

GUIDE SUR LES MESURES DU RADON DANS LES ÉDIFICES PUBLICS

Lieux de travail, écoles, garderies,
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 fournissons des renseignements 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 de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Santé Canada
Indice de l'adresse 0900C2
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, 2021

Date de publication : novembre 2021

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. : H129-120/2022F-PDF
Pub. : 210433
ISBN : 978-0-660-40941-2

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 du présent document. Santé Canada aimerait également remercier Arthur Scott pour l'élaboration du document original. M. Scott, qui est décédé en 2016, était un pionnier de l'atténuation du radon au Canada.

Table des matières

1. Introduction.....	1
1.1 Portée et sommaire.....	1
1.2 Le radon dans les édifices	1
1.3 Lignes directrices sur le radon	2
2. Durée de la mesure du radon.....	3
2.1 Mesures à long terme.....	3
2.2 Mesures à court terme	3
3. Appareils de mesure du radon	4
3.1 Détecteur de traces alpha.....	4
3.2 Chambre d'ionisation avec électret	4
3.3 Appareils de mesure du radon en continu	4
4. Unités de mesure du radon	5
5. Mesure dans les édifices publics	6
5.1 Stratégie de mesure	6
5.2 Emplacement des appareils de mesure dans les édifices publics	6
5.3 Mesure du radon dans les habitations résidentielles à logements multiples	7
5.4 Contrôle de la qualité	7
6. Interprétation des résultats	10
Références.....	10
Annexe 1 – Mesures subséquentes du radon dans les écoles et les édifices munis d'un système CVCA pour déterminer la méthode d'atténuation	11
Annexe 2 – Procédure recommandée de mesure du radon dans les édifices publics ..	14



1. Introduction

1.1 Portée et sommaire

Ce document est destiné aux personnes et aux organisations effectuant la mesure du radon dans les édifices qui présentent une durée de séjour ou un taux d'occupation élevé et qui sont alors considérés comme des habitations aux fins de la mesure du radon ^[1]. Les édifices publics sont des lieux qui sont occupés pendant de longues périodes par le public, notamment les lieux de travail, les écoles, les garderies, les hôpitaux, les établissements de soins, les centres correctionnels et les immeubles résidentiels à logements multiples, comme les appartements et les condominiums. Comme le risque pour la santé associé au radon est fondé sur l'exposition cumulative, le fait de réduire les concentrations de radon dans les écoles et les garderies permettra de réduire le risque de cancer à vie chez les enfants qui s'y trouvent. La mesure du radon a pour but d'évaluer les concentrations de radon afin de déterminer s'il est nécessaire de prendre des mesures correctives pour protéger les occupants.

La mesure du radon dans les édifices exige l'utilisation d'un protocole différent de celui utilisé dans les maisons. Le présent document vise à fournir des lignes directrices sur les différents types d'appareils de mesure, leur installation, ainsi que la durée et l'interprétation des mesures du radon dans les édifices.

1.2 Le radon dans les édifices

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 invisible, inodore et sans saveur. Cependant, il peut être facilement détecté par les appareils de mesure du radon. Le radon est reconnu comme une cause importante de cancer du poumon ^[2]. Le niveau de risque dépend de la concentration de radon et de la durée de l'exposition : aux concentrations observées à l'extérieur, le risque pour la santé est négligeable, mais lorsque le radon s'infiltré dans un espace intérieur comme un bâtiment, il peut s'accumuler à des concentrations élevées qui posent alors un risque accru 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. La seule façon de connaître la concentration de radon est de la mesurer.

Comme la principale source de radon est le sol sur lequel est érigé un bâtiment, il est plus probable que les concentrations les plus élevées de radon dans l'air intérieur se trouvent aux niveaux inférieurs du bâtiment. Dans certains cas, les concentrations les plus élevées ont été détectées aux étages supérieurs, en raison du déplacement du radon par les puits d'ascenseur ou par d'autres gaines techniques du bâtiment, ou encore de l'effet de cheminée. L'effet de cheminée désigne la circulation de l'air qui pénètre dans un bâtiment et qui en sort : l'air chaud s'élève dans le bâtiment pour ensuite s'échapper par les étages supérieurs, entraînant l'aspiration d'air frais par les niveaux inférieurs. Dans de rares cas, le radon pourrait émaner des matériaux de constructions, ce qui pourrait également entraîner des concentrations élevées de radon dans l'air intérieur. À ce jour, la mesure à grande échelle du radon dans les édifices fédéraux du Canada a démontré qu'il s'agissait



de facteurs négligeables, et c'est pourquoi la mesure du radon dans les grands immeubles consiste à examiner d'abord les niveaux 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 ces étages. Si la mesure du radon effectuée aux niveaux inférieurs d'un immeuble révèle la présence de concentrations élevées de radon, il est possible d'examiner les étages supérieurs pendant l'élaboration de la stratégie d'atténuation du radon.

1.3 Lignes directrices sur le radon

Bien qu'il n'existe aucun règlement régissant les concentrations acceptables de radon dans les habitations et les édifices publics, Santé Canada, en partenariat avec les provinces et les territoires, a déterminé qu'une intervention pour réduire l'exposition au radon est nécessaire lorsque la concentration moyenne annuelle de radon dépasse 200 becquerels par mètre cube (200 Bq/m³) dans l'air intérieur ^[1].

Les lignes directrices sur le radon 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/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 permettent 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 du radon se situent entre 200 et 600 Bq/m³.
- 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 du radon sont supérieurs à 600 Bq/m³.

Bien que le risque pour la santé découlant d'une exposition à une concentration inférieure à la directive canadienne soit jugé raisonnable, il existe toujours un risque connexe potentiel pour la santé qui est proportionnel à l'exposition. De plus, les concentrations de radon peuvent varier d'une année à l'autre en raison du vieillissement des bâtiments, ainsi que d'une saison à l'autre en raison des systèmes de chauffage et de refroidissement et des portes ou fenêtres ouvertes ou fermées. Ainsi, les propriétaires d'édifices devraient tout de même envisager de mettre en œuvre des mesures d'atténuation lorsque les concentrations de radon n'atteignent pas 200 Bq/m³ mais s'en approchent.



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 période de 24 heures, et les variations saisonnières peuvent être encore plus importantes. Par conséquent, une mesure à long terme du radon, c'est à dire sur une période de 3 à 12 mois, fournira une indication plus précise de la concentration moyenne annuelle de radon qu'une mesure à court terme. Au Canada, les concentrations de radon sont généralement plus élevées en hiver, puisque les portes et les fenêtres sont alors fermées.

Lors de la mesure à long terme du radon, les occupants n'ont pas besoin de modifier leurs habitudes de vie une fois les appareils de mesure installés. Santé Canada recommande que la mesure du radon dans un édifice public soit effectuée sur une longue période, soit au moins trois mois, et durant la saison de chauffage. La mesure du radon par temps chaud peut être trompeuse, car il est probable que les fenêtres seront ouvertes pendant cette période. De plus, comme certains bâtiments utilisent l'air extérieur comme source de refroidissement gratuit au printemps ou à l'automne, il est préférable d'éviter de prendre la mesure à long terme du radon lors de ces périodes.

2.2 Mesures à court terme

Les concentrations de radon établies à partir de mesures à court terme ne peuvent servir à 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 d'atténuation du radon.

Une mesure à court terme à l'aide d'un appareil approuvé à cette fin peut être utilisée pour confirmer le succès d'une stratégie d'atténuation. Une mesure de confirmation à long terme devrait toujours être prise par la suite, au cours de la saison de chauffage subséquente.



3. Appareils de mesure du radon

Plusieurs appareils de mesure du radon peuvent être utilisés pour déterminer la concentration de radon dans un bâtiment. Les appareils de détection énumérés ci-dessous sont actuellement reconnus par Santé Canada comme pouvant être employés dans les stratégies de mesure décrites dans le présent document. Santé Canada recommande d'utiliser des appareils de mesure à long terme approuvés par le Programme national de compétence sur le radon du Canada (PNCR-C) [3].

3.1 Détecteur de traces alpha

Ce détecteur contient une lamelle de plastique spéciale insérée dans un contenant muni d'une petite ouverture bien définie. Lorsque le radon pénètre dans l'ouverture du détecteur, le rayonnement alpha laisse des traces sur le plastique; la quantité de traces est proportionnelle à la concentration de radon. À la fin de la période de mesure, le contenant est retourné au laboratoire pour analyse.



Figure 1 : Détecteur de traces alpha.

3.2 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. 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 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.

3.3 Appareils de mesure du radon en continu

Cette catégorie comprend des appareils de détection qui enregistrent de façon continue des mesures en temps réel du radon par intervalles de quelques minutes et qui 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 à semi-conducteurs. Avec ce type de détecteur, le résultat est disponible la plupart du temps à la fin de la mesure effectuée dans le bâtiment, sans traitement ou analyse supplémentaire. Ces détecteurs disposent de méthodes de stockage, d'affichage et de récupération des données consignées par l'appareil.

Ces appareils mesurent et surveillent souvent des paramètres environnementaux supplémentaires tels que la température, la pression et l'humidité relative, et sont souvent munis de détecteurs de mouvement permettant aux professionnels en mesure du radon de savoir s'ils ont été déplacés ou altérés.



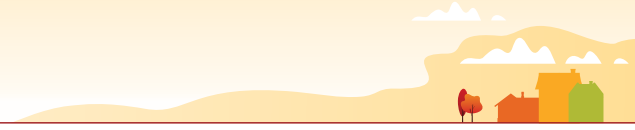
4. Unités de mesure du radon

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^3). Pour pouvoir être comparé à cette directive, tout résultat de mesure du radon doit être exprimé ou converti en Bq/m^3 (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 ci-dessous. Le tableau qui suit présente les calculs de conversion.

Tableau 1 : Unités de concentration du radon

Type d'appareil	Unités utilisées	Conversion
Appareils qui mesurent la concentration de radon	becquerel par mètre cube (Bq/m^3) (Canada)	1 becquerel équivaut à 1 désintégration radioactive par seconde
	picocurie par litre (pCi/L) (États Unis)	1 pCi/L équivaut à $37 \text{ Bq}/\text{m}^3$ 200 Bq/m^3 équivaut à 5,4 pCi/L



5. Mesure dans les édifices publics

5.1 Stratégie de mesure

La principale stratégie consiste à mesurer les pièces occupées qui sont en contact direct avec le sol. Les édifices publics diffèrent des habitations, en ce sens que les occupants ne prennent généralement pas directement part au processus de mesure du radon.

Les édifices publics dont les conditions de ventilation varient selon que le taux d'occupation est élevé ou faible, ou encore en fonction de l'utilisation de systèmes de ventilation saisonnière, doivent faire l'objet d'une attention particulière. Par exemple, dans une école ou un immeuble à bureaux, la ventilation peut être réduite après les heures de classe ou de bureau. Par conséquent, les travailleurs, comme le personnel d'entretien ou le personnel de sécurité d'un immeuble, pourraient être exposés à des concentrations supérieures de radon pendant cette période, alors que les personnes qui occupent les lieux pendant les heures d'ouverture pourraient être exposées à des concentrations inférieures de radon. Dans ce contexte, un appareil de mesure du radon en continu pourrait être utilisé pour obtenir des mesures du radon qui reflètent mieux les concentrations de radon et l'exposition relative/réelle au radon des occupants qui se trouvent dans le bâtiment pendant ces heures précises de prise de mesure. Idéalement, on prendrait une mesure du radon en continu à long terme (trois mois) dans de telles situations. Si cela n'est pas possible, un appareil de mesure du radon en continu à court terme pourrait être combiné à une prise de mesure à long terme (au moins 3 mois), conformément à la méthode décrite à l'annexe 1 pour déterminer la méthode d'atténuation. Cette méthode doit être utilisée avec prudence et ne devrait être employée que s'il y a une différence significative entre les concentrations de radon mesurées en période d'occupation élevée par rapport à celles mesurées en période d'occupation faible.

Idéalement, un professionnel en mesure du Programme national de compétence sur le radon au Canada (PNCR-C) participerait à la stratégie de mesure et à la mise en œuvre du programme de détection du radon.

5.2 Emplacement des appareils de mesure dans les édifices publics

Le choix de l'emplacement des appareils de mesure est limité par la nécessité d'éviter que des occupants puissent facilement les perturber ou y avoir accès.

Par ailleurs, les édifices publics contiennent généralement plusieurs locaux. Un local est un lieu délimité par des murs allant du plancher 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 du sous-sol ou, en l'absence de sous-sol, dans chaque local occupé du rez de chaussée ou de l'étage le plus bas. Un « local occupé » s'entend d'un lieu où une personne passe plus de quatre heures par jour. Les mesures du radon dans l'édifice devraient être effectuées en même temps et devraient également être prises dans les locaux inoccupés si leur occupation est prévue prochainement. Les grands locaux devraient être munis d'un détecteur pour chaque surface de 200 m² de plancher. Pour obtenir des renseignements détaillés sur les emplacements à privilégier et ceux à éviter pour l'installation des détecteurs, veuillez consulter l'annexe 2.



Après la réalisation d'importants travaux de rénovation pouvant modifier de façon importante la ventilation ou la circulation d'air dans l'édifice, l'interaction entre l'immeuble et le sol environnant, ou encore l'utilisation des locaux situés à l'étage occupé le plus bas, les propriétaires devraient toujours envisager la prise de nouvelles mesures du radon. Si des changements importants sont apportés, une mesure devrait être prise sur une période de trois mois durant la saison de chauffage qui suit la fin de ces travaux de rénovation. De plus, une mesure additionnelle devrait être prise à la suite de la mise en œuvre de la stratégie d'atténuation, et tous les cinq ans par la suite à l'aide de la prise d'une mesure du radon pendant au moins trois mois durant la saison de chauffage. Reportez-vous à l'annexe 2 pour d'autres directives sur la mesure du radon.

5.3 Mesure du radon dans les habitations résidentielles à logements multiples

Les habitations à logements multiples peuvent comprendre tout bâtiment utilisé comme résidence par plus d'une famille, notamment les appartements résidentiels, les dortoirs, les résidences militaires, les maisons de pension, les hôtels, les couvents, les monastères, les motels ainsi que les unités destinées au logement et au travail. Elles peuvent également comprendre les immeubles où la propriété et l'entretien sont partagés comme les unités de coopératives de logement, les maisons en rangée, les immeubles en copropriété, les titres de copropriétés ou les unités d'hébergement à temps partagé. Dans la mesure du possible, ces protocoles devraient être recommandés pour l'ensemble du bâtiment, même si les différentes portions du bâtiment appartiennent à différentes parties. Lors de la mesure du radon dans des unités précises d'une habitation résidentielle à logements multiples, il faut suivre les directives du [Guide sur les mesures du radon dans les maisons](#) ^[4].

La mesure du radon devrait être prise dans chaque unité d'habitation dans laquelle un appartement ou un autre type d'unité occupée, comme un bureau, est en contact avec le sol. Cela comprend une unité dont un plancher et/ou un mur est en contact avec le sol ou est au-dessus d'un vide sanitaire, d'une canalisation de services publics ou d'un garage de stationnement. De plus, il faudrait envisager de procéder à la mesure du radon dans un échantillon d'unités d'habitation des étages supérieurs pour s'assurer qu'une circulation de l'air anormale n'a pas entraîné l'augmentation des concentrations de radon. Cette mesure devrait être prise de façon stratégique, en fonction des structures et des éventuels conduits dans un bâtiment.

Dans chaque unité d'habitation, la mesure du radon devrait être prise dans une zone habitable située au niveau inférieur du bâtiment, qui est en contact avec le sol ou qui se trouve au-dessus d'un vide sanitaire, d'une canalisation de services publics ou d'un garage, et qui est utilisée pendant au moins quatre heures par jour.

5.4 Contrôle de la qualité

Les organisations devraient élaborer leurs propres programmes de contrôle de la qualité ou d'assurance de la qualité, dans le cadre desquels un certain pourcentage d'échantillons recueillis ou analysés constitueraient des échantillons de contrôle de la qualité.



Un programme d'assurance de la qualité devrait être élaboré conformément au [Manuel de contrôle et d'assurance de la qualité du PNCR-C sur l'échantillonnage et l'analyse effectués par les professionnels en mesure du radon et les laboratoires](#) ^[5]. Un contrôle de la qualité devrait être envisagé pour tous les détecteurs et un nombre adéquat de mesures de contrôle de la qualité devraient être mises en place. Il s'agit généralement de duplicatas, de blancs et de contrôles à concentration de radon connue.

Lors de la détermination du nombre de détecteurs requis pour la mesure du radon dans un bâtiment, un nombre adéquat de mesures de contrôle de la qualité devraient également être mises en place.

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 (à titre d'exemple, il devrait y avoir un duplicata dans un bâtiment où l'on a placé 10 détecteurs, deux duplicatas dans un bâtiment où l'on a placé 20 détecteurs, 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 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) permet de comparer les duplicatas. La DRP peut être établie à l'aide de l'équation suivante :

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

où :

$[Radon]_{Mesure\ 1}$ représente la concentration de radon en Bq/m³ par un détecteur;
 $[Radon]_{Mesure\ 2}$ représente la concentration de radon en Bq/m³ par son double.

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

Tableau 2 – Variances admissibles de la différence relative en pourcentage

Mesure moyenne $([Radon]_{Mesure\ 1} + [Radon]_{Mesure\ 2})/2$	DRP acceptable	Seuil d'alerte	CQ insatisfaisant
Moyenne < 50 Bq/m ³	Aucune limite	Aucune limite	Aucune limite
50 Bq/m ³ ≤ moyenne < 75 Bq/m ³	DRP < 25 %	25 % ≤ DRP < 50 %	DRP ≥ 50 %
75 Bq/m ³ ≤ moyenne < 150 Bq/m ³	DRP < 15 %	15 % ≤ DRP < 25 %	DRP ≥ 25 %
Moyenne ≥ 150 Bq/m ³	DRP < 10 %	10 % ≤ DRP < 20 %	DRP ≥ 20 %



Si la DRP se situe à l'intérieur du seuil d'alerte, une enquête devrait être menée et devrait comprendre des discussions avec le fabricant de l'appareil, ce qui pourrait entraîner la prise de nouvelles mesures du radon.

Si la DRP révèle un contrôle de la qualité insatisfaisant, la mesure est considérée comme invalide. Une enquête devrait être menée et devrait comprendre des discussions avec le fabricant de l'appareil. Dans ce cas, de nouvelles mesures du radon devraient être prises.

Dans le cadre du contrôle de la qualité, en plus d'installer des duplicatas, il faudrait également envisager d'intégrer un nombre approprié de blancs de terrain, de blancs de stockage et de blancs de transport (généralement 5 %). Les blancs sont des détecteurs scellés qui permettent d'évaluer toute réaction à une source autre que le radon durant la période de mesure prévue.

Il est recommandé que 3 % des mesures passives du radon soient des contrôles à concentration de radon connue. Les contrôles à concentration de radon connue permettent de vérifier l'exactitude du système de mesure du radon. La technique consiste à exposer des détecteurs de radon dans une chambre à radon (qui devrait être agréée) à une concentration de radon connue et à analyser les détecteurs comme s'il s'agissait de mesures habituelles du radon sur le terrain ^[5]. Lors du calcul de l'erreur relative en pourcentage (ERP), la valeur mesurée (VM) de contrôle à concentration de radon connue est comparée à la valeur de référence (VR) (c'est à dire la valeur nominale de l'exposition). Ainsi, l'ERP est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$ERP = \frac{(VM - VR)}{(VR)} \times 100\%$$

où :

ERP représente l'erreur relative en pourcentage;

VM représente la valeur mesurée de contrôle à concentration de radon connue;

VR représente la valeur de référence.

La valeur mesurée de contrôle à concentration de radon connue devrait être supérieure à 150 Bq/m³ et une ERP inférieure à 20 % est acceptable.

Le laboratoire qui manipule 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. L'étalonnage devrait être effectué dans une installation approuvée par le fabricant. Les laboratoires d'analyse du radon peuvent également détenir d'autres accréditations de laboratoire comme ISO 9001 ou ISO 17025.



6. Interprétation des résultats

Si les résultats des mesures à long terme sont inférieurs à 200 Bq/m³, il n'est pas nécessaire de procéder à d'autres mesures. Bien que le risque pour la santé découlant d'une exposition à des concentrations de radon inférieures à la directive canadienne soit faible, il existe toujours un risque connexe potentiel pour la santé qui est proportionnel à l'exposition. De plus, les concentrations de radon peuvent varier d'une année à l'autre en raison du vieillissement des bâtiments, ainsi que d'une saison à l'autre en raison des systèmes de chauffage et de refroidissement et des portes ou fenêtres ouvertes ou fermées. Ainsi, les propriétaires d'édifices devraient tout de même envisager de mettre en œuvre des mesures d'atténuation lorsque les concentrations de radon n'atteignent pas 200 Bq/m³ mais s'en approchent.

Si les résultats des mesures à long terme sont supérieurs à 200 Bq/m³, il est recommandé d'adopter des mesures correctives dans les délais indiqués dans le tableau 3.

Tableau 3 – Délai recommandé pour la prise de mesures correctives

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

Le propriétaire du bâtiment est responsable de l'assainissement et des coûts connexes.

Pour en savoir plus, veuillez consulter le document intitulé [Le radon : Guide de réduction pour les Canadiens](#)^[6].

Références

1. Gouvernement du Canada 2007, [Lignes directrices sur le radon du gouvernement du Canada](#).
2. World Health Organization 2009, [WHO Handbook on Indoor Radon](#) (en anglais seulement).
3. Site Web du Programme national de compétence sur le radon au Canada, [Liste des appareils à usage professionnel du PNCR-C](#).
4. Santé Canada 2017, [Guide sur les mesures du radon dans les maisons](#).
5. Programme national de compétence sur le radon au Canada 2018, [Manuel de contrôle et d'assurance de la qualité du PNCR-C sur l'échantillonnage et l'analyse effectués par les professionnels en mesure du radon et les laboratoires](#).
6. Gouvernement du Canada 2013, [Le radon - Guide de réduction pour les Canadiens](#).



Annexe 1 – Mesures subséquentes du radon dans les écoles et les édifices munis d'un système CVCA pour déterminer la méthode d'atténuation

Si les résultats des mesures à long terme du radon sont supérieurs à la directive, vous pourriez effectuer une mesure subséquente à court terme (sept jours) à l'aide d'un appareil de mesure du radon en continu afin de déterminer la concentration moyenne de radon durant les heures d'occupation (par exemple, chaque jour de 7 h à 21 h, en supposant que le bâtiment est inoccupé à l'extérieur de cette période). Il est important que la mesure prise sur 7 jours ne coïncide pas avec des jours de congé, car, dans ce cas, les conditions qui prévalent dans le bâtiment et qui peuvent influencer les concentrations de radon ne sont pas représentatives des concentrations de radon mesurées pendant les heures normales d'occupation. Les mesures subséquentes devraient être prises dans des pièces où les concentrations les plus élevées sont présentes, en particulier lorsque les résultats dépassent 200 Bq/m³. À cette fin, il faut utiliser un appareil de mesure du radon en continu approuvé par le PNCR-C, qui intègre et enregistre un nouveau résultat au moins une fois toutes les heures. Les mesures subséquentes à l'aide de l'appareil de mesure du radon en continu doivent être prises sur une période d'au moins sept jours, durant la saison de chauffage. Elles visent à déterminer si le système de ventilation mécanique dans le bâtiment influence les concentrations de radon de telle sorte que les concentrations de radon pendant les heures d'occupation sont inférieures à la concentration énoncée dans la directive. Les résultats des mesures à long terme sont représentatifs des concentrations de radon sur une période de 24 heures. L'arrêt des systèmes de ventilation lorsqu'il n'y a personne dans le bâtiment pourrait entraîner la présence de 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 occupants.

La concentration moyenne de radon pendant les heures d'occupation peut être estimée 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 d'occupation 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 de la concentration de radon permettra d'estimer la concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures d'occupation. Le principe sous-jacent de l'estimation est que, si l'appareil de mesure du radon en continu indique que la concentration de radon est 20 % plus faible durant les heures d'occupation par rapport aux heures où le bâtiment est inoccupé par exemple, il est possible d'ajuster la mesure à long terme du radon pour tenir compte de cette variation.



L'estimation de la concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures d'occupation est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$[RADON]_{ECMRLTDHO} = [RADON]_{CMRLT} \times \left(\frac{[RADON]_{CMRCTDHO}}{[RADON]_{CMRCT}} \right)$$

où :

ECMRLTDHO = estimation de la concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures d'occupation;

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

CMRCTDHO = concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à court terme durant les heures d'occupation;

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 d'occupation est supérieure à 200 Bq/m³, 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/m³ dans un local se trouvant dans une école donnée. Cette mesure est suivie d'une nouvelle mesure de sept 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 :

Concentration moyenne de [radon] durant la période de 7 jours = 288 Bq/m³

Concentration moyenne de [radon] durant les heures d'occupation (7 h à 21 h) au cours de la période de 7 jours = 176 Bq/m³

L'estimation de la concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures d'occupation serait alors la suivante :

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

Il s'agit de la valeur sur laquelle il faudrait s'appuyer pour déterminer s'il faut mettre en œuvre ou non des mesures d'atténuation. Dans l'exemple ci-dessus, le local en question a une concentration de radon établie à partir de mesures à long terme de 168 Bq/m³ 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 ce local. Cet exemple suppose que le système de ventilation fonctionne de la même façon durant toute l'année scolaire, que l'école soit occupée ou non. 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.



REMARQUE IMPORTANTE

Il est important de souligner le caractère approximatif de cette estimation. Par exemple, si la mesure à long terme du radon est prise durant la saison de chauffage et qu'elle est suivie d'une mesure à l'aide d'un appareil de mesure du radon en continu quelques mois plus tard, la variation mesurée entre les heures d'occupation comparativement aux heures d'inoccupation par l'appareil de mesure du radon en continu n'est pas nécessairement représentative de la variation observée durant la saison de chauffage. Par conséquent, si l'on souhaite estimer de façon rigoureuse le facteur de correction, il faudrait qu'une mesure de sept jours soit prise à l'aide d'un appareil de mesure du radon en continu au même moment et avec les mêmes conditions de ventilation que lors de la mesure à long terme du radon durant la saison de chauffage.

Cette méthode d'estimation de la concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures d'occupation ne devrait pas être utilisée s'il n'y a pas de différence significative entre les concentrations de radon mesurées pendant les heures d'occupation et celles mesurées pendant les heures d'inoccupation. De même, si l'appareil de mesure du radon en continu indique des concentrations de radon supérieures à la directive pendant les heures d'occupation et les heures d'inoccupation, l'équation d'estimation proposée ci-dessus ne devrait pas être utilisée même si l'estimation de la concentration moyenne de radon établie à partir des mesures à long terme durant les heures d'occupation est inférieure à la directive.

L'équation d'estimation ne représente qu'un outil supplémentaire dont disposent les gestionnaires pour prendre des décisions. En cas de doute, les décisions devraient être prises en fonction des mesures à long terme du radon.

Lorsque les concentrations s'approchent de 200 Bq/m^3 , il est fortement recommandé d'envisager de mettre en œuvre des stratégies d'atténuation, puisque les concentrations de radon peuvent varier d'une année à l'autre et d'une saison à l'autre.



Annexe 2 – Procédure recommandée de mesure du radon dans les édifices publics

Mesure initiale du radon

Où effectuer la mesure

Les locaux à examiner sont définis comme étant 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 détecteurs de radon devraient être utilisés pendant une période d'au moins trois mois durant la saison de chauffage.
- Les dimensions du local déterminent le nombre de détecteurs à utiliser (sans compter les blancs et les duplicatas requis pour les mesures de contrôle de la qualité) :
 - un détecteur devrait être installé pour tout local dont la superficie est inférieure à 200 m² (2153 pi²);
 - lorsque la superficie des locaux est supérieure à 200 m² (2153 pi²), un détecteur devrait être installé pour chaque surface de 200 m² (2153 pi²).
- Le détecteur devrait être installé :
 - à un endroit où il ne sera pas déplacé pendant la période de mesure;
 - dans une zone de respiration normale;
 - à un emplacement situé entre 0,5 et 2 m (1,5 à 6,5 pi) du sol;
 - à au moins 0,5 m (1,5 pi) du plafond;
 - à au moins 30 cm (1 pi) d'un mur extérieur;
 - à l'écart des objets, soit à un minimum suggéré de 10 cm (4 po), de manière à permettre la circulation normale de l'air autour du détecteur (à l'exception de la surface sur laquelle le détecteur est placé ou fixé). À cette fin, il est possible de suspendre le détecteur au plafond.
- La mesure du radon ne devrait être prise que dans les locaux qui sont occupés par une personne pendant plus de quatre heures par jour.
- Il faut effectuer la mesure du radon dans les locaux où les planchers ou les murs sont 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 ou un vide sanitaire, la mesure du radon devra être effectuée dans tous les locaux occupés du premier étage occupé de manière à couvrir l'aire totale du bâtiment. Si les propriétaires d'un bâtiment sont préoccupés par la présence potentielle de radon aux étages supérieurs, ils pourraient également mesurer la concentration de radon au dernier étage occupé.

Les emplacements appropriés où il est possible de placer un détecteur comprennent, entre autres, les étagères et le dessus des classeurs; on peut également suspendre le détecteur du plafond, le fixer sur un mur intérieur, etc.



Où NE PAS effectuer de mesure

Ne pas installer de détecteur :

- dans une salle de bains, une cuisine et une aire d'entreposage;
- dans les étages de stationnements intérieurs d'un bâtiment;
- sur ou à proximité de tout appareil ou équipement électrique comme un ordinateur, un téléviseur, une chaîne stéréo ou un haut-parleur, car les résultats obtenus par certains appareils de mesure peuvent alors être modifiés.

Éviter de placer les détecteurs :

- dans les courants d'air causés par le chauffage, la ventilation ou la climatisation, les portes, les ventilateurs et les fenêtres;
- dans les emplacements situés près de sources de chaleur comme au-dessus des radiateurs, des cheminées ou à la lumière directe du soleil.

Les figures 3 et 4 présentent des exemples de locaux et d'emplacements qui sont appropriés pour la mesure du radon.



Figure 3. Emplacements potentiels pour les tests de radon dans un environnement de bureau. Les emplacements qui peuvent être appropriés (⚠) doivent être évalués pour s'assurer que les détecteurs ne seront pas déplacés s'ils sont déployés dans ces emplacements.



Figure 4. Emplacements potentiels des tests de radon dans un bureau. Les emplacements *appropriés* (✓) pour les détecteurs de radon et les emplacements *non appropriés* (✗) pour les détecteurs de radon sont indiqués.

Étages à examiner

Les locaux dans lesquels les planchers ou les murs 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 les locaux ne sont occupés sur aucun de ces étages, une mesure du radon sera effectuée dans tous les locaux occupés de l'étage utilisé suivant.

S'il existe des préoccupations quant à la présence possible de radon aux étages supérieurs, la mesure facultative du radon pourrait être prise dans un local sur trois au dernier étage occupé. Voir la figure 5 qui présente divers scénarios relatifs à l'emplacement des appareils de mesure du radon dans les bâtiments à étages multiples.

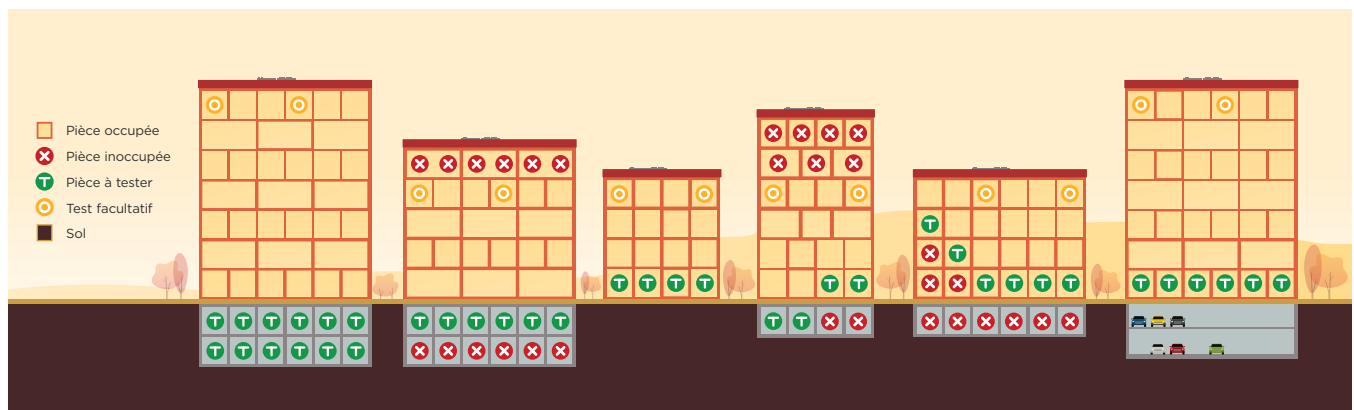


Figure 5. Emplacements recommandés pour la mesure du radon dans les bâtiments à plusieurs étages.



Mesure à long terme après la mise en place de la stratégie d'atténuation

Nouvelle mesure prise aux emplacements initiaux

Une mesure à court terme devrait être prise au moins 24 heures après la mise en place de la stratégie d'atténuation afin de s'assurer que les concentrations de radon ont été abaissées à un niveau inférieur à 200 Bq/m³. Si la mesure indique que les concentrations de radon sont toujours élevées, les efforts d'atténuation devraient être poursuivis jusqu'à l'obtention de résultats acceptables. La mesure du radon devrait être prise aux mêmes emplacements que la mesure initiale.

Après la mise en place de la stratégie d'atténuation, la mesure à long terme devrait être prise durant la saison de chauffage suivante (automne-hiver). La mesure devrait être prise aux mêmes emplacements que la mesure initiale. Une nouvelle mesure devrait être prise tous les cinq ans pour confirmer que les concentrations de radon demeurent faibles.