



Le radon et la santé

INFO-0813

Révision 2



Janvier 2012



Le radon et la santé

© Ministre de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2011

N° de catalogue : CC172-67/2011F-PDF

ISBN 978-1-100-96509-3

Publié par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)

N° de catalogue de la CCSN : INFO-0813

La reproduction d'un extrait quelconque du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition d'en indiquer la source en entier. Toutefois, la reproduction de ce document en tout ou en partie à d'autres fins nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

Also available in English under the title: *Radon and Health*

Disponibilité du document

Les personnes intéressées peuvent consulter le document sur le site Web de la CCSN à suretenucleaire.gc.ca, ou en commander des exemplaires, en français ou en anglais, en communiquant avec la :

Commission canadienne de sûreté nucléaire

280, rue Slater

C.P. 1046, succursale B

Ottawa (Ontario) K1P 5S9

CANADA

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (Canada seulement)

Télécopieur : 613-995-5086

Courriel : info@cnsccsn.gc.ca

Site Web : suretenucleaire.gc.ca

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION	2
2.0	QU'EST-CE QUE LE RADON?	3
2.1	Propriétés physiques	3
2.2	Isotopes	3
2.3	Produits de désintégration	3
3.0	QUE SAVONS-NOUS DES EFFETS DU RADON SUR LA SANTÉ?	5
3.1	De quelle façon sommes-nous exposés au radon?	5
3.2	Effets sur la santé	7
3.3	Réglementation et recommandations	9
4.0	CONCENTRATIONS DE RADON AU CANADA	11
4.1	Concentrations de radon dans l'environnement à proximité et à distance des mines et des usines de concentration d'uranium	11
4.2	Concentrations de radon dans les mines d'uranium souterraines	11
4.3	Concentrations de radon dans les maisons de différentes parties du pays	12
5.0	CONCLUSIONS	14
6.0	GLOSSAIRE	15
7.0	SIGLES ET ACRONYMES	15
8.0	RÉFÉRENCES	16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Radioexposition moyenne des travailleurs des mines et des usines de concentration d'uranium et des mines d'uranium souterraines en 2006	7
Tableau 2	Recommandations sur les concentrations de radon dans les résidences	10
Tableau 3	Plages de concentrations de radon autour des mines et des usines de concentration d'uranium	11
Tableau 4	Concentrations moyennes de radon dans les maisons des 10 provinces canadiennes	12

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Chaîne de désintégration de l'uranium 238	4
Figure 2	Sources d'exposition au rayonnement pour un Canadien adulte moyen	6
Figure 3	Exposition moyenne aux produits de filiation du radon de 1940 à 1970	8
Figure 4	Exposition moyenne aux produits de filiation du radon de 1970 à 2000	8
Figure 5	Concentrations moyennes de radon dans les provinces canadiennes	13

1.0 INTRODUCTION

Le radon est un gaz radioactif inodore et incolore naturellement présent dans l'environnement. Le radon émane de la croûte terrestre; il est donc présent dans l'air extérieur ainsi que dans tous les bâtiments, y compris les lieux de travail. Il est libéré dans l'air lorsque le minerai d'uranium est extrait et, dans une moindre mesure, lors de la production de combustible d'uranium destiné aux centrales nucléaires. Le radon est la plus importante source de rayonnement naturelle à laquelle sont exposés les Canadiens.

Plusieurs renseignements publiés sur le radon sont à l'étude. Il existe également de nombreuses préoccupations et idées fausses quant aux effets du radon sur les travailleurs des mines ou des usines de concentration d'uranium et sur les communautés qui se trouvent à proximité.

À titre d'organisme responsable de la réglementation nucléaire au Canada, la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) réglemente le radon dans les installations nucléaires au Canada pour protéger les travailleurs, le public et l'environnement. La CCSN communique également des renseignements objectifs concernant les activités de ses titulaires de permis et leurs effets sur l'environnement de même que sur la santé et la sécurité des personnes.

Le présent document compile des renseignements provenant de diverses sources afin d'éclaircir les faits portant sur le radon. Il traite de ce qu'est le radon, de ce que nous savons à propos de ses effets sur la santé, des concentrations de radon au Canada, de sa réglementation ainsi que de la présence du radon dans les maisons.

2.0 QU'EST-CE QUE LE RADON?

2.1 Propriétés physiques

Le radon est un élément chimique dont le symbole est Rn. C'est un gaz radioactif naturellement présent dans l'environnement produit par la désintégration radioactive naturelle de l'uranium, comme on en trouve, en petites quantités, dans la plupart des roches, dans le sol et dans l'eau [1]. Le radon est un gaz inodore, insipide et incolore. Il est donc impossible de le détecter à l'aide de ses seuls sens [1]. Il s'agit du gaz rare le plus lourd du tableau périodique des éléments. Comme il est plus dense que l'air, le radon présent dans l'environnement a tendance à s'accumuler vers le bas, dans les endroits où il n'y a pas de circulation d'air, et peut se concentrer dans les pièces et les sous-sols mal ventilés.

2.2 Isotopes

Le noyau d'un atome est composé de protons et de neutrons. Un isotope est l'un de deux atomes ou plus ayant le même numéro atomique (nombre de protons), mais des numéros de masse (nombre de neutrons) différents. Le radon ne possède pas de forme isotopique stable; tous ses isotopes sont radioactifs.

Il existe trois isotopes naturels du radon :

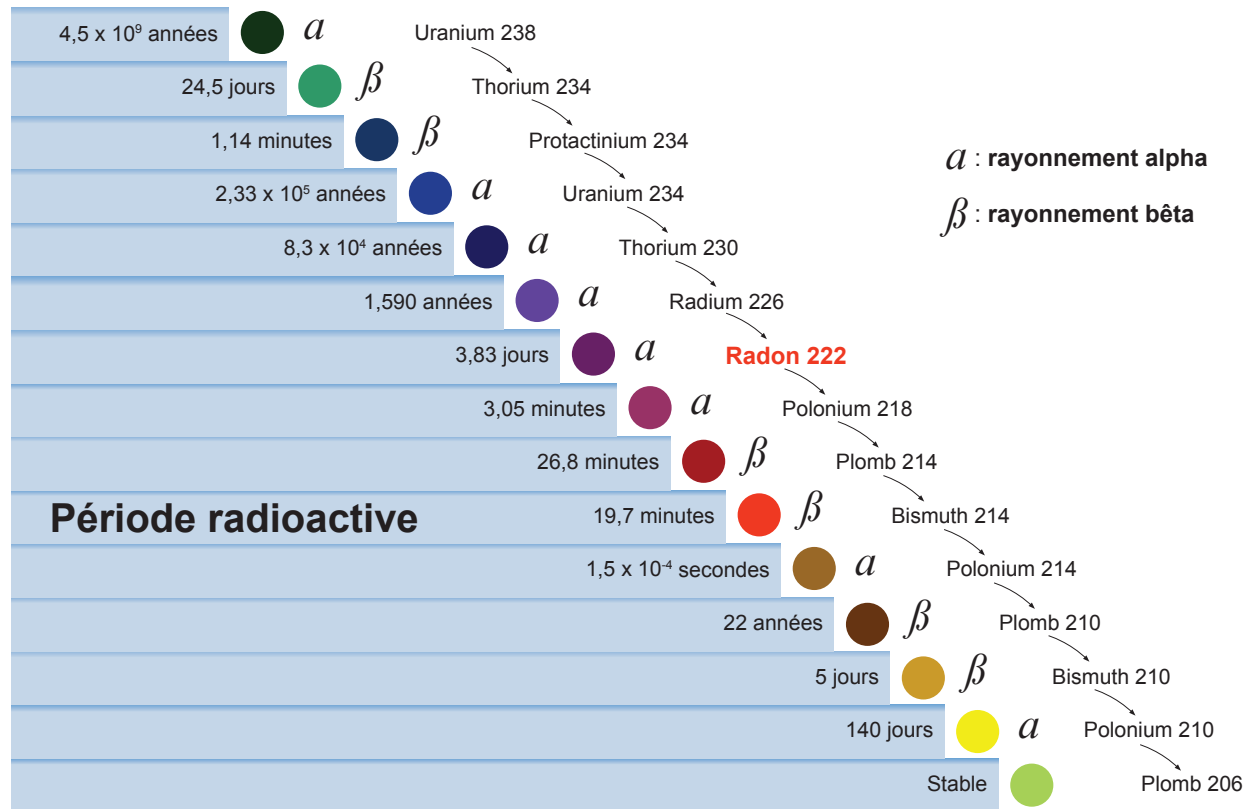
- Le radon 222 est formé par la désintégration de l'uranium 238 et fait partie d'une série de transformations appelée « chaîne de désintégration » (voir la figure 1). Le radon 222 est l'isotope du radon qui suscite le plus d'inquiétudes en raison de l'abondance naturelle d'uranium 238 dans la croûte terrestre et des effets sur la santé des autres produits de sa désintégration.
- Le radon 219 est formé par la désintégration de l'uranium 235 [1].
- Le radon 220 (aussi appelé thoron) est formé par la désintégration du thorium 232 [1].

2.3 Produits de désintégration

Lorsque l'uranium se désintègre, il est soumis à une série de 14 transformations appelée « chaîne de désintégration ». Ce processus peut s'échelonner sur des milliards d'années. À la fin de la chaîne de désintégration du radon, on obtient du plomb 206, un élément non radioactif stable. Le radon 222 appartient à la chaîne de désintégration du radium et de l'uranium 238, et possède une période radioactive (le temps nécessaire à la désintégration en la moitié de la quantité originale) de 3,8 jours. En retour, le radon se désintègre en une série de radio-isotopes solides à période courte appelés « produits de filiation du radon » ou « produits de désintégration du radon » (PDR).

En raison de leur courte période radioactive, les produits de filiation du radon émettent des rayonnements plus rapidement et présentent de plus grands risques pour la santé que le radon lui-même. Deux produits de désintégration du radon, le polonium 218 et le polonium 214, posent de sérieux risques pour la santé puisque ce sont des émetteurs alpha [1], lesquels montrent une plus grande efficacité biologique relative (soit la capacité d'avoir des effets biologiques) que les rayonnements bêta ou gamma.

Figure 1 : Chaîne de désintégration de l'uranium 238 [2]



3.0 QUE SAVONS-NOUS DES EFFETS DU RADON SUR LA SANTÉ?

3.1 De quelle façon sommes-nous exposés au radon?

Les personnes sont exposées au radon¹ tous les jours par suite de la désintégration radioactive naturelle de l'uranium dans les sols et les roches. De plus, les travailleurs des mines souterraines (notamment les mines d'uranium) sont exposés à de nombreuses formes de rayonnements, y compris celles qui sont émises par le radon lors de la désintégration de minerai d'uranium.

Le radon est un gaz radioactif inodore et incolore naturellement présent dans l'environnement. Le radon émane de la croûte terrestre; il est donc présent dans l'air extérieur ainsi que dans tous les bâtiments, y compris les lieux de travail. Les concentrations de ce gaz dans l'air intérieur varient considérablement, principalement selon la géologie de la région et divers facteurs ayant une incidence sur la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, par exemple le taux de renouvellement d'air, le chauffage du bâtiment et les conditions météorologiques.

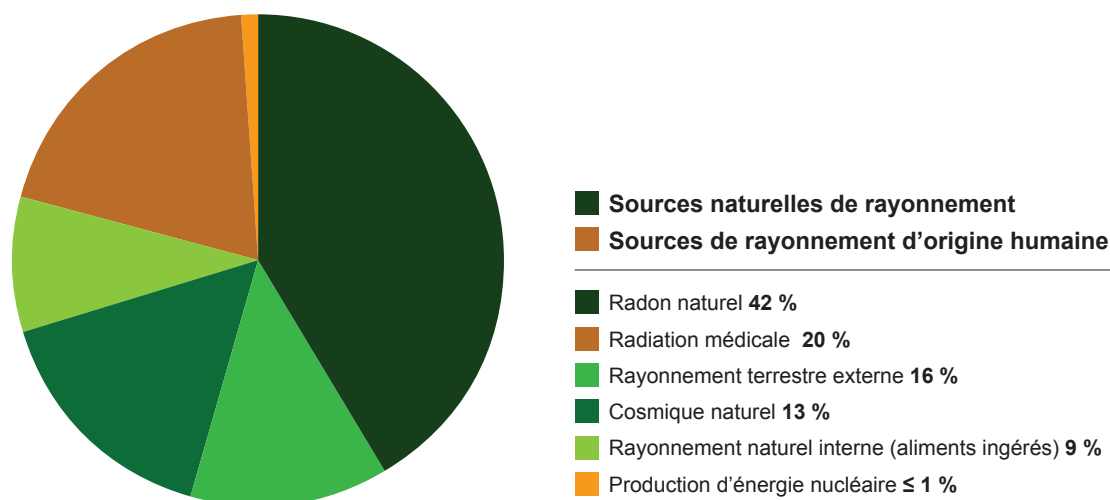
Le radon est la plus importante source naturelle de rayonnement à laquelle sont exposés les Canadiens. D'après le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR 2008), la dose annuelle moyenne, établie pour l'ensemble des sources et pour la population mondiale, est de 3,0 mSv au total. Plus de 80 % de cette dose provient de sources naturelles, dont environ la moitié émane des produits de désintégration du radon dans les foyers.

Il existe plusieurs sources d'exposition au rayonnement, notamment :

- a. le rayonnement de fond naturel (émis par le Soleil, la Terre et les aliments ingérés)
- b. les examens médicaux et les interventions diagnostiques ou thérapeutiques (p. ex. tomodensitométrie et radiothérapie)
- c. les retombées des essais d'armes nucléaires
- d. la production d'électricité à l'aide d'énergie nucléaire
- e. les professions qui donnent lieu à une exposition accrue à des sources d'origine humaine ou naturelle

¹ Pour simplifier le texte, lorsqu'on parle des effets du radon sur la santé, le terme « radon » désigne le radon et les produits de désintégration du radon (PDR).

Figure 2: Sources de rayonnement auxquelles une personne est exposée dans la vie courante – dose totale : 3,0 mSv/année [1]



3.1.1 Le radon dans les maisons

Le radon peut s'infiltrer à travers les interstices du sol et des roches sur lesquels sont construites les maisons. Il peut s'infiltrer dans une maison par les planchers en terre battue, les fissures dans le béton, les puisards, les joints, les égouts de sous-sol, sous la base des chaudières et par les piliers dans le plancher si la base y est ancrée. Les murs en blocs de béton offrent une multitude de petits pores qui peuvent laisser passer les liquides et les gaz comme le radon, puis les libérer dans l'air. Le radon piégé dans l'eau de puits peut également se libérer dans l'air lorsqu'on utilise l'eau dans la maison [3].

Une étude menée par Santé Canada dans les années 1970 révélait des concentrations plus élevées dans certaines villes canadiennes. Ces mêmes études indiquent cependant qu'il est impossible de prévoir si la concentration de radon sera plus élevée ou non dans une maison en particulier. Des facteurs comme l'emplacement de la maison et sa position par rapport au vent dominant peuvent être tout aussi importants que la source de radon elle-même [3].

Santé Canada a formulé des recommandations relatives aux concentrations de radon (200 Bq/m³) [4] dans l'air intérieur pour aider à protéger les Canadiens contre les risques pour la santé associés à l'exposition au radon dans les maisons et les bâtiments.

3.1.2 Le radon dans les mines d'uranium et les installations de traitement de l'uranium

Le radon est libéré dans l'air au moment de l'extraction du minerai d'uranium et, dans une moindre mesure, lors de la production du combustible d'uranium destiné aux centrales nucléaires. La CCSN réglemente le radon dans les installations nucléaires au Canada pour protéger les travailleurs, le public et l'environnement au moyen du *Règlement sur la radioprotection* [5].

Le tableau 1 présente l'exposition moyenne actuelle à toutes les sources de rayonnement des travailleurs des mines et des usines de concentration d'uranium ainsi que des travailleurs des mines d'uranium souterraines, conformément au rapport annuel de 2008 fondé sur le Fichier dosimétrique national [6].

Tableau 1 : Radioexposition moyenne des travailleurs des mines et des usines de concentration d'uranium et des mines d'uranium souterraines en 2006

Travailleur	Dose moyenne (mSv)	Contribution des produits de désintégration du radon (%)
Travailleurs des mines et des usines de concentration d'uranium	1,19	48,5
Travailleurs des mines d'uranium souterraines	1,74	53,3

3.2 Effets sur la santé

Au fil des ans, de nombreuses études ont porté sur les effets du radon sur la santé. Ces études ont permis de mieux comprendre l'importance d'en assurer le contrôle. Elles ont permis de conclure qu'une exposition à long terme à des niveaux de radon supérieurs au rayonnement de fond augmente les risques de développer le cancer du poumon. L'exposition au radon n'a pas été associée à d'autres cancers ou causes de décès.

Les risques pour la santé associés au radon sont générés par l'exposition aux produits de filiation ou aux produits de désintégration du radon, qui se forment lorsque le radon se désintègre. En présence d'émanations de radon, les produits de désintégration demeurent en suspens dans l'air. Comme ils portent une charge électrique, la plupart se fixent à des particules de poussière ou à la surface de matières solides; toutefois, certains d'entre eux peuvent demeurer libres. Qu'ils soient fixes ou libres, ces produits de désintégration peuvent être inhalés. Une fois déposé dans les poumons, le radon émet un rayonnement alpha qui irrite et endommage potentiellement les cellules vivantes recouvrant l'intérieur des poumons.

Étant donné leur période radioactive relativement courte (moins d'une demi-heure), les produits de désintégration du radon se désintègrent principalement pendant leur séjour dans les poumons. Deux de ces produits de courte durée de vie, soit le polonium 218 et le polonium 214, émettent des particules alpha, dont l'énergie domine la dose qui atteint les poumons et peut causer le cancer du poumon mentionné.

À l'air libre, la concentration de radon est minime et ne pose pas de risque pour la santé. Cependant, dans certains espaces confinés comme les sous-sols et les mines souterraines, le radon peut s'accumuler pour atteindre des concentrations relativement élevées et créer un danger pour la santé.

Les effets du radon sur la santé ont été étudiés pendant plusieurs décennies. Au départ, les études portaient sur les mineurs de fond exposés à de fortes concentrations de radon dans leur milieu de travail.

Durant les premières années de l'extraction d'uranium, on en connaissait peu à propos des effets du radon sur la santé, et il n'y avait que très peu ou pas du tout de radioprotection. La ventilation était mauvaise ou inexistante. Par conséquent, les mineurs d'uranium étaient exposés à de très fortes concentrations de rayonnements (p. ex. plus de 2 200 mSv par année à Port Radium dans les années 1940). On trouve donc un taux élevé de cancer du poumon parmi les premiers mineurs d'uranium.

Des études épidémiologiques ont permis de mesurer le risque de cancer du poumon associé aux produits de désintégration du radon. Par conséquent, des programmes de radioprotection ont été mis en place dans les mines d'uranium et font l'objet d'une réglementation. Parmi les mesures de radioprotection figurent une meilleure ventilation, de meilleures techniques d'extraction minière, des limites de doses d'exposition, la surveillance des produits de désintégration du radon régionaux, la surveillance des produits de désintégration du radon individuels et le principe ALARA (principe selon lequel il faut garder les doses au « niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre »; de l'anglais « as low as reasonably achievable »). Grâce à ces mesures, les niveaux d'exposition aux produits de désintégration du radon chez les travailleurs des mines d'uranium ont diminué de façon considérable. Les figures 3 et 4 illustrent à quel point les débits de dose ont diminué (notez le changement d'échelle entre les deux figures).

Figure 3 : Exposition moyenne aux produits de filiation du radon de 1940 à 1970

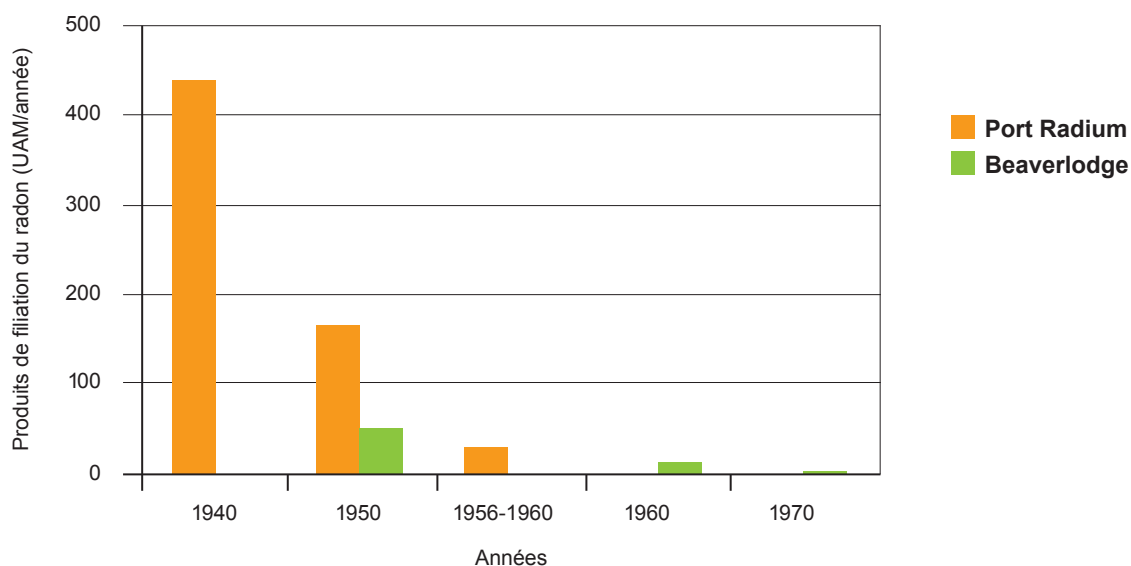
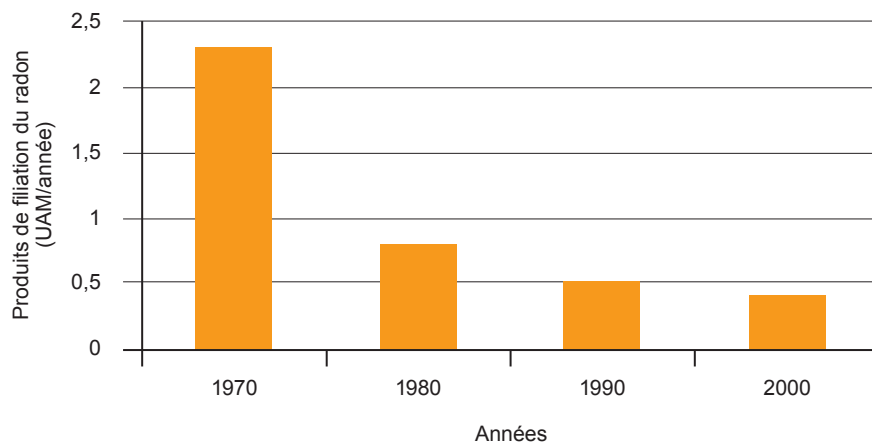


Figure 4 : Exposition moyenne aux produits de filiation du radon de 1970 à 2000



Des études mises à jour récemment ont permis d'observer les effets sur la santé des mineurs d'une exposition au radon respectivement modérée et plus faible, ce qui représente de façon plus exacte les milieux de travail actuels.

Au début des années 1980, plusieurs enquêtes ont été réalisées sur les concentrations de radon dans les maisons et d'autres bâtiments, et les résultats de ces enquêtes, combinés aux estimations de risque fondées sur les études des travailleurs des mines, ont fourni des preuves indirectes indiquant que le radon pourrait contribuer de manière importante au cancer du poumon dans la population générale [7]. Les efforts récents déployés pour enquêter sur le lien direct entre le radon dans l'air intérieur et le cancer du poumon ont permis d'obtenir des preuves convaincantes d'un plus grand risque de cancer du poumon à des concentrations couramment relevées dans les bâtiments [8]. L'évaluation des risques posés par le radon dans les mines et dans les résidences a permis de se faire une bonne idée des risques pour la santé liés au radon. Le radon est maintenant reconnu comme la deuxième plus importante cause de cancer du poumon après le tabagisme dans la population en général.

Il a été montré que l'effet combiné de l'exposition au radon et du tabagisme augmente considérablement le risque de cancer du poumon. On estime qu'un non-fumeur exposé à des niveaux élevés de radon tout au long de sa vie a 1 chance sur 20 de développer le cancer du poumon. Cette estimation augmente à 1 chance sur 3 pour un fumeur qui est également exposé à des niveaux élevés de radon tout au long de sa vie [9].

3.3 Réglementation et recommandations

3.3.1 Commission canadienne de sûreté nucléaire

À titre d'organisme responsable de la réglementation nucléaire au Canada, la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) réglemente le radon et les produits de filiation du radon dans les installations nucléaires au Canada pour protéger la santé des travailleurs de l'uranium et de la population.

Les concentrations de radon dans les mines et les usines de concentration d'uranium de même que dans les installations de fabrication de combustible et de traitement de l'uranium sont rigoureusement contenues et contrôlées, et leur concentration dans l'air doit être surveillée afin de protéger les travailleurs. Les mesures de contrôle comprennent des systèmes de détection et de ventilation sophistiqués qui protègent efficacement les travailleurs des mines d'uranium au Canada.

Le *Règlement sur la radioprotection du Canada* traite uniquement des doses de rayonnement pour les travailleurs du secteur nucléaire, y compris les travailleurs des mines d'uranium. Les limites de 50 mSv/an et d'un maximum de 100 mSv pour une période de cinq ans sont surveillées et strictement appliquées. De plus, toutes les doses doivent être maintenues au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (le principe ALARA).

L'exposition au radon actuelle des travailleurs des mines et de l'industrie du traitement de l'uranium est aussi faible ou légèrement plus élevée que l'exposition du public au radon de source naturelle. Par conséquent, pour les travailleurs, le risque de cancer du poumon lié à l'exposition au radon équivaut à peu près au risque pour le public. En moyenne, les mineurs d'aujourd'hui reçoivent une dose efficace de moins de 2,5 mSv/an.

Au moyen de la surveillance réglementaire qu'elle effectue, la CCSN veille à ce que l'exposition radioactive des travailleurs et du public demeure bien inférieure aux limites respectivement prescrites.

3.3.2 Recommandation de Santé Canada

Santé Canada a pris un certain nombre de mesures pour protéger les Canadiens contre les dangers potentiels du radon dans leurs maisons. Parmi celles-ci figurent l'évaluation des techniques de mesure, la recherche sur les effets de l'exposition au radon et l'élaboration de recommandations.

La recommandation de Santé Canada concernant le radon [4] a toujours été fondée sur les meilleures preuves scientifiques disponibles concernant le risque pour la santé. En 1988, le Canada a établi une recommandation de 800 becquerels (Bq) par mètre cube. Selon de nouvelles données scientifiques et une vaste consultation publique, la recommandation a été revue, pour passer de 800 à 200 Bq/m³ en juin 2007². Pour appuyer la mise en œuvre de la recommandation révisée, le Programme national sur le radon [10] a été lancé en collaboration avec le Comité de radioprotection fédéral-provincial-territorial, un comité intergouvernemental créé pour faire progresser le développement et l'harmonisation des pratiques et des normes de radioprotection au sein des instances fédérales, provinciales et territoriales.

Le Programme national sur le radon comporte cinq volets :

1. l'établissement d'un laboratoire national sur le radon
2. la mise sur pied de projets de détection des niveaux de radon
3. la création d'une base de données sur le radon visant à dresser une carte des concentrations de radon
4. la recherche sur le radon
5. l'éducation et la sensibilisation du public

² http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/radon/guidelines_lignes_directrice_fra.php

3.3.3 Organisation mondiale de la santé

En 1986, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a reconnu le radon comme un agent cancérigène pour les poumons chez les humains. La principale source de données sur les risques de cancer du poumon causé par le radon provient d'études épidémiologiques réalisées auprès de travailleurs de mines souterraines [11]. Des études plus récentes ont fourni des données sur les risques associés à des niveaux d'exposition plus faibles [12] [13] [14].

En 2005, l'OMS a lancé le Projet international sur le radon en vue de circonscrire les stratégies efficaces de réduction des effets du radon sur la santé, et de sensibiliser le public de même que le milieu politique à l'égard des conséquences à long terme de l'exposition au radon. Des participants et des collaborateurs provenant de plus de 30 pays ont travaillé de concert pour acquérir une compréhension globale d'une vaste gamme de questions liées au radon dans l'air intérieur.

Le principal produit du Projet international sur le radon de l'OMS est le *WHO handbook on indoor radon a public health perspective* [15] (manuel de l'OMS sur le radon dans l'air intérieur : une perspective de santé publique). Celui-ci est axé sur l'exposition au radon dans les maisons et met l'accent sur son incidence du point de vue de la santé publique. On y trouve des recommandations détaillées sur la réduction des risques du radon pour la santé et des options politiques viables pour la prévention et l'atténuation des risques liés au radon. L'OMS recommande que des programmes exhaustifs concernant le radon soient mis sur pied, aux endroits opportuns, de préférence en lien étroit avec les programmes de contrôle de la qualité de l'air intérieur et du tabac. Ce manuel montre la longue expérience acquise par plusieurs pays au moyen de programmes semblables sur le radon.

L'OMS propose un niveau de référence de 100 Bq/m³ pour réduire au minimum les dangers pour la santé liés à l'exposition au radon dans l'air intérieur. Cependant, s'il est impossible d'atteindre ce niveau dans les conditions existantes propres au pays, le niveau de référence choisi ne doit pas dépasser 300 Bq/m³, ce qui représente environ 10 mSv par année d'après les calculs récents effectués par la Commission internationale de protection radiologique [16]. La limite de 200 Bq/m³ de Santé Canada est inférieure à la marge du niveau de référence de 300 Bq/m³ de l'OMS.

3.3.4 Niveaux recommandés

On trouve au tableau 2 les niveaux recommandés par d'autres organismes de réglementation dans le monde.

Tableau 2 : Recommandations sur les concentrations de radon dans les résidences [4][15][16][17]

Organisme	Concentration dans les résidences (Bq/m ³)
Santé Canada	200
Organisation mondiale de la santé	100 à 300
Commission internationale de protection radiologique	300
United States Environmental Protection Agency	150
Union européenne	200

4.0 CONCENTRATIONS DE RADON AU CANADA

4.1 Concentrations de radon dans l'environnement à proximité et à distance des mines et des usines de concentration d'uranium

Les activités actuelles d'extraction et de traitement d'uranium au Canada ont lieu dans des régions éloignées et isolées du nord de la Saskatchewan. De telles activités ont également été effectuées près d'Elliot Lake, en Ontario, pendant la première moitié des années 1900. Comme le radon est un produit de désintégration de la chaîne de désintégration du radium et de l'uranium 238, les activités d'extraction et de traitement d'uranium devraient entraîner une hausse des concentrations de fond de radon dans l'atmosphère. Toutefois, aux installations d'extraction et de traitement d'uranium, la plupart des endroits sur le site et autour de celui-ci (à l'exception des zones proches de fortes sources de rayonnement), montrent des concentrations de radon situées dans une plage de moins de 1 Bq/m³ à environ 50 Bq/m³. Non loin des installations, habituellement autour des limites du site (à quelques kilomètres de la mine ou de l'usine), les concentrations de radon se rapprochent des niveaux de concentration de fond tels qu'ils sont déterminés par des sites de référence loin des installations. Ces niveaux de fond peuvent se trouver quelque part entre moins de 1 Bq/m³ et 20 Bq/m³ [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24].

On appelle « zones proches de fortes sources de rayonnement » les endroits sur un site où l'on peut trouver de plus fortes concentrations de radon. Ces zones se trouvent à proximité de différentes sources associées au fonctionnement des installations et comprennent les installations de gestion des résidus exposés ainsi que les piles de stockage du minerai. Les concentrations de radon dans ces zones proches de fortes sources de rayonnement peuvent atteindre des valeurs approximatives aussi élevées que 1 000 Bq/m³ [19][20] et rapidement descendre à des concentrations de fond à mesure qu'on s'éloigne de ces sources. Le sommaire de ces plages est présenté au tableau 3.

Tableau 3 : Plages de concentrations de radon autour des mines et des usines de concentration d'uranium

Emplacement par rapport aux installations d'extraction ou de concentration d'uranium	Plage de concentrations de radon (Bq/m ³)
Sur le site, à l'intérieur des limites	1 à 50
Aux limites du site	1 à 20
Sites de référence	1 à 20
Zones proches de fortes sources de rayonnement	1 à 1 000

4.2 Concentrations de radon dans les mines d'uranium souterraines

Comme c'est le cas pour les concentrations de radon dans les installations et autour de celles-ci, les niveaux de radon dans les mines souterraines d'uranium varient considérablement selon l'endroit, le type de méthode d'extraction, la portée des contrôles effectués sur la source de radon et la présence d'eaux de mine riches en radon, soit la plus importante source potentielle de radon dans les mines du bassin d'Athabasca dans le nord de la Saskatchewan.

Bien que certaines zones d'une mine d'uranium souterraine puissent contenir des concentrations de radon aussi faibles que 1 Bq/m³, les zones proches de fortes sources de rayonnement des mines souterraines peuvent atteindre des concentrations de radon dépassant tout juste 100 000 Bq/m³. Pour prévenir l'exposition des mineurs à des concentrations élevées de produits de désintégration du radon, des méthodes de conception et de surveillance techniques sont appliquées à ces mines en vue de limiter la production d'eaux souterraines riches

en radon et de capter le radon à la source pour une évacuation directe sous confinement. Ces méthodes de surveillance technique limitent les concentrations de radon dans les aires générales utilisées par les travailleurs des mines souterraines pour les maintenir sous le niveau de 100 Bq/m³ [18][20][22].

4.3 Concentrations de radon dans les maisons de différentes parties du pays

En 2009, Santé Canada a entrepris l'Enquête pancanadienne sur les concentrations de radon dans les habitations. Il s'agit d'un projet biennal dans le cadre duquel sont mesurés sur une période de trois mois et plus les niveaux de radon dans les foyers d'un peu partout au Canada. L'enquête vise à obtenir une meilleure compréhension des niveaux de radon afin de pouvoir mieux informer et protéger la population canadienne contre les risques à long terme de l'exposition au radon [25].

Au cours des deux années de l'enquête, quelque 18 000 participants seront recrutés par téléphone. Pendant la première année, environ 9 000 foyers ont été choisis au hasard dans l'ensemble des provinces et des territoires, et des tests de mesure du radon ont été menés au cours des périodes de chauffe automnale et hivernale de 2009-2010. En ne limitant pas l'échantillonnage aux grandes villes, Santé Canada obtiendra une meilleure perspective de la distribution géographique des niveaux de radon au Canada [25].

Santé Canada a récemment terminé l'analyse des données obtenues lors de la première année de l'Enquête pancanadienne sur les concentrations de radon dans les foyers. Alors que les niveaux de radon dans la grande majorité des foyers canadiens sont inférieurs à la ligne directrice canadienne actuelle de 200 Bq/m³, les résultats de la première année permettent de démontrer qu'environ 7 % des foyers canadiens ont des niveaux élevés de radon [25].

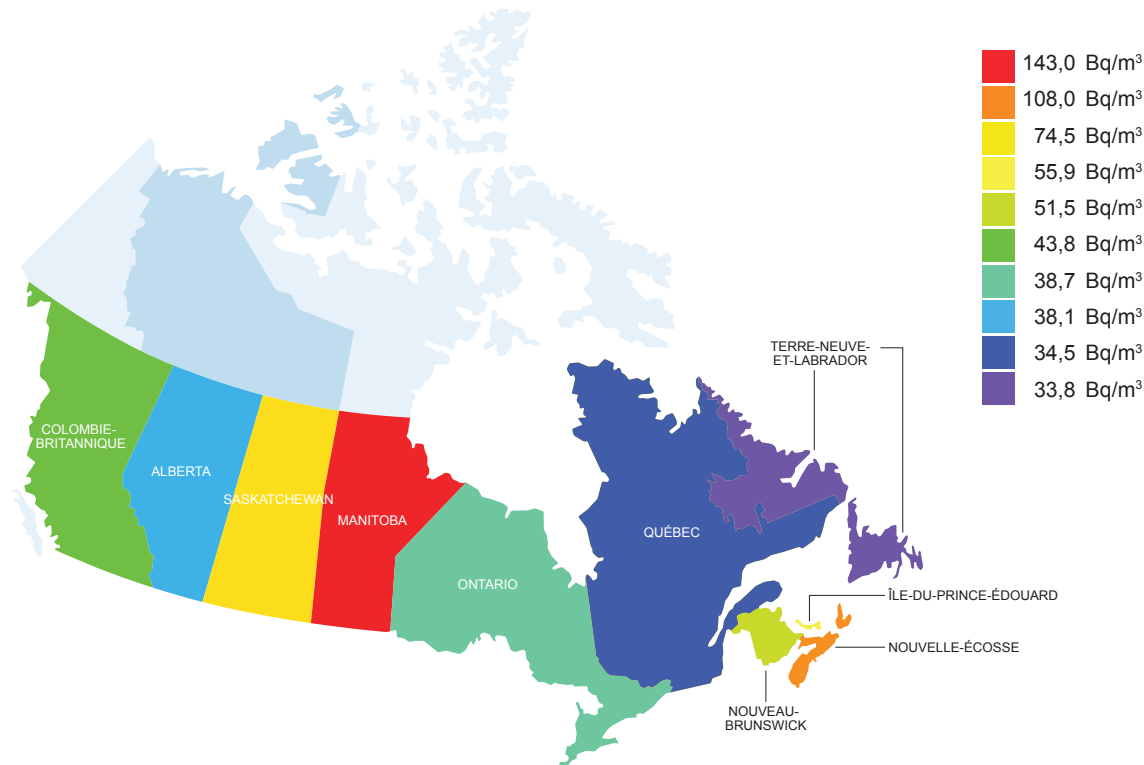
Le tableau ci-dessous illustre le pourcentage de participants dans chaque province et territoire dont les demeures affichaient des niveaux de radon inférieurs à 200 Bq/m³, variant entre 200 et 600 Bq/m³ et supérieurs à 600 Bq/m³.

Tableau 4 : Résultats de la première année par province et territoire (tableau tiré de la page Web de Santé Canada sur l'Enquête pancanadienne sur les concentrations de radon dans les habitations [25])

Province/Territoire	Inférieurs à 200 Bq/m ³	Entre 200 et 600 Bq/m ³	Supérieurs à 600 Bq/m ³
Colombie-Britannique	95,4 %	3,9 %	0,7 %
Alberta	93,1 %	6,5 %	0,4 %
Saskatchewan	84,2 %	14,2 %	1,6 %
Manitoba	76,5 %	22,1 %	1,4 %
Ontario	95,1 %	4,3 %	0,6 %
Québec	91,0 %	8,3 %	0,7 %
Nouveau-Brunswick	83,0 %	11,7 %	5,3 %
Nouvelle-Écosse	91,8 %	6,3 %	1,9 %
Île-du-Prince-Édouard	95,5 %	4,5 %	0,0 %
Terre-Neuve-et-Labrador	94,7 %	4,4 %	0,9 %
Yukon	84,1 %	10,6 %	5,3 %
Territoires du Nord-Ouest	96,0 %	4,0 %	0,0 %
Nunavut	100,0 %	0,0 %	0,0 %

Le pourcentage d’habitations dont les concentrations de radon excèdent la ligne directrice canadienne de 200 Bq/m³ est présenté ci-dessous dans un tableau afin d’offrir une représentation visuelle des résultats de la première année de cette étude. Santé Canada encourage tous les Canadiens à prendre les mesures nécessaires pour évaluer leurs habitations. Les résultats de la première année de cette étude renforcent l’importance, pour les Canadiens, de vérifier le niveau de radon dans leurs habitations. [25].

Figure 5 : Concentrations moyennes de radon dans les provinces canadiennes



La deuxième année de l’enquête est en cours et les demeures des participants seront vérifiées au cours de l’automne et de l’hiver 2010-2011. Les résultats des deux années de vérification seront rendus publics à la fin du projet. Toutes les données de l’enquête seront utilisées pour promouvoir une meilleure protection contre le radon dans les régions le plus à risque. Pour plus de renseignements, consultez la page Web de Santé Canada Enquête pancanadienne sur les concentrations de radon dans les habitations [25].

5.0 CONCLUSIONS

Le radon est une source naturelle de rayonnement résultant de la désintégration radioactive de l'uranium dans les sols et les roches. Il s'agit de la plus importante source naturelle de rayonnement à laquelle sont exposés les Canadiens et elle varie partout au pays selon la géologie de la région. On en trouve dans les mines, dans les bâtiments et les sous-sols ainsi que dans l'atmosphère en faibles concentrations. De façon générale, l'exposition au radon est très faible au Canada.

Des études réalisées au fil des ans sur les concentrations de radon auxquelles les travailleurs de mines souterraines sont exposés et sur les concentrations de radon dans les maisons ont confirmé qu'une exposition à long terme à des niveaux élevés de radon augmente le risque de développer un cancer du poumon. À l'heure actuelle, il n'existe pas de preuve convaincante ou cohérente montrant qu'une exposition au radon et aux produits de désintégration du radon cause d'autres maladies ou cancers. La fumée de cigarette demeure la principale cause de cancer du poumon.

Dans les mines d'uranium et les usines de concentration d'uranium, des méthodes de conception et de surveillance techniques sont utilisées pour capter le radon dans les zones proches de fortes sources de rayonnement en vue de limiter les expositions et les doses efficaces auxquelles sont soumis les travailleurs des mines à des niveaux nettement inférieurs aux limites d'exposition au rayonnement. Ainsi, les mesures de contrôle en place font en sorte que le risque de contracter le cancer du poumon par exposition au radon et aux produits de filiation du radon dans les mines et les usines toujours en exploitation est actuellement très faible.

La CCSN réglemente le radon dans les installations nucléaires au Canada afin de protéger les travailleurs, le public et l'environnement. Elle veille au contrôle strict de la qualité de l'air dans les mines d'uranium au moyen d'une bonne ventilation pour limiter l'exposition des travailleurs. Par conséquent, le risque de cancer du poumon pour les travailleurs des mines d'uranium et des usines de concentration d'uranium d'aujourd'hui est le même que pour la population canadienne en général. L'exposition de la population au radon qui est attribuable à des activités réglementées par la CCSN est pratiquement nulle.

En raison de la surveillance réglementaire exercée par la CCSN sur l'exposition au radon, les doses auxquelles sont exposés les travailleurs des mines d'uranium et le public demeurent faibles. Ces données nous donnent l'assurance que les Canadiens sont protégés.

6.0 GLOSSAIRE

Désintégration radioactive : Processus par lequel un atome nucléaire instable perd de l'énergie par l'émission de particules ionisantes ou de rayonnement, comme les particules alpha, bêta et les rayons gamma.

Dose : Mesure de l'exposition au rayonnement d'une personne.

Isotopes : Divers types d'atomes d'un même élément chimique, qu'on peut distinguer par le nombre différent de neutrons que contient leur noyau.

Limites du site : Périmètre qui entoure la zone dans laquelle une installation d'extraction ou de concentration d'uranium est autorisée à être en exploitation.

Période radioactive : Temps que prend une quantité de matière radioactive pour se désintégrer de moitié par rapport à sa quantité de départ.

Principe ALARA : Principe selon lequel il faut garder l'exposition aux produits de filiation du radon et les doses de rayonnement au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs sociaux et économiques.

Produit de filiation du radon : Ensemble des produits de désintégration du radon issus de la chaîne de désintégration du radon 222 (bismuth 214, plomb 214, polonium 214 et polonium 218).

Radon : Élément radioactif de source naturelle.

Rayonnement : Émission provenant d'une substance nucléaire ayant suffisamment d'énergie pour permettre l'ionisation.

Site de référence : Emplacement situé loin d'une mine ou d'une installation de concentration où les concentrations de radon dans l'atmosphère sont considérées comme correspondant à celles du rayonnement naturel ou rayonnement de fond.

7.0 SIGLES ET ACRONYMES

ALARA	niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (de l'anglais « as low as reasonably achievable »)
Bq	becquerel
CCSN	Commission canadienne de sûreté nucléaire
OMS	Organisation mondiale de la santé
PDR	produits de désintégration du radon

8.0 RÉFÉRENCES

1. Commission canadienne de sûreté nucléaire. (2010). *Le radon au sein du secteur canadien de l'uranium*. Consulté le 30 décembre 2011. http://www.nuclearsafety.gc.ca/fr/readingroom/factsheets/radon_uranium.cfm
2. Nations Unies. *Effects of Ionizing Radiation, volume I, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2006 Report to the General Assembly with Scientific Annexes A and B, United Nations sales publications E.08.IX.6, Nations Unies, New York, 2008.*
3. Santé Canada. (2000). *Lignes directrices canadiennes pour la gestion des matières radioactives naturelles (MRN)*. Consulté le 30 septembre 2010. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/norm-mrn/index-fra.php>
4. Santé Canada. (2009). *Votre santé et vous*. Consulté le 30 septembre 2010. <http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/envIRON/radon-fra.php>
5. *Règlement sur la radioprotection*. (2000). Consulté le 30 septembre 2010. <http://www.polymtl.ca/sst/docs/Reglementradioprotection.pdf>
6. Santé Canada. (2009). *Rapport de 2008 sur les radioexpositions professionnelles au Canada*. Publication de Santé Canada n° 5924, n° de catalogue H128-1/09-581F, ISBN 978-1-100-91644-6. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/occup-travail/2008-report-rapport-fra.pdf
7. Krewski, D., J.H. Lubin, J.M. Zielinski, *et al.* (2005). Residential radon and risk of lung cancer: a combined analysis of 7 North American case-control studies. *Epidemiology*, 16(2) : p. 137-145.
8. Darby, S., D. Hill, A. Auvinen, *et al.* (2005). Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ*, 330 : 223 doi: 10.1136/bmj.38308.477650.63
9. Santé Canada. *Radon*. Consulté le 30 septembre 2010. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/radon/index-fra.php>
10. Chen, J., K. Ford, T. Bliss, J. Whyte, K. Bush, D. Moir et J. Cornett. (2010) (soumis pour publication dans *Radiation Protection Dosimetry*). Achievements and current activities of the Canadian Radon Program. Bureau de la radioprotection, Santé Canada.
11. Commission internationale de protection radiologique. (1993). Protection against radon-222 at home and at work. *ICRP Publication 65*. Ann. 1529 ICRP 23(2).
12. Lubin, J.H., L. Tomasek, C. Edling, *et al.* (1997b). Estimating lung cancer mortality from residential radon using data for low exposures of miners. *Radiat. Res.*, 147 : p. 126-134.
13. National Research Council. (1998). Committee on Health Risks of Exposure to Radon. Board on Radiation Effects Research. *Health effects of exposure to radon. BEIR VI report*. National Academy Press, Washington, D.C., National Research Council.
14. Tomášek, L., A Rogel, M. Tirmarche, *et al.* (2008a). Lung cancer in French and Czech uranium miners – risk at low exposure rates and modifying effects of time since exposure and age at exposure. *Radiat. Res.*, 169(2) : p. 125-137.
15. OMS. (2009). *WHO handbook on indoor radon: a public health perspective*. Projet international sur le radon de l'OMS. http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673_eng.pdf (en anglais seulement)

16. Commission internationale de protection radiologique. *International Commission on Radiological Protection Statement on Radon*. (2009). ICRP Ref 00/902/09. Consulté le 30 septembre 2010. [http://www.icrp.org/docs/ICRP_Statement_on_Radon\(November_2009\).pdf](http://www.icrp.org/docs/ICRP_Statement_on_Radon(November_2009).pdf)
17. Santé Canada. (2006). *Rapport sur l'élaboration d'une nouvelle ligne directrice canadienne sur le radon préparé par le Groupe de travail sur le radon*.
18. Cameco Corporation. (2010). *Cigar Lake Project Annual Report 2009*.
19. Cameco Corporation. (2010). *Key Lake Operation Annual Report 2009*.
20. Cameco Corporation. (2010). *McArthur River Operation Annual Report 2009*.
21. Areva Resources Canada. (2010). *McClean Lake Operation 2009 Annual Report*.
22. Cameco Corporation. (2010). *Rabbit Lake Operation Annual Report 2009*.
23. Areva Resources Canada. (2010). *Cluff Lake Project 2009 Annual Report*.
24. Rescan. (2010). *Results of 2009 Rayrock Long-Term Monitoring Program*.
25. Santé Canada. (2010). *Enquête pancanadienne sur les concentrations de radon dans les habitations*. Consulté le 27 septembre 2010. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/radon/survey-sondage-fra.php>

