



Guide sur les mesures du radon dans les édifices publics*

(*écoles, hôpitaux,
établissements de soins
et centres de détention)



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.

Publication autorisée par le
ministre de la Santé.

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

La présente publication est également disponible sur demande sur disquette, en gros caractères, sur bande sonore ou en braille.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de Santé Canada, 2008

La présente publication peut être reproduite sans autorisation dans la mesure où la source est indiquée en entier.

SC Pub. : 4176

Cat. : H128-1/08-544F

ISBN : 978-0-662-04429-1

Remerciements

Santé Canada aimerait 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

1. Introduction	3
1.1 Étendue et sommaire	3
1.2 Qu'est-ce que le radon?	3
1.3 Lignes directrices sur le radon	4
2. Durée de la mesure du radon	5
2.1 Mesures à long terme	5
2.2 Mesures à court terme	5
2.2.1 Conditions à respecter pour les mesures à court terme	5
3. Appareils de mesure du radon	7
3.1 Appareils de mesure à long terme	7
3.1.1 Détecteur de traces alpha	7
3.1.2 Chambre d'ionisation avec électret	7
3.1.3 Détecteur numérique	7
3.2 Appareils de mesure à court terme	8
3.2.1 Adsorption sur charbon actif et analyse directe	8
3.2.2 Adsorption sur charbon actif et analyse par scintillation liquide	8
3.2.3 Chambre d'ionisation avec électret	8
3.2.4 Appareil de mesure du radon en continu	8
3.2.5 Appareil de mesure du radon en continu en WL (Working Level)	8
4. Appareils de mesure spécialisés	9
5. Unités de mesure du radon	10
6. Mesures dans les édifices publics	11
6.1 Stratégie de mesure	11
6.2 Emplacements des appareils de mesure dans les édifices publics	11
7. Mesures dans les écoles	14
7.1 Stratégie de mesure	14
7.2 Emplacements des appareils de mesure dans les écoles	14
7.3 Mesures subséquentes dans les écoles	16
8. Interprétation des résultats de mesure	17
8.1 Mesures à long terme dans les édifices publics	17
8.2 Mesures à long terme dans les écoles	17
8.3 Mesures à court terme	18
9. Calendrier de réalisation des mesures correctives	19
Annexe	20

1. Introduction

1.1 Étendue et sommaire

Ce document est destiné aux personnes et aux organisations qui se proposent d'effectuer des mesures de radon dans les édifices publics. Ces édifices, considérés comme des habitations, ont un taux d'occupation et/ou une durée de séjour élevé. Ces types d'édifices incluent les hôpitaux, les écoles, les établissements de soins de longue durée et les établissements correctionnels.

L'analyse des teneurs en radon a pour but de déterminer s'il est nécessaire de prendre des mesures correctives pour protéger les occupants.

L'exposition professionnelle au radon est abordée dans les lignes directrices et la réglementation suivantes : Les Lignes directrices canadiennes pour la gestion des matières radioactives naturelles (MRN) et le *Code canadien du travail*.

Ce document sert de guide pour les différents types d'appareils de mesure, leurs installations, la durée des mesures et pour l'interprétation des résultats en ce qui a trait à la formulation de mesures correctives afin de protéger la santé des personnes dans les édifices publics et les écoles.

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, car il est incolore et inodore; il peut cependant être détecté par des instruments de mesure spéciaux. Généralement, le radon présent dans le sol est libéré dans l'atmosphère où il se mélange à l'air frais, produisant des concentrations trop faibles pour être préoccupantes. Toutefois, lorsque le radon s'infiltré dans un espace clos tel un bâtiment, il peut s'accumuler à des concentrations élevées. Le seul risque connu pour la santé associé à l'exposition au radon est un risque accru de cancer du poumon. Le niveau de risque dépend de la concentration de radon et de la durée de l'exposition.

Puisque la principale source de radon dans les édifices provient du sol sur lequel ils ont été construits, et que le radon s'échappant du sol et s'infiltrant à l'intérieur tend à être plus lourd que l'air, il est plus probable que les teneurs plus élevées en radon à l'intérieur se trouvent aux étages les plus bas. Dans certains cas, des teneurs plus élevées en radon ont été détectées aux étages supérieurs. Cela résulte du fait que le radon peut se déplacer par les ascenseurs et par d'autres prises de ventilation du bâtiment. Santé Canada recommande de tester un étage sur cinq pour les édifices à étages multiples.

1.3 Lignes directrices sur le radon

Malgré l'absence de règlement régissant la teneur acceptable en radon dans les maisons et les édifices publics canadiens (considérés comme habitations), 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 teneurs en radon doivent être prises. Les lignes directrices suivantes ont été approuvées par le Comité de radioprotection fédéral-provincial-territorial en octobre 2006 et adoptée 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/m³ 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. »

(Voir la page 10 sur les unités et la page 19 sur le calendrier de réalisation des mesures correctives.)

2. Durée de la mesure du radon

2.1 Mesures à long terme

Les teneurs en radon dans une maison ou un bâtiment peuvent varier considérablement au fil du temps. En effet, il n'est pas rare de voir les teneurs varier du double ou même du triple au cours d'une même journée. Les variations saisonnières peuvent être encore plus importantes. Les teneurs en radon sont généralement les plus élevées en hiver. Par conséquent, une période de mesure à long terme fournira une meilleure estimation de la concentration moyenne annuelle de radon par rapport à ce que l'on obtiendrait d'une mesure de courte durée. **Les mesures à long terme sont d'une durée de 3 à 12 mois**; 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 de baser l'évaluation de la teneur en radon dans une maison ou un édifice public sur une mesure à long terme. Santé Canada ne recommande pas une période de test inférieure à un mois; bien qu'un minimum de trois mois soit recommandé, une période de douze mois serait optimale.**

2.2 Mesures à court terme

Dans certains cas, il peut être nécessaire d'obtenir une estimation rapide de la concentration de radon. En pareils cas, une mesure à court terme d'une durée de moins de trois mois (ou plus généralement de 2 à 7 jours) peut être effectuée. Cependant, les mesures à court terme doivent être utilisées prudemment pour les raisons énoncées plus haut. **Les tests d'une durée de moins de 2 jours (48 heures) ne sont jamais acceptables lors de l'établissement des concentrations de radon en vue d'évaluer la nécessité de prendre 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.** La mesure subséquente doit être prise au même endroit que la mesure initiale. **Une seule mesure à court terme ne peut justifier la mise en place ou non de mesures d'atténuation.** Dans ce cas, une mesure subséquente est toujours nécessaire à la prise de décisions en matière d'atténuation, et ce, peu importe le résultat de la mesure initiale.

2.2.1 Conditions à respecter pour les mesures à court terme

Les mesures à court terme doivent être prises dans des conditions de bâtiment fermé afin de stabiliser les concentrations de radon et pour améliorer la validité de l'estimation de la concentration annuelle de radon. En plus de maintenir les conditions de bâtiment fermé au cours de la mesure, ces conditions doivent être en place pendant 12 heures avant de procéder à une mesure

d'une durée de quatre jours ou moins, et on recommande que cela soit fait avant les mesures d'une durée d'une semaine. Les points suivantes doivent être respectés dans des conditions de bâtiment fermé :

- Les fenêtres de tous les étages et les portes extérieures doivent être fermées pour la durée du test, sauf pour le va-et-vient normal qui implique l'ouverture et la fermeture rapides d'une porte, – les portes extérieures ne doivent pas rester ouvertes pendant plus de quelques minutes.
- Les systèmes de traitement de l'air – à volume élevé ou à l'échelle de la maison, ou les ventilateurs de fenêtre, par exemple – ne doivent pas être en marche. Cependant, les ventilateurs de grenier qui contrôlent la température ou l'humidité au grenier peuvent fonctionner. L'approvisionnement en air d'appoint de la combustion ou de l'appareil de chauffage ne doit pas être fermé.
- Les ventilateurs-récupérateurs d'énergie permanents (aussi connus sous le nom de ventilateurs-récupérateurs de chaleur ou d'échangeurs air/air) peuvent fonctionner normalement. Les systèmes permanents de réduction du radon installés dans les maisons doivent fonctionner pendant la période de mesure.
- Les systèmes de climatisation qui recyclent l'air intérieur peuvent fonctionner dans des conditions de bâtiment fermé.

Les mesures à court terme d'une durée de moins de quatre jours ne doivent pas être prises lors de fortes tempêtes ou de périodes de vents violents. Les changements rapides de pression atmosphérique associés aux tempêtes augmentent la possibilité d'un écart de pression important entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, changeant ainsi le débit d'entrée du radon. Un vent fort accroît la variabilité de la concentration de radon en amplifiant les différences de pression d'air existant entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment. Dans ces deux cas, la concentration de radon mesurée peut ne pas être représentative de la concentration moyenne de radon du bâtiment. Les prévisions météorologiques des réseaux de nouvelles locaux ou des sites Web d'observations météorologiques offrent suffisamment d'informations pour déterminer si ces conditions sont susceptibles de se produire.

Les conditions de bâtiment fermé sont généralement rencontrées durant la saison froide d'octobre à avril, puisque portes et fenêtres demeurent fermées en raison des basses températures extérieures. Afin de produire des conditions de bâtiment fermé en dehors de la saison froide, les occupants devront peut-être changer leur style de vie pour la durée de la mesure.

3. Appareils de mesure du radon

Il existe plusieurs appareils de mesure du radon qui peuvent être utilisés pour effectuer un test dans une maison ou un bâtiment. Ces appareils se regroupent en deux grandes catégories : ceux pour les mesures à long terme (période de test d'une durée de 3 à 12 mois) et ceux pour les mesures à court terme (période de test d'une durée de moins de 3 mois, généralement de 2 à 7 jours). Les méthodes de détection énumérées ci-dessous sont actuellement acceptées par Santé Canada pour mesurer le radon dans les maisons et les édifices publics.

3.1 Appareils de mesure à long terme

3.1.1 Détecteur de traces alpha

Ce détecteur contient une lamelle de plastique ou une mince pellicule spéciale insérée dans un contenant muni d'un couvercle avec filtre. L'air testé diffuse (détecteur de type passif) ou est pompé (détecteur de type actif) à travers un filtre qui recouvre une ouverture dans le contenant. Les particules alpha du radon et de ses descendants laissent des traces en heurtant la lamelle de plastique. À la fin de la période de test, 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.

3.1.2 Chambre d'ionisation avec électret

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. Les détecteurs peuvent être lus à la maison à l'aide d'un appareil d'analyse spécial mesurant la tension ou expédiés à un laboratoire pour analyse. Ce type de détecteur peut être utilisé pendant une période de 1 à 12 mois.

3.1.3 Détecteur numérique

Ce détecteur, tout comme le détecteur de monoxyde de carbone, se branche à une prise de courant murale standard mesure le radon en permanence. Il s'agit d'un appareil de type passif avec une chambre d'ionisation. Il permet de prendre des mesures de radon à différents endroits du bâtiment. Après avoir été branché pendant une période initiale de 48 heures, cet appareil affiche en continu la concentration moyenne de radon.

3.2 Appareils de mesure à court terme

3.2.1 Adsorption sur charbon actif et analyse directe

Ces appareils utilisent un contenant hermétique rempli de charbon actif, couvert 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. Ils sont généralement utilisés pendant des périodes de mesure de 2 à 7 jours.

3.2.2 Adsorption sur charbon actif et analyse par scintillation liquide

Cette méthode est très similaire au détecteur au charbon actif, car elle utilise un flacon contenant du charbon actif aux fins d'échantillonnage du radon. Après exposition, le flacon est scellé puis 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 2 à 7 jours.

3.2.3 Chambre d'ionisation avec électret

Il s'agit du même appareil employé pour les tests à long terme. Cependant, des variations dans la conception de l'électret permettent aussi la prise de mesures à court terme. La chambre d'ionisation avec électret est utilisée pendant une période de 2 à 7 jours.

3.2.4 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 à toutes les heures. L'air est pompé ou diffusé dans une chambre de comptage, généralement une cellule à scintillation ou une chambre d'ionisation. Avec ce type de détecteur, le résultat est généralement disponible à la fin du test effectué dans une maison ou un bâtiment sans traitement ou analyse supplémentaire. Ces détecteurs sont généralement utilisés pendant un minimum de 48 heures.

3.2.5 Appareils de mesure du radon en continu en WL (Working Level)

Ces appareils enregistrent une mesure continue en temps réel des descendants du radon dans l'air. Les descendants du radon sont échantillonnés en pompant de l'air à travers un filtre de façon continue. Les particules alpha provenant de la désintégration des produits captés par le filtre sont comptées afin de déterminer la concentration des descendants du radon dans l'échantillon d'air. Les moniteurs en continu en WL doivent être utilisés pendant un minimum de 48 heures.

4. Appareils de mesure spécialisés

Plusieurs autres méthodes de mesure spécialisées sont aussi disponibles pour effectuer un test de radon. Cependant, toutes nécessitent un technicien qualifié et/ou un équipement d'analyse spécialisé afin d'obtenir des résultats d'échantillonnage exacts. Ces exigences ont tendance à rendre ces méthodes de mesure plus coûteuses que celles décrites précédemment; elles ne sont donc pas couramment utilisées pour effectuer un test de radon dans les maisons ou les édifices publics. Elles sont plutôt utilisées dans le cadre de travaux de recherche ou pour évaluer les efforts 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 1 jour)
6. Comptage des produits de filiation en WL (Working Level)
7. Unité d'échantillonnage par intégration des produits de filiation du radon

5. Unités de mesure du radon

Le Canada, comme beaucoup d'autres pays, a adopté le système international d'unités (SI) et, par conséquent, la directive sur le radon est exprimée en becquerel par mètre cube (Bq/m³). Afin de pouvoir comparer le résultat d'un test de radon à la directive sur le radon, **les mesures du radon doivent être effectuées en Bq/m³** ou une conversion appropriée doit être appliquée aux unités non métriques (voir le tableau ci-dessous).

Cependant, selon l'appareil de mesure utilisé pour effectuer un test, les résultats des mesures peuvent être exprimés dans l'une des trois unités suivantes.

Type d'appareil	Unités utilisées	Commentaires
Appareils qui mesurent la concentration de radon	Becquerel par mètre cube (Bq/m ³) – Canada	1 becquerel équivaut à 1 désintégration par seconde
	Picocurie par litre (pCi/L) – États-Unis	5,4 pCi/L équivaut à 200 Bq/m ³
Appareils qui mesurent le rayonnement émis par les descendants du radon	Niveau opérationnel (WL) ou milli-niveau opérationnel (mWL)	La conversion WL en Bq/m ³ implique la connaissance précise des facteurs d'incertitude.

Note : Faire preuve de prudence en convertissant les unités des descendants du radon en unités de radon, car le rapport entre les unités dépend d'un certain nombre de facteurs.

6. Mesures dans les édifices publics

6.1 Stratégie de mesure

Les bâtiments à taux d'occupation élevé recevant du public pour de longues durées tels les hôpitaux, les établissements de soins de longue durée, les établissements correctionnels, les écoles et les garderies, sont des édifices publics où les lignes directrices sur le radon s'appliquent.

Dans les bâtiments occupés par des employés (lieux de travail), l'exposition au radon est régie par différentes lignes directrices et réglementation tels les Lignes directrices canadiennes pour la gestion des matières radioactives naturelles (MRN) et le *Code canadien du travail*.

Les mesures prises dans les édifices publics présentent des difficultés autres que celles prises dans les maisons. Les hôpitaux, les établissements de soins de longue durée et les établissements correctionnels sont occupés en permanence; la mesure à long terme produira donc une estimation juste de l'exposition au radon des occupants. Une différente approche est généralement adoptée pour les écoles (voir la section 7), puisque la plupart d'entre elles ne sont occupées que le jour, cinq jours par semaine, pour la durée de l'année scolaire (environ 10 mois).

Santé Canada recommande d'installer des détecteurs à long terme dans les édifices publics (hôpitaux, établissements de soins de longue durée, établissements correctionnels et garderies) pendant un minimum de 3 à 12 mois (une période de 12 mois est optimale).

6.2 Emplacements des appareils de mesure dans les édifices publics

Les édifices publics diffèrent des maisons car, généralement, les occupants ne sont pas directement impliqués dans le processus de prise de mesures. Le choix de l'emplacement de l'appareil de mesure est limité pour des raisons de sécurité afin que des curieux ne puissent y avoir facilement accès. Ces édifices contiennent généralement plusieurs locaux. Un local est un espace entouré de murs qui rejoignent le plafond. 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 doivent être prises dans les locaux normalement occupés du plus bas niveau de l'édifice (occupés par une personne pendant plus de quatre heures par jour) et de préférence en même temps. Une mesure du radon doit être prise dans chaque local occupé du sous-sol ou, s'il n'y a pas de sous-sol, du rez-de-chaussée ou de l'étage le plus bas. Les plus grands locaux requièrent un détecteur par 200 m² de surface de plancher.

L'emplacement de l'appareil de mesure doit être choisi de manière à ce qu'on puisse raisonnablement s'attendre à ce qu'il ne soit pas dérangé pendant la période de mesure.

- L'endroit idéal pour installer le détecteur se trouve à proximité d'un mur intérieur dans la zone d'air normalement respiré, 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. Ces mesures ont pour but d'assurer une circulation d'air normale autour du détecteur. Selon le type de détecteur utilisé, cela peut être accompli en suspendant le détecteur au plafond. Le détecteur devrait aussi être placé à approximativement 40 cm (16 po) d'un mur intérieur ou à approximativement 50 cm (20 po) d'un mur extérieur.
- L'objectif principal du test est d'évaluer l'exposition des occupants au radon. Par conséquent, les zones où les occupants passent peu de temps doivent être évitées. Les efforts doivent être concentrés sur l'évaluation des locaux occupés du sous-sol ou, s'il n'y a pas de sous-sol, du rez-de-chaussée ou de l'étage le plus bas de l'édifice. Une attention particulière doit être accordée aux locaux situés au-dessus des vides sanitaires et des dalles, ou adossés à une colline avec des murs pouvant être en contact avec le sol.
- Chaque bâtiment d'un ensemble de bâtiments (un hôpital, par exemple) doit faire l'objet d'un test distinct.
- Les mesures ne doivent pas être prises dans les salles de bains, car elles sont relativement peu fréquentées.
- Les mesures ne doivent pas être prises dans les armoires, les placards, les puits, les vides sanitaires ou les recoins des fondations, car les concentrations de radon dans ces zones ne sont pas représentatives des concentrations présentes dans les locaux occupés du bâtiment.
- Les emplacements de mesure doivent être loin des courants d'air causés par les conduits de chauffage, de ventilation et de climatisation, des portes, des ventilateurs et des fenêtres. Éviter les emplacements près de sources de chaleur au-dessus des radiateurs, près des cheminées ou la lumière directe du soleil. Par ces précautions, on s'assure de ne pas affecter la performance de certains appareils de mesure. De même, les appareils ne doivent pas être installés sur ou à proximité de tout équipement ou appareil électrique tel un ordinateur, un téléviseur, une chaîne stéréo ou un haut-parleur.
- Les mesures prises lors de temps doux dans les édifices sans air climatisé produiront probablement des résultats trompeurs, les fenêtres étant sans doute ouvertes pendant la période de mesure. Ce problème peut être atténué en augmentant la durée du test, et souligne l'importance de la mesure à long terme du radon.

Suite à la réalisation de grands travaux de rénovation pouvant affecter de façon importante la ventilation ou la circulation d'air dans un bâtiment, le propriétaire devrait envisager la prise de nouvelles mesures de radon. Il faut aussi envisager de mesurer le radon après l'installation de nouveaux niveaux d'occupation situés aux étages inférieurs.

À des fins de contrôle de la qualité, un nombre adéquat de duplicatas (mesures répétées), devrait être mise en place lorsque plus de 10 détecteurs sont utilisés dans un édifice. Les duplicatas devraient représenter 10 % du nombre total des mesures (par exemple, si 10 détecteurs sont utilisés dans un édifice, un duplicata doit être installé; pour 20 détecteurs, deux duplicatas, etc.). 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 prises de mesures doivent être systématiquement répartis sur l'ensemble de l'échantillon. Les duplicatas permettent de vérifier la qualité des résultats des mesures et d'estimer la précision relative de ces mesures. D'importantes erreurs de précision peuvent être issues de la fabrication des détecteurs, et/ou de la transcription ou de la manutention incorrecte des données par les fournisseurs, les laboratoires ou les personnes qui installent les détecteurs. Si les deux résultats d'un duplicata diffèrent considérablement (résultats qui varient par un facteur de 2), examiner le problème avec les différents intervenants (fournisseur du détecteur, le laboratoire d'analyse, personne ayant fait l'installation) afin de rectifier la situation. Les mesures du local ou de la zone en question devraient alors être reprises.

Il faut également envisager d'inclure une quantité adéquate de contrôles négatifs (blancs) et de contrôles positifs (contrôles de qualité à concentrations connues) à tout plan d'assurance de la qualité associé aux stratégies de mesure du radon dans les écoles et les édifices publics.

7. Mesures dans les écoles

7.1 Stratégie de mesure

Les écoles représentent des cas spéciaux, car elles ne sont occupées que pendant l'année scolaire (10 mois environ). Les systèmes de chauffage et de ventilation peuvent fonctionner à des moments différents du jour et de la nuit et des travaux de réparation ou d'entretien peuvent être effectués lorsque l'école n'est pas occupée. Toutes ces conditions peuvent affecter les teneurs en radon mesurée pendant une période donnée. Afin d'obtenir une estimation représentative de l'exposition au radon des étudiants, il peut être nécessaire de prendre des mesures uniquement lorsque les cours ont lieu. De plus, aux fins de suivi, une correction pour exposition diurne (heures de classe seulement) peut être requise (voir la section 7.3 pour de plus amples informations). Une réduction de l'exposition au radon des enfants à l'école (puisqu'ils y passeront beaucoup de temps pendant leurs années de formation) pourrait contribuer à réduire leur exposition globale potentielle à vie.

Santé Canada recommande d'installer des détecteurs à long terme dans les écoles, dans la mesure du possible, pour une période de test minimale de 3 à 10 mois (une période de 10 mois est optimale) au cours de l'année scolaire.

7.2 Emplacements des appareils de mesure dans les écoles

Afin de produire une estimation représentative des teneurs en radon pendant les heures de classes, les mesures doivent être prises dans les salles de classe ou les bureaux normalement occupés du plus bas niveau du bâtiment (occupés par une personne pendant plus de quatre heures par jour) et de préférence en même temps. Une mesure du radon devrait être prise dans chaque salle occupée du sous-sol ou, s'il n'y a pas de sous-sol, du rez-de-chaussée ou de l'étage le plus bas. Une salle est un espace entouré de murs qui rejoignent le plafond. Une salle subdivisée par des cloisons peut être considérée comme une seule salle. Les salles plus larges requièrent un détecteur par 200 m² de surface de plancher.

L'emplacement de l'appareil doit être choisi de manière à ce qu'on puisse raisonnablement s'attendre à ce que l'appareil de mesure ne soit pas dérangé pendant la période de mesure.

- Il est préférable d'installer l'appareil de mesure à proximité d'un mur intérieur, hors de la portée de la plupart des étudiants, soit entre 2,5 m et 3 m (de 8 pi à 10 pi) du plancher, mais à au moins 50 cm (20 po) du plafond et à plus de 20 cm (4 po) d'autres objets. Selon le type de détecteur utilisé, cela peut être accompli en accrochant le détecteur au plafond.
- Le test a pour but principal d'évaluer l'exposition au radon des occupants. Par conséquent, les zones où les occupants passent peu de temps doivent être évitées. Les efforts doivent être concentrés sur l'évaluation des salles occupées du sous-sol ou, s'il n'y a pas de sous-sol, du rez-de-chaussée ou de l'étage le plus bas de l'école. Une attention particulière doit être accordée aux salles situées au-dessus des vides sanitaires et des dalles, ou adossées à une colline avec des murs pouvant être en contact avec le sol.
- Chaque bâtiment d'un ensemble de bâtiments comprenant une école doit faire l'objet d'un test distinct.
- Les mesures ne doivent pas être prises dans les salles de bains, les armoires, les placards, les puisards, les vides sanitaires ou les recoins des fondations, car la concentration de radon dans ces zones n'est pas représentative de la concentration dans les zones occupées du bâtiment.
- Les emplacements de mesure doivent être loin des courants d'air causés par les conduits de chauffage, de ventilation et de climatisation, des portes, des ventilateurs et des fenêtres. Éviter les emplacements près de sources de chaleur—au-dessus des radiateurs, près des cheminées ou la lumière directe du soleil, par exemple—pour ne pas affecter certains appareils de mesure. De même, les appareils ne doivent pas être installés sur ou à proximité de tout équipement ou appareil électrique tel un ordinateur, un téléviseur, une chaîne stéréo ou un haut-parleur.

Les commissions scolaires devraient toujours envisager d'effectuer de nouveaux tests suite à la réalisation de grands travaux de rénovation pouvant affecter de façon importante la ventilation ou la circulation d'air dans le bâtiment, ou lors de nouvelle utilisation des salles situées au plus bas niveau occupé.

Lorsque plus de 10 détecteurs sont utilisés dans une école (voir la section 6.2), prenez soin d'installer un nombre adéquat de mesures de contrôle de la qualité (duplicatas).

7.3 Mesures subséquentes dans les écoles

Des mesures subséquentes de radon sont prévues dans les salles aux concentrations les plus élevées, particulièrement lorsque les résultats sont supérieurs à 200 Bq/m³. Elles sont effectuées à l'aide d'un moniteur en continu de radon qui intègre et enregistre un nouveau résultat au moins une fois l'heure. Les mesures subséquentes effectuées à l'aide d'un moniteur doivent être prises pendant au moins 48 heures, bien qu'une période de test de sept jours soit préférable. Un test court de seulement 48 heures peut produire des résultats instables en raison des conditions climatiques changeantes. Un test plus long (sept jours) a plus de chance de fournir une moyenne représentative. Les mesures subséquentes ont pour but d'indiquer si la concentration de radon mesurée à long terme est une estimation réaliste de la concentration durant les heures de classe.

8. Interprétation des résultats de mesure

8.1 Mesures à long terme dans les édifices publics

Si les résultats des mesures à long terme sont inférieurs à 200 Bq/m³, la concentration moyenne annuelle de radon dans l'édifice est probablement inférieure à 200 Bq/m³. Il n'est donc pas nécessaire de procéder à d'autres mesures, ni d'adopter des mesures correctives.

Si les résultats des mesures à long terme sont supérieurs à 200 Bq/m³, la concentration moyenne annuelle de radon dans l'édifice est probablement supérieure à 200 Bq/m³. Il est alors recommandé d'adopter des mesures correctives.

8.2 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 du moniteur en continu de radon. Une concentration moyenne de radon pendant les heures de classe (par exemple, de 8 h à 15 h chaque jour), pour une période de test globale à court terme (48 heures ou 7 jours), peut être obtenue à partir des données recueillies par un appareil de surveillance en continu de radon. Le rapport entre la concentration moyenne de radon pendant les heures de classe et la concentration moyenne de radon obtenue au cours de la période complète de test à court terme de 48 heures ou de 7 jours (selon le cas) donne le facteur par lequel le résultat des mesures à long terme sera multiplié afin d'obtenir la **concentration moyenne de radon à long terme pendant les heures de classe**.

$$[\text{Radon}]_{\text{moyenne à long terme pendant les heures de classe}} = [\text{Radon}]_{\text{moyenne à long terme}} \times \frac{[\text{Radon}]_{\text{moyenne à court terme pendant les heures de classe}}}{[\text{Radon}]_{\text{moyenne à court terme}}}$$

Si la concentration moyenne de radon à long terme pendant les heures de classe est inférieure à 200 Bq/m³, il n'est pas recommandé d'adopter des mesures correctives.

Si la concentration moyenne de radon à long terme pendant les heures de classe est supérieure à 200 Bq/m³, il est recommandé d'adopter des mesures correctives.

8.3 Mesures à court terme

Le résultat de toute mesure initiale à court terme (peu importe le résultat) doit être confirmé par une mesure subséquente à long terme prise au même endroit que la mesure initiale.

Si le résultat de la mesure subséquente à long terme est supérieur à 200 Bq/m³, il est recommandé d'adopter des mesures correctives.

Si le résultat de la mesure subséquente à long terme est inférieur à 200 Bq/m³, aucune mesure corrective n'est recommandée.

9. Calendrier de réalisation des mesures correctives

Concentration de radon	Délai recommandé pour la prise de mesures correctives
Supérieure à 600 Bq/m ³	Moins de un (1) an
Entre 200 Bq/m ³ et 600 Bq/m ³	Moins de deux (2) ans
Inférieure à 200 Bq/m ³	Aucune mesure nécessaire

Le propriétaire du bâtiment est responsable de l'assainissement et des coûts connexes. Vous pouvez obtenir de plus amples renseignements dans le document, *Le Radon : Guide à l'usage des propriétaires canadiens* (ISBN 0-662-25909-2).

Annexe

Procédure de mesure du radon du gouvernement du Canada dans les édifices publics (édifices et écoles)

Où effectuer le test

1. Effectuer un test dans tous les locaux ayant un plancher ou un mur en contact direct avec le sol ou un vide sanitaire. Si aucun de ces étages n'a de locaux occupés, effectuer un test dans tous les locaux occupés du premier étage utilisé.
2. Tester un local sur trois à l'étage situé au-dessus de celui répondant au critère n° 1.
3. Tester un local sur trois situé au dernier étage du bâtiment.
4. Tester un local sur trois situé à tous les 5 étages (par exemple, le 5^e étage, le 10^e étage et le 15^e étage).

Un seul détecteur est requis pour les locaux ayant une superficie inférieure à 200 m². Les locaux plus grands requièrent un détecteur par 200 m². Les locaux sont délimités par des murs allant du plancher au plafond (ou faux plafond). Les bureaux à cloisons ne sont pas considérés comme des locaux distincts. Si la superficie totale occupée par des bureaux à cloisons est inférieure ou égale à 200 m², considérez cet espace comme un seul local nécessitant un détecteur.

- Seuls les locaux qui sont ou qui pourraient être occupés par une personne pendant plus de 4 heures par jour seront examinés.
- Les salles de bains, les cuisines, les armoires, les placards ainsi que les salles et les aires d'entreposage ne seront pas examinés.
- Un test de trois mois sera effectué.

Où installer le détecteur

L'endroit idéal pour installer le détecteur se trouve à proximité d'un mur intérieur dans la zone d'air normalement respiré, 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. Ces mesures ont pour but d'assurer une circulation d'air normale autour du détecteur. Le détecteur devrait aussi être placé à approximativement 40 cm (16 po) d'un mur intérieur ou à approximativement 50 cm (20 po) d'un mur extérieur. Notez qu'il peut être nécessaire d'installer le détecteur plus en hauteur, dans les écoles par exemple, cela afin d'empêcher les élèves les plus grands de le manipuler.

Même situation dans les zones d'affluence des édifices publics, où il peut être nécessaire d'installer les détecteurs plus en hauteur. Dans de pareils cas et selon le détecteur utilisé, cela peut être accompli en suspendant le détecteur au plafond.

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 conduits de chauffage, de ventilation et de climatisation, de portes, de ventilateurs, de fenêtres, de cheminées, d'équipement électrique, d'ordinateurs, de téléviseurs, de chaînes stéréo, de haut-parleurs ou dans la lumière directe du soleil.

En guise de contrôle de la qualité, ajouter un duplicata pour chaque dix points d'installation. On installe un duplicata en plaçant deux détecteurs de mesure côte à côte (à environ 10 cm ou 4 pouces l'un de l'autre). Si les deux résultats du duplicata varient à partir d'un facteur deux, examiner le problème avec les différents intervenants (fournisseur du détecteur, le laboratoire d'analyse, personne ayant fait l'installation) afin de rectifier la situation. Les mesures du local ou de la zone en question devraient alors être reprises.

Lecture du détecteur

Une fois la période de mesure de 3 à 12 mois écoulée, le détecteur doit être expédié au fournisseur qui le traitera afin d'évaluer la concentration de radon.

SI les résultats des mesures à long terme sont **inférieurs à 200 Bq/m³**,

aucune mesure corrective permettant la réduction des concentrations de radon **n'est recommandée**.

SI les résultats des mesures à long terme sont **supérieurs à 200 Bq/m³**,

des mesures correctives permettant de réduire la teneur en radon **sont recommandées**.