé pendant une période de deux à sept jours.

### *Appareils de mesure du radon en continu*

---

Cette catégorie de détection comprend des appareils qui enregistrent, de façon continue, des mesures en temps réel du radon par intervalles de quelques minutes et font état des résultats toutes les heures. L'air est pompé ou diffusé dans une chambre de comptage, généralement un tube à scintillation ou une chambre d'ionisation. Avec ce type de détecteur, le résultat est généralement disponible à la fin de la mesure effectuée dans une maison ou un bâtiment sans traitement ou analyse supplémentaire. Ces détecteurs sont généralement utilisés pendant un minimum de 48 heures.

## ***Détecteur numérique***

---

À l'heure actuelle, ce type de détecteur n'est pas reconnu par Santé Canada puisqu'il n'a pas encore été officiellement évalué par le PNCR-C. Santé Canada ne recommande d'utiliser que des appareils de mesure à long terme approuvés pour effectuer des mesures à long terme. Ce détecteur, tout comme le détecteur de monoxyde de carbone grand public, se branche à une prise de courant murale standard et mesure le radon en permanence. Il s'agit d'un appareil de type passif avec une chambre d'ionisation. Après avoir été branché pendant une période initiale de 48 heures, cet appareil affiche en continu la concentration moyenne de radon et peut être utilisé pour des mesures à court ou long terme. Ce type de détecteur est souvent utilisé par les propriétaires ayant déjà installé un système de réduction du radon pour mesurer en permanence la concentration de radon dans leur habitation. Contrairement aux véritables appareils de mesure du radon en continu abordés à la section 3.3, ces détecteurs électriques à usage domestique ne peuvent permettre de télécharger ou de récupérer les données de mesure du radon, de mesurer des paramètres environnementaux autres que la concentration de radon, et de mesurer de façon précise les concentrations horaires de radon.

## ***Appareils de mesure du radon en continu en UA (unité alpha)***

---

Ces appareils enregistrent de façon continue les mesures en temps réel des produits de désintégration radioactive du radon dans l'air. Ces produits de désintégration sont échantillonnés en pompant de l'air à travers un filtre de façon continue. Les particules alpha provenant de la désintégration des produits piégés par le filtre sont comptées afin de déterminer la concentration des produits de désintégration du radon dans l'échantillon d'air. Les appareils de mesure du radon en continu en UA devraient être utilisés pendant un minimum de 48 heures.

## ***Appareils de mesure spécialisés***

---

Plusieurs autres méthodes de mesure spécialisées sont aussi disponibles pour effectuer une mesure du radon. Cependant, toutes nécessitent un technicien qualifié ou un équipement d'analyse spécialisé afin d'obtenir des résultats d'échantillonnage exacts. Comme ces exigences ont tendance à rendre ces méthodes de mesure plus coûteuses que celles décrites précédemment, elles ne sont pas couramment utilisées pour effectuer une mesure du radon dans les habitations ou les édifices publics. Elles s'appliquent plutôt aux travaux de recherche ou servent à évaluer le succès de mesures de réduction du radon. Une liste de ces méthodes est fournie à titre d'information seulement. Les méthodes énumérées ci-dessous peuvent être uniquement utilisées pour des mesures à court terme.

1. Échantillonnage du radon par prélèvement/Charbon actif
2. Échantillonnage du radon par prélèvement/Pompe et sac imperméable
3. Échantillonnage du radon par prélèvement/Tube à scintillation
4. Tube à scintillation à vide (intégration de trois jours)
5. Pompe et sac imperméable (remplissage avec pompe en un jour)
6. Comptage des produits de filiation en UA
7. Unité d'échantillonnage par intégration des produits de filiation (produits de désintégration) du radon

Pour obtenir d'autres ressources liées au radon, veuillez consulter [la page Web de Santé Canada \(http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/radon/resource-ressources-fra.php\)](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/radon/resource-ressources-fra.php)