



308 P  NP

MEM30

Les enjeux de la filière uranifère au Québec

6211-08-012

The future is NU. Le nucléaire, voie de l'avenir.

## Mémoire au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement sur les enjeux de la filière uranifère au Québec

Le 30 octobre 2014

L'association nucléaire du Canada



## Table des matières

<b>I. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>II. AVANTAGES DE L'URANIUM</b>	<b>2</b>
Médecine nucléaire	2
Production d'électricité	3
<b>III. PRÉOCCUPATIONS DES COLLECTIVITÉS</b>	<b>4</b>
<b>IV. DIVERSITÉ DES POINTS DE VUE AUTOCHTONES</b>	<b>8</b>
<b>V. EXCELLENT DOSSIER EN MATIÈRE DE SÛRETÉ</b>	<b>10</b>
Santé et sécurité des travailleurs	11
Santé et sécurité de la population	14
Protection de l'environnement	15
<b>VI. RÉGLEMENTATION ET SURVEILLANCE – LE RÔLE DES PROVINCES</b>	<b>17</b>
Participation des collectivités	18
<b>VII. PERSPECTIVES POUR LA COLLECTIVITÉ</b>	<b>19</b>
<b>VIII. CONCLUSION</b>	<b>20</b>
<b>RÉFÉRENCES</b>	<b>22</b>

# Mémoire au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement sur les enjeux de la filière uranifère au Québec

## I. Introduction

L'Association nucléaire canadienne (ANC) est heureuse d'avoir la possibilité de témoigner devant le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). En écoutant les points de vue et les préoccupations des collectivités et des citoyens concernant l'exploration et la production d'uranium dans certaines régions du Québec, vous faites un travail très important.

Il y a d'abord lieu de dire quelques mots à propos de l'Association nucléaire canadienne. L'uranium est au cœur de l'industrie nucléaire nationale. Les membres de notre association – une centaine d'entreprises et d'organisations – extraient et concentrent l'uranium et utilisent ses produits dérivés à des fins pacifiques bénéfiques pour l'humanité. Ce faisant, ils procurent à des hommes et à des femmes quelque-60 000 emplois directs ou indirects, créés grâce à leur chaîne d'approvisionnement, et génèrent une activité économique se chiffrant à près de 7 milliards de dollars.

Dans notre mémoire, nous aimerions souligner les avantages de l'uranium dans le domaine de la santé humaine et de la lutte contre le changement climatique. Nous analyserons les mesures qui permettraient de calmer les inquiétudes du public face aux matières nucléaires. Les secteurs de l'extraction de l'uranium et de ses applications en médecine et dans la production d'électricité sont au nombre des secteurs particulièrement réglementés – voire les plus réglementés – au Canada. Des exigences réglementaires rigoureuses et leur application stricte en ce qui a trait aux rayonnements et au traitement des résidus miniers et des stériles assurent la sécurité des citoyens et des employés, tout en protégeant l'environnement de façon efficace sur les terres ancestrales. De fait, certains peuples et collectivités autochtones ont eux-mêmes décidé de participer à la mise en valeur et à l'utilisation de l'uranium, non seulement dans les provinces et territoires du Canada mais aussi à l'étranger. L'uranium offre également aux collectivités la possibilité d'améliorer leurs conditions de vie, leur formation et leur situation en matière d'emploi, car il demeurera un produit en demande dans le monde entier.

## II. Avantages de l'uranium

Il faudrait en premier lieu se pencher sur quelques questions fondamentales. Quel est le rôle de l'élément présent à l'état naturel appelé « uranium »? Pourquoi l'uranium devrait-il être important pour les collectivités établies sur un territoire où on en trouve? L'uranium peut-il contribuer au mieux-être de l'humanité? Peut-il aider au traitement et à la guérison de personnes frappées par la maladie? Offre-t-il un moyen pour alimenter les collectivités en électricité indispensable sans rejeter dans l'atmosphère les toxines et les gaz à effet de serre à l'origine du changement climatique?

La réponse à toutes ces questions est « oui ». L'uranium extrait du sol permet de sauver des vies. Grâce à l'uranium, on évite le rejet dans l'atmosphère de millions de tonnes de gaz nocifs. Les terres qui renferment de l'uranium sont une source de santé. Les collectivités dont le territoire renferme de l'uranium ont la possibilité de participer à la guérison de leurs semblables. En ce sens, l'uranium est un bien puissant et les gens devraient en être informés.

### ***Médecine nucléaire***

L'utilisation de l'uranium en médecine nucléaire a nettement amélioré la vie de millions de personnes dans le monde. L'uranium alimente les réacteurs nucléaires qui produisent des radio-isotopes médicaux et des produits radiopharmaceutiques permettant aux radiologistes d'effectuer des tomographies (« scans ») pour détecter et visualiser des cancers et d'autres maladies avec une précision qui permet de sauver des vies. Les radiologistes canadiens effectuent environ 30 000 tomographies à des fins de diagnostic chaque semaine – plus de 1 500 000 par an<sup>1</sup>.

En 2014, les tomographies effectuées à des fins de diagnostic auront permis de détecter près de 200 000 nouveaux cas de cancer et par le fait même de faire bénéficier les patients visés d'un traitement efficace donné à temps<sup>2</sup>. Rappelons que l'uranium est l'élément clé grâce à la production de cobalt 60 dans les réacteurs nucléaires. C'est au Canada, en 1951, que la radiothérapie au cobalt 60 a été utilisée pour la première fois dans le monde. Ce type de traitement sert à détruire ou à réduire les cellules cancéreuses. Cette année, environ 15 000 Canadiens recevront des doses de radiothérapie, ce qui améliorera leurs chances de survie.

Les Canadiens ne sont pas les seuls à pouvoir survivre grâce à la radiothérapie. On utilise des appareils au cobalt 60 partout dans le monde comme moyen fiable, simple et abordable de donner accès au traitement du cancer. Le Canada est un chef de file mondial dans le domaine : il fournit 76 000 traitements par jour, ce qui représente plus de 80 % de ces procédures<sup>3</sup>.

Sans uranium, un grand nombre de ces interventions médicales qui sauvent des vies seraient impossibles. Par exemple, plus de 80 % des tomographies effectuées au Canada misent sur la fission de l'uranium 235 dans les réacteurs nucléaires. Il est vrai que l'on peut obtenir des substances de remplacement au moyen des accélérateurs de particules ou des cyclotrons, mais ces solutions ne remplacent pas complètement les radio-isotopes produits dans les réacteurs. L'uranium demeure donc un élément essentiel de la médecine nucléaire.

### ***Production d'électricité***

L'électricité est au cœur de notre vie. Il est difficile d'imaginer un monde sans électricité. Dans de nombreuses régions du monde, la production d'électricité pour les citoyens et les collectivités représente la mesure la plus importante afin d'améliorer l'espérance de vie des populations et leur état de santé

Différentes filières permettent de produire de l'électricité. Malheureusement, nombre des sources d'énergie parmi les plus utilisées ont une teneur élevée en carbone et émettent des gaz nocifs, notamment des gaz à effet de serre. De nombreux scientifiques imputent le changement climatique et le réchauffement planétaire aux quantités croissantes de gaz à effet de serre générés par les activités humaines, notamment la production d'électricité. Comme de plus en plus de pays s'industrialisent, les émissions mondiales de dioxyde de carbone ne cessent d'augmenter et, d'après le Projet mondial sur le carbone<sup>4</sup>, elles atteindront un niveau record de 40 milliards de tonnes en 2014.

L'uranium permet de produire de l'électricité en générant très peu d'émissions de carbone grâce à l'énergie nucléaire. Cette forme d'énergie se compare aux énergies renouvelables, comme l'énergie éolienne ou hydraulique, dont les émissions de carbone sur le cycle de vie se situent au-dessous ou autour de 20 grammes par kilowattheure (g/kWh). Puisque la consommation d'électricité des habitations canadiennes se chiffre à environ 30 kWh par jour en moyenne, ces filières n'émettent qu'environ 600 grammes de dioxyde de carbone par jour par habitation, voire moins.

Toutefois, les filières éolienne, solaire et marémotrice totalisent moins de 2 % de la production d'électricité au Canada. En outre, comme leur production est intermittente, ces filières nécessitent une source d'appoint. Si l'on utilise du mazout, du diesel, du propane ou du gaz naturel à cette fin, alors les émissions augmenteront. L'énergie hydraulique génère peu d'émissions de carbone et se situe à égalité avec l'énergie nucléaire.

Il ne s'agit pas ici de s'éterniser sur la production d'électricité. Le Québec a la chance de pouvoir compter sur de nombreux barrages et cours d'eau pour produire de l'électricité. L'hydroélectricité n'est toutefois simplement pas envisageable dans de nombreuses régions du monde. Or, il en va autrement pour la production d'énergie nucléaire. Et comme le changement climatique transcende les frontières et peut avoir des effets manifestes et

irréversibles sur l'environnement et l'utilisation des terres, où qu'elles soient, il y va de notre intérêt à long terme de veiller à ce que les combustibles fossiles soient de moins en moins utilisés pour produire de l'électricité – et à ce que les filières qui génèrent très peu d'émissions de carbone, par exemple l'énergie nucléaire ou hydraulique, soient de plus en plus utilisées. Puisque l'on peut facilement accroître la production d'énergie nucléaire à un endroit donné et qu'il s'agit d'une source d'électricité fiable et abordable, elle se révèle utile dans la lutte mondiale contre le changement climatique.

Figure 1 : Émissions de carbone par kWh



Source : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, 2011.

De plus en plus, d'éminents écologistes et climatologues sont favorables à cette approche. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a récemment affirmé que l'énergie nucléaire constitue un élément clé pour assurer une alimentation en électricité à l'échelle mondiale à très faible teneur en carbone, et il a recommandé d'investir des montants considérables dans la capacité de production d'énergie nucléaire<sup>5</sup>.

Dans les régions où les modes de vie ancestraux et la relation des gens avec le territoire revêtent une grande importance – comme c'est le cas dans le nord du Québec, de la Saskatchewan et d'autres provinces du Canada –, les répercussions du changement climatique sont ressenties de façon particulièrement vive et pénible. L'extraction de l'uranium constitue donc un apport vital fourni par les populations de ces régions. L'énergie contenue dans l'uranium permet de produire de l'électricité. Il s'agit d'un outil essentiel dans la lutte mondiale contre le changement climatique.

### III. Préoccupations des collectivités

Malgré les avantages indéniables qu'il apporte à l'humanité, l'uranium suscite aussi certaines préoccupations dans la population. De nombreux observateurs mal informés adhèrent d'emblée aux allégations soulevées par les opposants au nucléaire selon lesquelles les rayonnements seraient dangereux en soi, les déchets radioactifs nous

exposeraient à une menace insurmontable et l'extraction de l'uranium bouleverserait les collectivités.

Les Cris de la baie James ont bien illustré cette approche dans leur témoignage devant le BAPE en mai 2014. Le grand chef Matthew Coon-Come a alors affirmé que l'extraction de l'uranium poserait des risques inacceptables pour la santé et l'environnement des Autochtones et qu'aucune mine d'uranium au Québec ne pourrait obtenir l'acceptation sociale<sup>6</sup>.

L'Association nucléaire canadienne respecte pleinement le droit des Cris à déterminer eux-mêmes leur position à l'égard de l'exploration et de la mise en valeur de l'uranium. Par ailleurs, d'après nous, de solides éléments probants fondés sur des faits indiquent que l'industrie nucléaire peut répondre à ces préoccupations.

L'appréhension de la population à l'égard de l'énergie nucléaire est inversement proportionnelle à la connaissance qu'elle a des effets du rayonnement. Nous menons régulièrement des sondages d'opinion publique pour vérifier les connaissances des Canadiens concernant les rayonnements – qu'ils soient d'origine naturelle ou artificielle et qu'ils soient nocifs ou non<sup>7</sup>. Or, nous constatons régulièrement que la plupart des Canadiens ne comprennent pas en quoi consistent les rayonnements et peuvent encore moins l'expliquer en détail<sup>8</sup>. En revanche, ceux qui peuvent expliquer la nature des rayonnements sont favorables à l'énergie nucléaire et à ses autres applications.

Comme la population ne comprend pas bien en quoi consistent les rayonnements, leur présence dans la nature et dans le corps humain et la recherche scientifique approfondie qui a été menée pour déterminer par consensus international les niveaux auxquels les doses de rayonnement peuvent avoir un effet nocif sur la santé humaine, on peut comprendre que les déchets radioactifs des mines d'uranium soient perçus comme un risque pour la collectivité. En réalité, toutefois, il s'agit d'un risque qui a été atténué de façon adéquate grâce à la mise au point de techniques assurant la sûreté et la sécurité. Comme la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) l'a affirmé au BAPE, « le vaste ensemble de données de surveillance et les scénarios d'exposition prudents indiquent que les rejets de radionucléides et de substances dangereuses des mines et usines de concentration d'uranium ne présentent pas de risque pour la santé publique<sup>9</sup> ».

L'extraction de l'uranium est-elle incompatible avec les utilisations ancestrales des terres? Avec l'avantage de la recherche fondée sur des données probantes, il semble qu'une mine d'uranium n'a pas plus d'effets perturbateurs que tout autre type de mine. De fait, elle pourrait même en avoir moins en raison de la surveillance et de la réglementation rigoureuses et constantes de l'industrie. On pourrait ajouter à cela les progrès considérables accomplis par l'industrie elle-même pour ramener les répercussions

sanitaires et environnementales à des niveaux bien inférieurs aux limites acceptées à l'échelle internationale.

L'Agence de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) pour l'énergie nucléaire a récemment conclu que « [traduction] les entreprises modernes d'extraction de l'uranium gèrent efficacement les effets sanitaires et environnementaux et leurs activités sont sans doute devenues l'une des formes d'activités minières les plus sécuritaires et les plus respectueuses de l'environnement dans le monde entier<sup>10</sup> ».

Il est important de souligner le rôle joué par les organismes internationaux spécialisés comme l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR), la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) ainsi que d'autres organes et institutions spécialisées du système des Nations Unies dans l'élaboration et l'amélioration continue des normes, des lignes directrices et des pratiques exemplaires dans tous les aspects de la technologie nucléaire. Par exemple, l'AIEA a produit plus de 250 documents portant sur l'extraction de l'uranium, plus précisément le cadre juridique, la sûreté nucléaire, la protection contre les effets des rayonnements ionisants et la consultation publique. Cette année, elle a élaboré au moins quatre nouveaux documents qui traitent expressément de l'extraction de l'uranium ou de la remise en état des sites.

Le Canada souscrit pleinement à ces normes internationales et il les met en œuvre. Par surcroît, il figure souvent parmi les principaux pays qui participent à l'élaboration de normes ou qui formulent des suggestions à la lumière des pratiques exemplaires de son industrie nationale de l'extraction de l'uranium. Des documents récents tels que *Managing Environmental and Health Impacts of Uranium Mining*<sup>11</sup>, publié en 2014 par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, soulignent de manière spécifique le leadership des sociétés minières canadiennes, ce qui montre au reste du monde comment il est possible d'exploiter des mines sans renoncer à la protection de l'environnement ou à la sécurité des travailleurs et de la population ou bien de remettre en état des sites miniers pour les ramener à leur état naturel après le déclassement. En fait, la surveillance réglementaire fédérale et provinciale ainsi que les techniques d'assurance de la conformité pour l'extraction d'uranium sont reconnues à l'échelle mondiale – et on les enseigne ou on en fait la démonstration au bénéfice d'autres organismes de réglementation des États-Unis, de l'Asie centrale, de l'Australie et de l'Afrique du Sud.

De son côté, l'AIEA a droit d'accès aux mines d'uranium canadiennes en vertu du Protocole additionnel à l'Accord applicable aux garanties conclu avec le Canada. Son travail consiste à vérifier la nature pacifique des travaux qui y sont réalisés. À cette fin, les inspecteurs de l'AIEA font des observations visuelles, prélèvent des échantillons dans l'environnement,

utilisent des appareils pour détecter et mesurer les rayonnements, apposent des sceaux et d'autres dispositifs d'identification et mécanismes inviolables. Ainsi, d'une part, notre industrie de l'extraction de l'uranium est sous l'œil vigilant de l'AIEA et, d'autre part, ses pratiques sont d'une qualité telle qu'elles servent de modèle pour l'élaboration de normes internationales rigoureuses en vue d'assurer une extraction de l'uranium sécuritaire et respectueuse de l'environnement.

### ***L'uranium canadien – pas une source de prolifération d'armes nucléaires***

Certains observateurs formulant des commentaires sur l'exploration et l'extraction de l'uranium au Québec ont laissé entendre que les exportations d'uranium pourraient servir à la fabrication d'armes nucléaires ou contribuer d'une manière ou d'une autre à la prolifération de ces armes.

Des mécanismes de contrôle rigoureux sont en place pour empêcher que l'uranium canadien destiné à des fins civiles et pacifiques soit détourné vers des utilisations viles et illégales.

Pour exporter de l'uranium, il faut détenir un permis délivré par la Commission canadienne de sûreté nucléaire sur les conseils du ministère des Affaires étrangères, du Commerce et du Développement. L'uranium sera exporté uniquement si l'exportation proposée répond à toutes les exigences canadiennes rigoureuses en matière de non-prolifération nucléaire. Un accord de coopération nucléaire doit avoir été conclu avec le pays importateur et être en vigueur. Ces mesures obligent le pays importateur à se conformer au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) en s'assurant que le matériel canadien sera utilisé uniquement à des fins pacifiques. Elles définissent aussi des « dispositions administratives » grâce auxquelles le Canada a l'assurance que son uranium est utilisé de façon appropriée. Ces dispositions sont étayées par la Liste des marchandises d'exportation contrôlée, qui indique aux exportateurs éventuels canadiens les marchandises dont l'exportation est autorisée ou non par la loi.

La Commission canadienne de sûreté nucléaire surveille les accords de coopération nucléaire, tandis que l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) surveille les obligations incombant à l'État importateur en vertu du TNP. Ensemble, ils donnent aux Canadiens une assurance solide que les matières comme l'uranium ne sont pas détournées pour servir à la fabrication d'armes illégales. D'ailleurs, l'expertise du Canada en matière d'extraction de l'uranium et de réglementation en lien avec la surveillance et la gestion de l'utilisation de l'uranium est reconnue dans la sphère internationale. À l'heure actuelle, l'AIEA demande – et reçoit – l'aide de Cameco pour l'élaboration de procédures visant à améliorer l'inspection des mines d'uranium dans d'autres pays.

## IV. Diversité des points de vue autochtones

Les positions adoptées par les Autochtones concernant l'exploration et l'extraction de l'uranium varient considérablement, si bien qu'aucun point de vue ne fait l'unanimité parmi eux à ce sujet. Certains groupes autochtones ont choisi d'empêcher l'exploration et l'extraction de l'uranium, tandis que d'autres profitent pleinement des mines d'uranium en raison de leur potentiel de développement économique.

Par exemple, le Nunavut, territoire autonome administré par les Inuits, étudie actuellement la demande d'AREVA portant sur une mine dont la production estimative se chiffre à 130 000 000 lb près du lac Baker. S'il était approuvé, le projet Kiggavik créerait 750 emplois dans le secteur de la construction et en consoliderait 400 dans le secteur minier pendant plus de dix ans. Il générerait des revenus estimatifs de 1 milliard de dollars pour les gouvernements et l'organisation inuite Nunavut Tunngavik Inc.<sup>12</sup>.

*L'Énoncé de politique du gouvernement du Nunavut concernant l'uranium énonce cinq conditions que doit respecter tout promoteur d'un projet d'extraction d'uranium :*

1. L'uranium extrait au Nunavut devra être utilisé à des fins pacifiques et respectueuses de l'environnement.
2. Les Nunavummiut doivent être les principaux bénéficiaires des activités de développement liées à l'exploration et à l'exploitation de l'uranium.
3. La santé et la sécurité des travailleurs participant au développement des gisements d'uranium et de tous les Nunavummiut doivent être protégées conformément aux normes nationales en vigueur au Canada.
4. Les normes environnementales devront être respectées lors de l'exploration et l'exploitation de l'uranium, tout particulièrement en ce qui a trait aux terres, aux ressources hydriques et aux ressources fauniques.
5. L'exploration et l'exploitation de l'uranium doivent recevoir l'appui des Nunavummiut, tout particulièrement des collectivités situées à proximité des sites d'exploration et d'exploitation<sup>13</sup>.

Dans une économie territoriale entièrement dominée par les dépenses du secteur public, la perspective d'une création d'emplois soutenue à long terme dans le secteur privé s'est révélée très attrayante. C'est d'ailleurs ce qui ressort du témoignage du premier ministre Peter Taptuna devant un comité sénatorial en 2012, alors qu'il était ministre du Développement économique du Nunavut : « Parallèlement à nos efforts de développement de l'énergie hydroélectrique renouvelable, nous espérons que des sources d'énergie plus

conventionnelles, comme le pétrole, le gaz naturel et l'uranium, contribueront à transformer notre économie en plein développement<sup>14</sup>. »

Des perspectives similaires se dessinent au Groenland, également un territoire autonome administré par les Inuits. En octobre 2013, le Parlement du Groenland a levé un moratoire remontant à 25 ans sur l'exploration et l'extraction de l'uranium. Depuis, le gouvernement du Groenland a mis en œuvre une stratégie pétrolière et minérale en vertu de laquelle il s'engage à établir un cadre réglementaire pour l'extraction de l'uranium, un système de contrôles à l'exportation et un système pour mettre en œuvre les garanties de l'AIEA<sup>15</sup>. Par la suite, après avoir effectué un relevé pour évaluer 66 zones susceptibles de renfermer des gisements d'uranium, la commission géologique du Danemark et du Groenland a conclu que 28 sites offraient un potentiel élevé ou très élevé<sup>16</sup>. Pour mettre les choses en perspective, signalons que l'Institut danois des études stratégiques a estimé que le Groenland pourrait se hisser parmi les 10 premiers pays producteurs d'uranium, voire parmi les cinq premiers<sup>17</sup>.

En Saskatchewan, on a répondu à la question de savoir si les Autochtones peuvent bénéficier des retombées concrètes de l'exploration et l'extraction de l'uranium.

La société Cameco, dont le siège social est établi à Saskatoon, en Saskatchewan, est l'entreprise du secteur de l'uranium cotée en bourse la plus importante dans le monde. Cette société, qui entretient avec les Autochtones des relations exemplaires, cherche activement à connaître le point de vue et les préoccupations des habitants et des collectivités vivant sur les terres où l'uranium est découvert et extrait. Elle a ainsi beaucoup appris sur le savoir autochtone et la façon de protéger les utilisations ancestrales du territoire. Son équipe de direction consulte constamment les collectivités du nord de la Saskatchewan.

Cameco entretient avec les Autochtones des relations fondées sur le respect et la consultation. Il s'agit de relations à long terme ouvertes, sérieuses et mutuellement bénéfiques qui permettent aux collectivités d'en apprendre davantage sur l'entreprise et de lui faire rendre des comptes dans des tribunes libres<sup>18</sup>. Les membres de la collectivité sont encouragés à poser des questions et à exprimer leurs préoccupations, le cas échéant, concernant l'extraction de l'uranium et son incidence sur l'environnement, la main-d'œuvre et les conditions de travail ou encore sur la chasse et la pêche et d'autres activités traditionnelles. Par ailleurs, l'entreprise peut bénéficier de la grande sagesse du milieu, qui s'avère une véritable mine de renseignements sur la façon dont les collectivités considèrent leurs relations avec la Terre et les éléments naturels qu'elle recèle. C'est pourquoi les collectivités autochtones de la région peuvent bénéficier des retombées économiques que l'extraction de l'uranium met à leur disposition avec dignité et respect.

Vingt et un pour cent des 3 600 employés de Cameco et 5 % de ses dirigeants sont autochtones, ce qui fait de l'entreprise le principal employeur industriel d'Autochtones au Canada. AREVA, autre entreprise dominante de l'industrie de l'extraction de l'uranium, compte aussi de nombreux employés autochtones. Ensemble, Cameco et AREVA emploient plus de 1 600 résidents du nord de la Saskatchewan, principalement des Cris, des Dénés et des Métis<sup>19</sup>. Ces deux entreprises ont créé et financé des bourses et d'autres initiatives de formation à l'intention des jeunes de la province, consacrant ainsi 340 500 \$ pour offrir de meilleures perspectives aux jeunes autochtones des régions nordiques.

L'industrie de l'extraction de l'uranium stimule grandement le développement économique dans le nord de la Saskatchewan. Manufacturiers et Exportateurs du Canada a indiqué en 2012 que les deux sociétés minières avaient consacré 331 millions de dollars en 2010 au titre des salaires et avantages sociaux des employés. Sur ce montant, elles ont versé 96 millions à des résidents du Nord, qui représentaient environ 50 % des travailleurs de leurs sites miniers.

En plus de créer des emplois directs, Cameco a acquis auprès d'entreprises établies dans le Nord ou appartenant à des Autochtones plus de 70 % des produits et services dont elle avait besoin<sup>20</sup>. Pour vous donner une idée de l'ampleur de la stimulation économique dans le nord de la Saskatchewan, les achats de produits et services de l'industrie de l'uranium en 2011 se sont chiffrés à 1,08 milliard de dollars, dont 43 % (464 millions) au profit d'entreprises établies dans la région.

Cette approche adoptée par l'industrie de l'uranium a été reconnue à maintes reprises. Au cours des cinq dernières années, Cameco a été nommée au palmarès des meilleurs employeurs canadiens pour la diversité, en reconnaissance de son engagement à traiter tous ses employés avec équité et respect<sup>21</sup>. L'entreprise a également reçu à trois reprises la plus haute distinction décernée par le Conseil canadien pour le commerce autochtone, le prix or, pour son programme progressiste de relations avec les Autochtones<sup>22</sup>. Depuis 2009, elle a versé 24 millions de dollars à des organisations et à des groupes communautaires de la région où elle exerce ses activités. En 2010, son usine de raffinage de Blind River a conclu avec la Première nation Mississauga du nord de l'Ontario un accord en vertu duquel les deux parties s'engageaient à unir leurs efforts au bénéfice de la collectivité. En 2003, Cameco a créé et financé la Chaire de recherche Cameco sur la santé autochtone à la fondation du Royal University Hospital à Saskatoon.

## **V. Excellent dossier en matière de sûreté**

De nos jours, l'extraction de l'uranium se démarque des autres activités minières par son dossier très enviable au chapitre de la sûreté et du respect de l'environnement. Cela

s'explique par le fait qu'il s'agit d'une industrie particulièrement réglementée, voire la plus réglementée, au Canada.

Pourquoi l'industrie de l'uranium fait-elle l'objet d'une réglementation et d'une surveillance aussi strictes? Ce qui distingue principalement les mines d'uranium des autres types de mines ce sont les rayonnements. C'est pourquoi cette industrie est soumise à une réglementation et à une surveillance particulièrement rigoureuses et c'est aussi pourquoi son dossier en matière de santé et de sécurité est meilleur que celui de toute autre industrie minière comparable.

Comme l'a signalé cette année l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, « [traduction] dans les pays qui imposent des exigences réglementaires appropriées et qui ont mis en place un organisme de réglementation doté d'un personnel qualifié, les entreprises prospères élaborent des stratégies novatrices pour gérer toutes les répercussions éventuelles de l'extraction et du traitement de l'uranium sur les travailleurs, les collectivités et l'environnement<sup>23</sup> ».

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), organisme autonome qui relève du Parlement, réglemente et autorise les activités de l'industrie de l'extraction de l'uranium au pays. Sa mission consiste à préserver la santé, la sûreté et la sécurité des Canadiens, à protéger l'environnement, à respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Pour atteindre ces objectifs, la CCSN s'assure que l'industrie se conforme à sa réglementation rigoureuse.

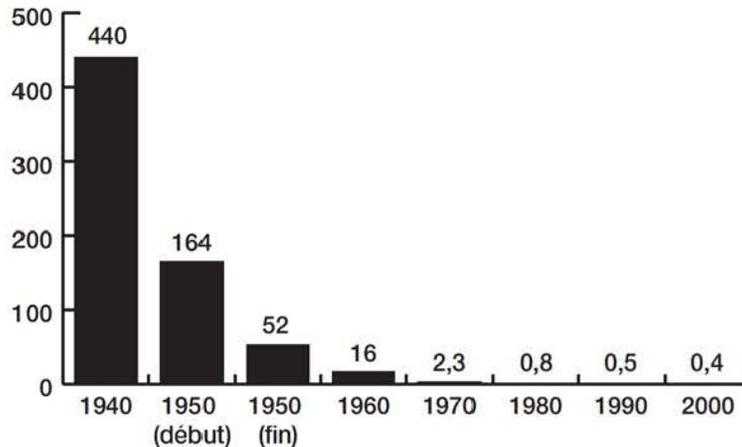
La CCSN délivre un permis pour chacune des étapes du cycle de vie des mines et des usines de concentration d'uranium, depuis la préparation de l'emplacement jusqu'au déclassement et à l'abandon, en passant par la construction et l'exploitation. Elle effectue régulièrement des inspections pour s'assurer que les exigences sont respectées. Dans son rapport public le plus récent, le personnel de la CCSN déclare que « chaque établissement réglementé a satisfait, en 2012, au rendement attendu en matière de santé et de sécurité du public et des travailleurs, sur le plan de la protection de l'environnement, ainsi qu'à l'égard des obligations internationales du Canada<sup>24</sup> ».

### ***Santé et sécurité des travailleurs***

Dans l'industrie de l'uranium, comme dans toutes les autres industries minières, la santé et la sécurité au travail sont de compétence provinciale et, par le fait même, les mines d'uranium sont assujetties aux mêmes lois que toute autre mine. Par ailleurs, la radioactivité de l'uranium nécessite un niveau de protection supplémentaire pour les mineurs, la population et l'environnement. C'est la CCSN, l'organisme de réglementation fédéral, qui assure cette protection.

Une réglementation efficace, des méthodes de travail sûres et des technologies de ventilation modernes ont transformé l'extraction de l'uranium pour en faire l'une des activités professionnelles les plus sûres. Les mauvaises conditions de travail qui existaient il y a longtemps – souvent invoquées par les détracteurs de l'industrie – sont vraiment chose

Figure 2 : Niveaux d'exposition aux produits de filiation du radon dans les mines souterraines en unités alpha-mois, Canada, de 1940 à 2000



Source : CCSN, *Le radon et la santé*, 2012

du passé.

Comment peut-on prouver ces affirmations? La meilleure façon, c'est de se pencher sur les valeurs reconnues dans la sphère internationale en ce qui a trait aux effets de la radioexposition au fil du temps et au seuil à partir duquel on observe un effet nocif pour la santé.

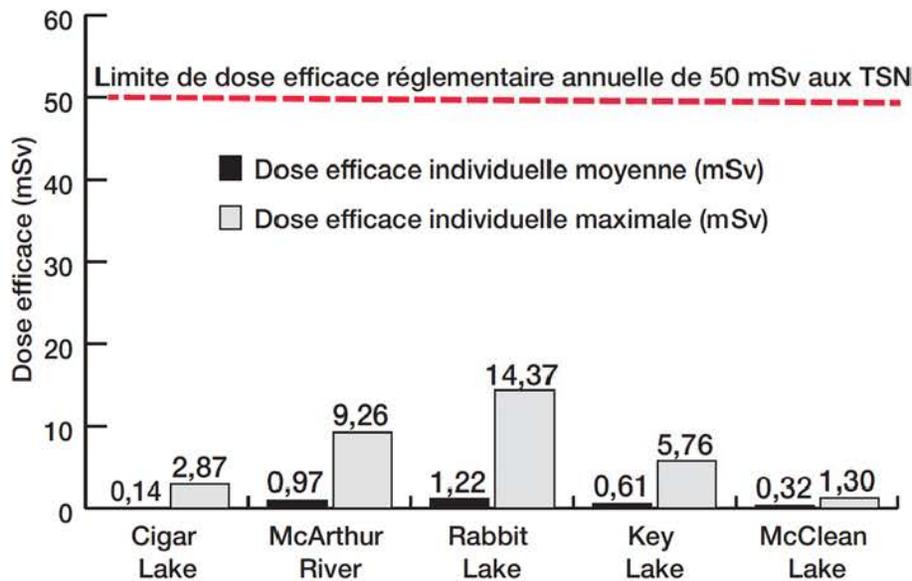
Après de vastes recherches, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a déterminé en 1990 qu'une dose de rayonnement de 100 millisieverts par an (mSv/an) constitue l'exposition la plus faible à partir de laquelle on pourrait faire la démonstration d'une augmentation de l'incidence du cancer. En-deçà de ce seuil, on n'a observé aucune augmentation de l'incidence du cancer<sup>25</sup>.

Pour les travailleurs des mines d'uranium, l'organisme de réglementation nucléaire canadien établit des normes de sûreté encore plus rigoureuses en réduisant de 50 % la limite de dose. Le CCSN a fixé la limite de dose efficace pour ces travailleurs à 50 mSv par an et à 100 mSv pour une période de cinq ans. À des fins de comparaison, la limite de dose efficace pour la population est de 1 mSv/an<sup>26</sup>.

Il est possible de montrer et de documenter que l'industrie de l'uranium respecte amplement les limites prévues pour les travailleurs du nucléaire. Ce rendement

opérationnel fait l'objet d'une surveillance et de vérifications minutieuses par la CCSN et les organismes de réglementation provinciaux (voir la figure 3.)

**Figure 3 : Comparaison des doses efficaces moyennes et maximales reçues par les travailleurs du secteur nucléaire dans les mines et usines de concentration d'uranium en 2012**



Source : CCSN, *Rapport du personnel de la CCSN sur le rendement des installations du cycle du combustible d'uranium et des installations de traitement : 2012*

L'excellent rendement de l'industrie de l'uranium en matière de sûreté est d'autant plus remarquable si l'on prend en compte la teneur élevée en uranium du minerai de la Saskatchewan. Par exemple, le minerai extrait de la mine de McArthur River a une teneur en octaoxyde de triuranium ( $U_3O_8$ ) de 15,8 % en moyenne, soit une valeur nettement supérieure au rendement de 0,1 % généralement obtenu dans les autres grandes mines d'uranium dans le monde<sup>27</sup>. Pour mettre ces données en perspective, mentionnons que la concentration d'uranium à la mine de McArthur River est environ 150 fois plus élevée que la moyenne mondiale – or, le rendement de l'entreprise au chapitre des limites de dose demeure bien en-deçà des limites réglementaires.

Le dossier de sûreté très enviable de l'industrie de l'extraction va au-delà de radioprotection. Il englobe également tous les aspects de la sécurité au travail – comme l'a souligné l'Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole en décernant à Cameco à trois reprises depuis 2000 le Trophée national John T. Ryan pour la sécurité.

La Commission des accidents du travail de la Saskatchewan a déterminé clairement que les travailleurs des mines souterraines en roche dure, particulièrement les mines d'uranium, affichent un taux d'accidents avec perte de temps bien inférieur à celui observé chez leurs homologues travaillant dans la plupart des autres types de mines de même que chez les fonctionnaires, les travailleurs de l'industrie de la construction et les travailleurs agricoles de la province<sup>28</sup>.

### ***Santé et sécurité de la population***

Les activités d'exploration et d'extraction de l'uranium n'augmentent pas le niveau de radon ou de rayonnement dans l'environnement à l'extérieur du site minier. D'après la CCSN, « le niveau de radon à proximité des mines d'uranium est semblable aux niveaux naturels de radon mesurés dans l'environnement. L'exposition de la population au radon en raison des activités réglementées par la CCSN est pratiquement nulle<sup>29</sup> ».

Il est important de comprendre ce point, on allègue fréquemment que les mines d'uranium pourraient avoir un effet nocif sur la santé de personnes vivant à proximité. Certains chercheurs médicaux ne semblent pas savoir que la surveillance des mines indique systématiquement qu'il n'y a aucun rejet toxique.

Nous nous expliquons. L'an dernier, le Collège des médecins de famille du Canada a informé ses membres que « les études canadiennes [avaient] établi un lien entre le cancer du poumon chez les travailleurs des mines d'uranium et la radioexposition<sup>30</sup> ». Les études en question avaient été menées auprès d'hommes ayant travaillé aux mines Beaverlodge et Port Uranium entre 1932 et 1980. À l'époque, on comprenait mal la sûreté dans les mines d'uranium et on ne l'assurait pas de façon efficace. Les pratiques de sûreté étaient extrêmement différentes de ce qu'elles sont maintenant. Ces études historiques ont révélé un taux élevé de cancer du poumon chez les mineurs. Leurs auteurs n'ont toutefois recueilli aucune donnée sur l'usage du tabac ou les autres facteurs de risque de cancer. Ils ont ainsi fait abstraction d'un aspect important, car l'usage du tabac est associé à plus de 85 % des cas de cancer du poumon au Canada<sup>31</sup>.

Récemment, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a publié une étude sur les mines d'uranium dans laquelle les chercheurs ont passé sous silence de nombreux faits importants et introduit plusieurs erreurs dans le débat public. Ces erreurs sont pleinement documentées dans un mémoire distinct présenté au BAPE par le Dr Michel Plante, ex-médecin responsable à la centrale nucléaire Gentilly 2 d'Hydro-Québec<sup>32</sup>. L'Association nucléaire canadienne avait retenu les services du Dr Plante pour examiner l'étude de l'INSPQ.

Citons à titre d'exemple une erreur ayant trait au niveau de radioexposition de la population. En estimant les risques pour la santé auxquels sont exposées les personnes

vivant à proximité d'une mine d'uranium, l'INSPQ a utilisé une approche épidémiologique. Or, les études épidémiologiques examinent les tendances et les effets de l'état de santé et des états pathologiques afin de cerner les facteurs de risque de maladie.

L'élément clé de cette approche est le lien de cause à effet – la capacité de conclure qu'un facteur particulier a causé un résultat particulier. Par exemple, une étude épidémiologique pourrait montrer que les personnes vivant à proximité d'une mine sont plus susceptibles que leurs concitoyens de contracter une maladie donnée. Mais elle ne peut établir aucun lien de cause à effet entre le cancer et la mine. Une expérience scientifique s'impose en pareil cas – une expérience comparant à population exposée avec un groupe témoin qui n'a pas été exposé.

L'INSPQ a également omis de signaler qu'aucune personne vivant à proximité du site d'une mine d'uranium canadienne n'a jamais été exposée à une dose supérieure à 0,01 mSv, soit une exposition égale à 0,01 % de la dose à partir de laquelle les probabilités de cancer commencent à augmenter de façon mesurable.

### ***Protection de l'environnement***

Comme d'autres mines de métaux, les mines d'uranium doivent gérer en toute sécurité les stériles, contenir les résidus miniers, traiter efficacement l'eau utilisée dans les procédés d'extraction et de concentration et remettre en état les terrains touchés une fois l'extraction terminée.

Les mines d'uranium doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale approfondie avant le début de la construction. Des études de référence documentent l'état de l'environnement avant le projet, cernent les effets éventuels et déterminent les mesures d'atténuation connexes.

En règle générale, les programmes de surveillance prévoient des essais environnementaux – air, eau, végétaux et animaux – à proximité d'une mine et en aval. La qualité de l'eau rejetée dans l'environnement, les émissions dans l'atmosphère et le rendement des installations de gestion des déchets font aussi l'objet d'une étroite surveillance.

Si les stériles sont stockés en surface, ils peuvent produire un lixiviat acide susceptible de libérer des métaux lourds dans l'environnement. Des tests sont effectués pour caractériser tous les stériles et déterminer le type de mesures requises pour les stocker en toute sécurité en surface. Au besoin, l'eau de ruissellement des aires de stockage des stériles est recueillie et traitée en vue d'en éliminer les contaminants. Des couvercles et des systèmes de drainage spéciaux sont également mis en place pour limiter le ruissellement et réduire toutes les répercussions environnementales.

Les résidus miniers sont des déchets solides générés par le traitement du minerai d'uranium ainsi que de fins résidus chimiques des installations de traitement de l'eau. Ils renferment généralement des métaux lourds, par exemple de l'arsenic, du cadmium, du cobalt, du cuivre, du molybdène, du nickel, du plomb, du sélénium et du zinc. Ces résidus contiennent également des radionucléides comme l'uranium, le thorium 230, le radium 226, le plomb 210 et le polonium 210. Les mines d'uranium modernes utilisent des installations techniques conçues de manière à contenir les résidus miniers en toute sécurité au cours de la vie utile d'un établissement et pendant des milliers d'années après le déclassement.

Les résidus des usines de concentration d'uranium peuvent aussi être placés en toute sécurité dans des installations de stockage en surface conçues à cette fin. Ce type d'installation tire parti du terrassement pour contenir les résidus, tandis que la gestion du ruissellement permet d'éviter la diffusion des contaminants. Ces installations peuvent être déclassées sur place en toute sûreté et y demeurer sans danger pour l'environnement pendant de très longues périodes.

Avant d'être rejetées dans l'environnement, toutes les eaux usées des procédés d'extraction et de concentration subissent un traitement visant à éliminer les contaminants.

Dans son rapport de 2012 portant sur le secteur, la CCSN confirme l'excellent rendement de l'industrie de l'uranium sur ces aspects : « En 2012, tous les rejets d'effluents traités dans l'environnement provoqués par des activités autorisées d'extraction et de concentration d'uranium respectaient les limites de rejet fixées dans les permis d'exploitation de la CCSN33 ». De plus, comme le montre la figure 4, l'industrie se compare avantageusement aux secteurs d'extraction de métaux de base, de métaux précieux et de fer sur le plan de la conformité au *Règlement sur les effluents des mines de métaux*.

**Figure 4 : Pourcentage des mines conformes au REMM par secteur, de 2007 à 2011**

Secteur minier	Année				
	2007	2008	2009	2010	2011
Uranium	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Métaux communs	67 %	60 %	58 %	65 %	65 %
Métaux précieux	74 %	80 %	79 %	87 %	70 %
Fer	50 %	67 %	50 %	20 %	33 %
Toutes les mines métallières	71 %	71 %	69 %	75 %	67 %

## VI. Réglementation et surveillance – le rôle des provinces

Les mines et les usines de concentration d'uranium sont assujetties à des règlements environnementaux fédéraux et provinciaux. Rappelons que l'industrie minière relève de la compétence des provinces. C'est en raison de la présence de rayonnements – aussi faibles soient-ils – que le gouvernement fédéral intervient. La province joue toutefois un rôle important. Ainsi, elle exerce un contrôle des permis et des licences à toutes les étapes, établit les exigences pour le déclassé et la remise en état et détient des garanties financières versées par les sociétés minières pour s'assurer que ces activités se concrétiseront.

En Saskatchewan, l'extraction de l'uranium doit être autorisée par la province sous le régime de la *Environmental Management and Protection Act 2002*. L'autorisation provinciale prévoit de nombreuses exigences de protection de l'environnement, notamment l'obligation de produire tous les cinq ans un rapport sur l'état de l'environnement, qui compare les résultats issus de la surveillance avec les résultats prévus pour chaque mine. Les projets proposés sont également assujettis à la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*.

Le ministère de l'Environnement de la Saskatchewan inspecte régulièrement les mines et les usines de concentration. Par exemple, Cameco a fait l'objet en 2013 de 12 inspections – à Rabbit Lake (deux), à McArthur River (quatre), à Cigar Lake (trois) et à Key Lake (trois)<sup>34</sup>. Le ministère réglemente également l'exploration de l'uranium et donne des indications dans les lignes directrices sur l'exploration minérale pour la Saskatchewan<sup>35</sup>.

En Saskatchewan, la santé et la sécurité dans l'industrie de l'extraction de l'uranium sont régies par les *Occupational Health and Safety Regulations 1996* et les *Mines Regulations 2003* de la province. Le ministère des Relations et de la Sécurité en milieu de travail fait régulièrement des inspections de sécurité dans les mines. En 2013, Cameco a été soumise à 24 inspections – à Rabbit Lake (huit), à McArthur River (six), à Cigar Lake (huit) et à Key Lake (deux).

Les activités de déclassé sont régies par les lignes directrices du ministère de l'Environnement pour le déclassé et la remise en état des mines dans le nord de la Saskatchewan. À titre d'exemples d'activités de déclassé et de remise en état progressives terminées et en cours sur le site de mines d'uranium en Saskatchewan, citons les travaux effectués dans les zones d'exploitation à ciel ouvert A, D et B à la mine de Rabbit Lake de Cameco.

Qui plus est, les *Mineral Industry Environmental Protection Regulations* exigent que tous les exploitants de mines dans la province fournissent une garantie financière pour le déclassement et la remise en état de leur site minier en entier. Le montant de la garantie financière est fondé sur un scénario hypothétique de « déclassement le lendemain » selon lequel l'exploitant cesserait d'exister et ne pourrait donc pas satisfaire à ses obligations en matière de déclassement et de remise en état. Le montant est revu et actualisé tous les cinq ans ou plus souvent si un exploitant apporte des modifications importantes à une mine ou à une usine de concentration. En 2013, les garanties financières pour les cinq installations de la Saskatchewan totalisaient 568,5 millions de dollars.

Lorsqu'un exploitant a terminé les activités de déclassement et de remise en état à la satisfaction des organismes de réglementation, il peut restituer son site à la province en vertu du Programme de contrôle institutionnel, qui a été créé en vertu de la *Reclaimed Industrial Sites Act*. Cette fois encore, il y a des garanties financières. L'exploitant doit donner en garantie des fonds suffisants pour couvrir le futur coût de surveillance et d'entretien du site. Il ne peut simplement mettre fin à ses activités et quitter les lieux. L'engagement de la société minière se poursuit bien après le déclassement et la remise en état. Il est financé par des fonds considérables et surveillé par la province.

### ***Participation des collectivités***

En plus de se conformer pleinement aux lois et règlements fédéraux et provinciaux, les producteurs d'uranium ont pris des mesures supplémentaires sur une base volontaire pour s'assurer que les collectivités et les administrations publiques provinciales et municipales comprennent les décisions concernant l'extraction et la concentration de l'uranium et puissent les influencer.

Par exemple, en Saskatchewan, les entreprises de l'industrie de l'uranium sont régulièrement en contact avec le Comité de la qualité de l'environnement du nord de la Saskatchewan pour permettre aux résidents du Nord d'observer personnellement les mesures de protection de l'environnement prises par l'industrie. Les membres du Comité sont nommés par les collectivités nordiques elles-mêmes. Ils collaborent avec l'industrie et le gouvernement pour s'assurer que toutes les activités minières prennent en compte les besoins et les aspirations des personnes qui sont le plus touchées par les activités industrielles.

Le Comité de la qualité de l'environnement reçoit un appui technique et organisationnel du Secrétariat de surveillance des mines du Nord, organisme provincial dont font partie la CCSN et plusieurs ministères provinciaux compétents. En outre, cinq mines d'uranium dans la province sont certifiées ISO 14001 et leurs exploitants se conforment volontairement à

une série de normes internationales qui assurent une bonne performance environnementale et la prévention de la pollution.

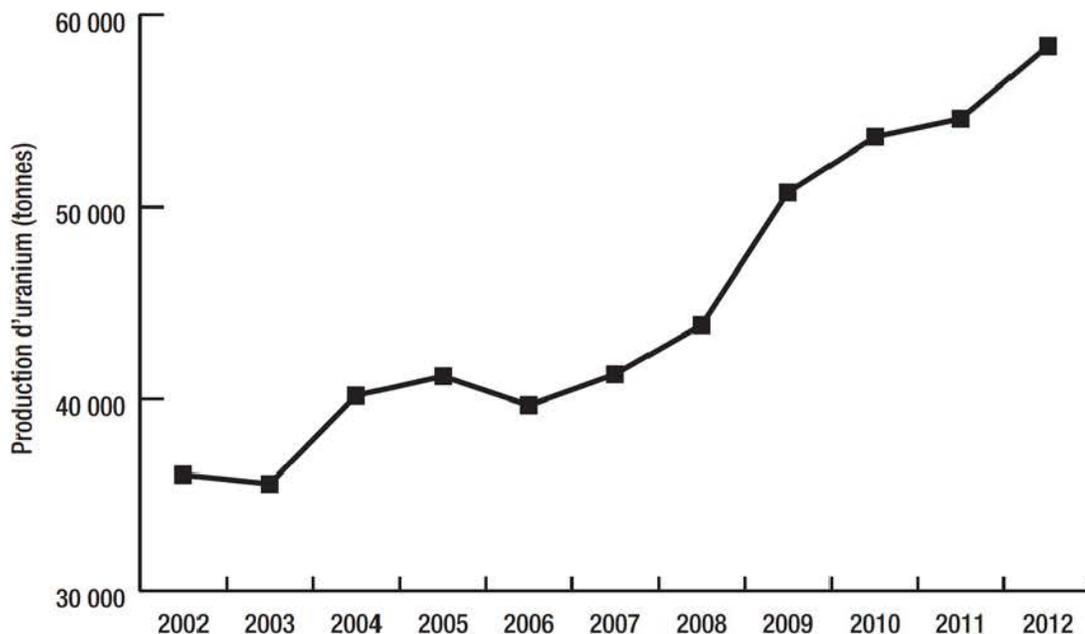
## VII. Perspectives pour la collectivité

L'extraction de l'uranium est-elle viable sur le plan économique pour la collectivité? L'exploration et la mise en valeur de l'uranium convaincront-elles la collectivité que ces activités génèrent des retombés économiques concrètes pour les résidents de la région et leur famille, en particulier en offrant des emplois, une formation et des possibilités aux jeunes? Bien qu'il soit difficile de faire des prédictions précises à cet égard, certains indicateurs clés permettent d'envisager une croissance soutenue du marché de l'uranium.

Selon les perspectives énergétiques mondiales établies par ExxonMobil, la demande d'électricité augmentera de 90 % entre 2010 et 2040 et cette hausse sera principalement attribuable aux pays en développement. La consommation d'électricité d'origine nucléaire devrait doubler au cours de cette période<sup>36</sup>. Si c'est le cas, il faudra de l'uranium pour alimenter les réacteurs qui produiront cette électricité. Ainsi, il y a tout lieu de croire à une demande soutenue d'uranium.

Les données du marché mondial de l'uranium permettent également de penser que la demande demeurera forte. Entre 2002 et 2012, la production mondiale d'uranium a augmenté de 62 % (voir la figure 5). À la lumière des prévisions fiables de la demande d'énergie au cours des prochaines décennies, la croissance devrait se poursuivre.

Figure 5 : Production mondiale d'uranium, de 2002 à 2012



Source : Association nucléaire mondiale.

D'où vient la demande d'uranium? À l'heure actuelle, on compte 436 réacteurs nucléaires en exploitation répartis dans 30 pays à l'échelle planétaire. En outre, 71 réacteurs sont en construction, dont cinq aux États-Unis. Les autorisations et le financement de projets ont été obtenus pour 174 réacteurs supplémentaires et des propositions ont été présentées pour 301 autres<sup>37</sup>. D'après ces données et les projets de construction prévus, l'industrie de l'extraction de l'uranium peut s'attendre à une forte demande et à des perspectives de croissance vigoureuse.

On peut en déduire que l'uranium produit dans une mine au Québec ou dans d'autres régions du Canada trouvera des acheteurs, ce qui signifie une source de revenus pour la collectivité au fil du temps. La planification et l'investissement pour l'avenir de la collectivité et de la population pourront reposer sur une assise économique solide.

## VIII. Conclusion

L'uranium présente manifestement des avantages pour l'humanité dans les domaines de la médecine nucléaire et de la production d'électricité. Ainsi, les technologies médicales faisant appel à l'uranium permettent de sauver et d'améliorer des millions de vie et contribueront sans nul doute à de nouvelles avancées à mesure que l'innovation se poursuivra dans le domaine nucléaire. En ce qui a trait à la production d'électricité, l'uranium s'avère une source d'électricité sécuritaire, fiable et abordable qui génère très peu d'émissions de gaz à effet de serre responsables du changement climatique.

En matière de sûreté, l'industrie de l'extraction de l'uranium affiche un rendement exemplaire, comme en témoignent les résultats des inspections régulières dont elle fait l'objet et les nombreuses distinctions qu'elle a obtenues. La production d'uranium est régie par un cadre réglementaire qui permet aux gouvernements provinciaux d'exercer pleinement les pouvoirs qui leur sont dévolus dans leurs domaines de compétence.

Si le Québec permettait l'exploration et la mise en valeur de l'uranium, il exercerait le même pouvoir décisionnel que son gouvernement provincial applique à tous les autres types de mines. Comme nous l'avons vu en Saskatchewan, l'organisme de réglementation fédéral assurerait la radioprotection avec efficacité. Cette approche éprouvée reposant sur la collaboration, appliquée aux mines au cas par cas, assure la sécurité des travailleurs et de la population ainsi que la protection de l'environnement.

La première étape de l'engagement auprès des collectivités en ce qui a trait à l'extraction de l'uranium consiste à les sensibiliser aux avantages de l'uranium sur le plan de la santé, de l'économie et de la lutte contre le changement climatique. Les audiences du BAPE ont révélé que bien des gens au Québec ne sont pas au courant de ces avantages ou ne sont pas à même de les reconnaître. La commission du BAPE peut aider la population à mieux comprendre les tenants et aboutissants de l'extraction de l'uranium en recommandant une

approche qui permettra aux collectivités et aux citoyens québécois d'examiner – et d'approfondir – les options qui permettraient à l'industrie de l'extraction de l'uranium d'exercer ses activités de façon prospère, sécuritaire et responsable dans leur région. L'élaboration et le maintien de cette approche passent par une consultation et un débat sérieux se déroulant dans le respect.

## Références

<sup>1</sup> [www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/brgtherap/activit/fs-fi/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/brgtherap/activit/fs-fi/index-fra.php)

<sup>2</sup>

[www.cancer.ca/~media/cancer.ca/CW/cancer%20information/cancer%20101/Canada\\_n%20cancer%20statistics/Canadian-Cancer-Statistics-2014-FR.pdf](http://www.cancer.ca/~media/cancer.ca/CW/cancer%20information/cancer%20101/Canada_n%20cancer%20statistics/Canadian-Cancer-Statistics-2014-FR.pdf)

<sup>3</sup>Énergie atomique du Canada ltée. *La pénurie d'isotopes médicaux en 2009 et 2010 : cause, effets et considérations futures*. Cité dans [www.parl.gc.ca/content/lop/researchpublications/2009-04-f.htm](http://www.parl.gc.ca/content/lop/researchpublications/2009-04-f.htm)

<sup>4</sup> Le Quéré, C., R. Moriarty, R. M. Andrew et coll. « Global Carbon Budget 2014 », *Earth Systems Science Data*, 7, p. 521-610, 2014.

<sup>5</sup> Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. *Résumé à l'intention des décideurs – Changements climatiques 2014, Atténuation du changement climatique. Contribution du Groupe de travail au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel et J.C. Minx (sous la dir. de)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, NY, États-Unis.

<sup>6</sup> [www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/TRAN1.pdf](http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/TRAN1.pdf)

<sup>7</sup> Les rayonnements peuvent être d'origine naturelle ou artificielle. De nombreux types de rayonnements causent peu d'effets nocifs, voire aucun, par exemple les rayons ultraviolets et les signaux de télévision. Seuls les rayonnements ionisants peuvent provoquer des maladies chroniques comme le cancer.

<sup>8</sup> Innovative Research Group. *2014 Nuclear Attitudes Report*, août 2014.

<sup>9</sup> Commission canadienne de sûreté nucléaire. *Les rejets des mines et usines de concentration d'uranium dans l'environnement posent-ils un risque pour la santé de la population?*, présentation au BAPE, le 17 septembre 2014.

<sup>10</sup> Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, *Managing the Environmental and Health Impacts of Uranium Mining*. p. 13.

<sup>11</sup> [www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2014/7062-mehium.pdf](http://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2014/7062-mehium.pdf)

<sup>12</sup> Mémoire présenté par AREVA à la Commission du Nunavut chargée de l'examen des répercussions. [http://kiggavik.ca/wp-content/uploads/2013/04/Kiggavik\\_DoubleSided\\_Factsheet\\_March2012\\_sm.pdf](http://kiggavik.ca/wp-content/uploads/2013/04/Kiggavik_DoubleSided_Factsheet_March2012_sm.pdf)

<sup>13</sup> Gouvernement du Nunavut. *Énoncé de politique du gouvernement du Nunavut concernant l'uranium*. [www.gov.nu.ca/sites/default/files/634758736252383817-1979414285-gn\\_uranium\\_policy\\_statement\\_fre.pdf](http://www.gov.nu.ca/sites/default/files/634758736252383817-1979414285-gn_uranium_policy_statement_fre.pdf)

<sup>14</sup> [www.parl.gc.ca/content/sen/committee/411%5CENEV/17EVB-49411-f.HTM](http://www.parl.gc.ca/content/sen/committee/411%5CENEV/17EVB-49411-f.HTM)

<sup>15</sup>

[http://naalakkersuisut.gl/~media/Nanoq/Files/Publications/Raastof/ENG/Greenland%20oil%20and%20mineral%20strategy%202014-2018\\_ENG.pdf](http://naalakkersuisut.gl/~media/Nanoq/Files/Publications/Raastof/ENG/Greenland%20oil%20and%20mineral%20strategy%202014-2018_ENG.pdf)

<sup>16</sup> [www.geus.dk/geus-general/announcements/mimarapport2014-01.pdf](http://www.geus.dk/geus-general/announcements/mimarapport2014-01.pdf)

<sup>17</sup> [http://subweb.diis.dk/graphics/Publications/Policybriefs2012/PB\\_should-Greenland-mine%20its%20uranium\\_web.pdf](http://subweb.diis.dk/graphics/Publications/Policybriefs2012/PB_should-Greenland-mine%20its%20uranium_web.pdf)

<sup>18</sup>

[www.cameco.com/sustainable\\_development/2012/supportive\\_communities/case\\_studies/aboriginal\\_engagement/](http://www.cameco.com/sustainable_development/2012/supportive_communities/case_studies/aboriginal_engagement/)

<sup>19</sup> [www.saskmining.ca/uploads/general\\_files/24/sma\\_general-fact-sheet-2014.pdf](http://www.saskmining.ca/uploads/general_files/24/sma_general-fact-sheet-2014.pdf)

<sup>20</sup> Manufacturiers et Exportateurs du Canada. *The Economic Benefits of Canada's Uranium Mining Industry*, septembre 2012.

<sup>21</sup> Cameco. *Cameco Again Recognized as a Top Diversity Employer*.

[www.cameco.com/media/news/cameco-again-recognized-as-a-top-diversity-employer](http://www.cameco.com/media/news/cameco-again-recognized-as-a-top-diversity-employer)

<sup>22</sup>

[www.cameco.com/sustainable\\_development/2012/about\\_cameco/relationships\\_and\\_partnerships/](http://www.cameco.com/sustainable_development/2012/about_cameco/relationships_and_partnerships/)

<sup>23</sup> Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire. *Managing Environment and Health Effects in Uranium Mining*, p. xx

<sup>24</sup> Commission canadienne de sûreté nucléaire. *Rapport sur le rendement des installations du cycle du combustible d'uranium et des installations de traitement*. Ottawa, 2014.

[www.suretenucleaire.gc.ca/pubs\\_catalogue/uploads\\_fre/CNSC-Report-Performance-Canadian-Uranium-Fuel-Cycle-Processing-Facilities-2012-fra.pdf](http://www.suretenucleaire.gc.ca/pubs_catalogue/uploads_fre/CNSC-Report-Performance-Canadian-Uranium-Fuel-Cycle-Processing-Facilities-2012-fra.pdf)

<sup>25</sup> Commission internationale de protection radiologique. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, 1991.

<sup>26</sup> [www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-health-effects.cfm](http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-health-effects.cfm)

- 
- <sup>27</sup> Cameco. *McArthur River/Key Lake*. [www.cameco.com/businesses/uranium-operations/canada/mcarthur-river-key-lake](http://www.cameco.com/businesses/uranium-operations/canada/mcarthur-river-key-lake); Association nucléaire mondiale. *Uranium Mining Overview*. [www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Mining-of-Uranium/Uranium-Mining-Overview/](http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Mining-of-Uranium/Uranium-Mining-Overview/)
- <sup>28</sup> Commission des accidents du travail de la Saskatchewan. *Statistical Supplement 2011*, p. 6-7.
- <sup>29</sup> [www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/mythbusters/index.cfm](http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/mythbusters/index.cfm)
- <sup>30</sup> [www.cfp.ca/content/59/5/e215.full](http://www.cfp.ca/content/59/5/e215.full)
- <sup>31</sup> [www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/health/health-studies/eldorado/index.cfm](http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/health/health-studies/eldorado/index.cfm)
- <sup>32</sup> Michel Plante, MD. *Revue technique : Document SAN6 - BAPE 6211-08-012*.
- <sup>33</sup> CCSN, *Rapport du personnel de la CCSN sur le rendement des installations du cycle du combustible d'uranium et des installations de traitement : 2012*, p. 18.
- <sup>34</sup> Information communiquée à l'ANC par la société Cameco.
- <sup>35</sup> Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan. *Mining Exploration Guidelines for Saskatchewan*, 2012.
- <sup>36</sup> ExxonMobil. *The Outlook for Energy: A View to 2040*, 2014. [http://cdn.exxonmobil.com/~/\\_media/Reports/Outlook%20For%20Energy/2014/2014-Outlook-for-Energy-low-resolution.pdf](http://cdn.exxonmobil.com/~/_media/Reports/Outlook%20For%20Energy/2014/2014-Outlook-for-Energy-low-resolution.pdf)
- <sup>37</sup> Association nucléaire mondiale. *World Nuclear Power Reactors and Uranium Requirements*. <http://world-nuclear.org/info/Facts-and-Figures/World-Nuclear-Power-Reactors-and-Uranium-Requirements/>

[FIN DU DOCUMENT]



# REVUE TECHNIQUE

DOCUMENT PR3 - BAPE 6211-08-012

Les enjeux de la filière uranifère au Québec

---

RHEM Technologies Inc.  
125 River Road  
Grand-Mère (QUÉBEC) G9T 5K4

Tel. : 819-371-5874  
[www.rhem.ca](http://www.rhem.ca)



CLIENT | ASSOCIATION NUCLÉAIRE CANADIENNE  
OTTAWA, ONTARIO

# REVUE TECHNIQUE

**DOCUMENT PR3 - BAPE 6211-08-012**  
**Les enjeux de la filière uranifère au Québec**

VERSION : 1.0

---

JUILLET 2014 | CNA-1401-RPT-001

# ASSURANCE QUALITÉ

## Autorisation

Client	Association Nucléaire Canadienne	
Titre	<b>REVUE TECHNIQUE - DOCUMENT PR3 - BAPE 6211-08-012</b>	
Rapport #	CNA-1401-RPT-001	
Version	1.0	
Préparé par	- Michel R. Rhéaume, Physicien, SHP, FNCA - John D. Charlton, ing., géologue professionnel	
Vérifié par	Michel R. Rhéaume, Physicien, SHP, FNCA	
Approuvé par		

## Suivi des versions

Version	Nature des changements	Par	Date
0.1	Développement	Michel R. Rhéaume	4-juin-2014
0.2	Développement	John D. Charlton	16-juin-2014
0.3	Revue/Version préliminaire	Michel R. Rhéaume	22-juin-2014
0.4	Intégration des commentaires	Michel R. Rhéaume	12-juillet-2014
0.5	Intégration des commentaires	Michel R. Rhéaume	13-juillet-2014
1.0	Version finale	Michel R. Rhéaume	14-juillet-2014

## SOMMAIRE EXÉCUTIF

L'association nucléaire canadienne (ANC) a retenu les services de RHEM Technologies Inc., une firme spécialisée dans le domaine de la radioprotection et de la sûreté nucléaire pour les différentes activités industrielles et commerciales reliées à l'utilisation ou la transformation de matières radioactives, pour réaliser la revue technique du document PR3 « Étude sur l'état des connaissances, les impacts et les mesures d'atténuation de l'exploration et de l'exploitation des gisements d'uranium sur le territoire québécois » déposé dans le cadre de la commission d'enquête du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement sur les enjeux de la filière uranifère au Québec (BAPE 6211-08-012), afin d'en évaluer le contenu technique et produire des commentaires basés sur l'expérience de cette industrie minière, particulièrement au Canada.

Les résultats de la revue technique sont présentés dans ce rapport sur deux volets. Le premier volet fournit les commentaires d'ordre général sur le rapport et le second, les commentaires spécifiques sur chacun des chapitres.

Le rapport préparé par le DIVEX (diversification de l'exploration minérale au Québec) appuyé par l'FRQNT (Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies), à l'intention du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP) et du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) est un rapport technique préparé par une équipe de très haut calibre, très bien documentée et dont la crédibilité et le professionnalisme ne fait aucun doute. Pour faire état des connaissances, des impacts et des mesures d'atténuation de l'exploration et de l'exploitation des gisements d'uranium, les auteurs ont utilisé de nombreuses références. Plus de 50 % des références sont issues d'organismes de réglementation nucléaires, comme la Commission canadienne de sûreté nucléaire du Canada (CCSN) ou de l'Institut de la radioprotection et de la sûreté nucléaire (IRSN) en France, ou d'autres nationalement ou internationalement reconnus dans le domaine. Plus spécifiquement, la revue technique a permis de constater que :

Le phénomène de la radioactivité est bien présenté au chapitre intitulé : l'uranium et l'environnement. Ce chapitre précise bien que l'uranium et ses descendants sont des éléments importants de l'environnement naturel de l'homme. Il décrit également les types de rayonnements produits ainsi que leur caractéristique radiologique, par contre quelques précisions doivent être apportées relativement aux effets des rayonnements sur les êtres vivants.

Au chapitre 2, les caractéristiques chimiques de l'uranium et sa mobilité dans l'environnement sont décrites en détail.

Le chapitre 3 décrit quant à lui succinctement les utilisations de l'uranium. Entre autres, il est souligné que l'uranium sert à la production d'électricité dans les centrales nucléaires et il est clairement signalé que le potentiel énergétique de l'uranium est considérable. Ce dernier est comparé au pétrole, et au charbon. Un kilogramme d'uranium naturel permet de faire fonctionner un radiateur de 1 kW pendant plus de 14 ans, tandis qu'un kilogramme de pétrole le ferait chauffer 12 heures, et un kilogramme de charbon, 6 heures. Nul doute des avantages énergétiques de l'uranium. Il est également signalé qu'il existe de nombreux réacteurs de recherche plus de 280 dans le monde, 7 au Canada et un à l'Université de Montréal (École Polytechnique). Par contre, bien que les auteurs n'oublient pas de signaler que plusieurs applications utilisant les réacteurs nucléaires permettent de produire des radio-isotopes utilisés de façon routinière en médecine, en agriculture et en alimenta-

tion, malheureusement ils ont oublié de préciser que tous les jours en médecine à travers le monde, ces isotopes sont utilisés en prévention, au diagnostic et au traitement de maladies et qu'ils contribuent à sauver de nombreuses vies.

L'industrie uranifère au Québec décrite dans le chapitre 4, est plutôt une description des activités nucléaires au Québec en ce qui concerne les mines, mais sans distinction des compagnies impliquées dans l'uranium et les autres comme les terres rares, le niobium, etc. Ce chapitre décrit aussi certaines activités au Canada, particulièrement les sites de production d'électricité utilisant des réacteurs nucléaires. Il termine en décrivant le site de stockage du combustible irradié dans les CANSTOR et des déchets de faibles et moyennes activités à l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) de Gentilly-2. Par contre, il est rapporté que le combustible irradié y est stocké, avant d'être retraité. Or, il n'est nullement question de retraiter le combustible irradié au Canada. Concernant la gestion à long terme des combustibles irradiés, il n'y a également aucune mention que le Canada a mandaté la Société de gestion des déchets nucléaires (SDGN) d'implanter la solution adoptée par le gouvernement après une consultation exhaustive de tous les Canadiens, consultation qui a duré plus de trois ans.

Le chapitre 5 se veut un résumé complet du présent statut des connaissances de l'état actuel des gisements d'uranium ainsi que des développements futurs au niveau du potentiel d'uranium additionnel au Québec, et ce, basé sur les modèles géologiques. Cependant, les réserves exploitables des gisements de l'uranium comme coproduit, résidus miniers et métallurgiques ont été surévaluées. La présente revue technique a effectué une réévaluation qui réduit de 66 % ces réserves, ce qui entraîne une diminution de l'inventaire des ressources minérales en uranium au Québec à 107,115 tonnes au lieu des 314,851 tonnes, rapportées au chapitre 5. Malgré ce fait, le Québec occupe une position moyenne en potentiel de production à court terme, derrière les juridictions comme la Saskatchewan, le Kazakhstan, l'Australie, la Namibie, le Niger, et les États-Unis. Présentement les gisements de Type-Otish moyenne-teneur tiennent le plus haut potentiel à court terme pour la production. Le potentiel des nouvelles découvertes pour ce type de gisement est important. En terme de perspective moyenne à long terme, sur une base mondiale comparative, le Québec démontre un haut potentiel pour les types gisements magmatiques, brèches ferrugineuses cuivre-or (IOCG), et métasomatiques/pegmatites. Le Québec deviendra de plus en plus compétitif sur le plan mondial pour ces types de gisements d'uranium.

Au chapitre 6, les processus d'autorisation et d'obtention des permis pour les différentes phases d'un projet de mine d'uranium, de l'obtention des claims, à l'exploration en surface, en vrac et jusqu'à son exploitation jusqu'à sa fermeture et son abandon sont présentés de façon détaillée. Il est résumé dans un tableau, les différentes lois applicables pour ces différentes phases, aussi bien québécoises que fédérales. En effet, les dispositions législatives et réglementaires encadrant l'activité minière sont de compétence provinciale. Au Québec, elles sont appliquées principalement par le MRN et le MDDEFP, depuis avril 2014, le ministère du Développement durable environnement et lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). Mais lorsque le projet minier est une mine d'uranium ou une mine dont le produit secondaire exploitable est de l'uranium, le processus fédéral, en vertu de la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), administré par la CCSN, prend effet à partir de l'exploration en vrac. Il est important de souligner que la CCSN considère que l'exploration en surface effectuée pour trouver de l'uranium est exempte des dispositions de la LSRN parce qu'elle présente peu de risque. Par contre, il est très important de préciser que les auteurs oublient de mentionner que pour une mine dont les résidus contiennent de l'uranium, par exemple une mine de terres rares, tant et aussi longtemps que l'uranium de ces résidus n'est pas exploité, l'uranium présent est considéré comme un NORM, c'est-à-dire en français un matériel radioactif d'occurrence naturelle. La mine est alors considérée comme tous les autres types de

mines et n'est pas soumise aux règlements de la CCSN. Par conséquent, puisque cette mine n'est pas reconnue comme une mine de terres rares ou d'uranium, elle n'est donc pas soumise au moratoire actuel.

La présente revue technique du chapitre 7 a permis de constater que l'*Inventaire des Impacts Potentiels de la Filière Uranifère* est une revue informative de tout cet aspect de l'exploration, de l'extraction et du raffinement de l'uranium, et que les auteurs présentent bien les mesures de protection de l'environnement qui devraient être mises en place afin de réduire les impacts sur les travailleurs, le public et l'environnement. Ils font un bref retour historique et présentent les mesures de protection et d'atténuation actuellement en vigueur et certaines pistes d'amélioration. Les auteurs fournissent dans ce chapitre quelques exemples pour justifier leur position, mais ils auraient pu étayer davantage par des exemples contemporains de l'expérience des dernières années de l'exploitation des mines et des usines de traitement en Saskatchewan, basés sur les évaluations réalisées par la CCSN. En effet, la Commission canadienne de sûreté nucléaire produit régulièrement des rapports d'évaluation de rendement. Par exemple, elle a publié en 2014 le rapport suivant : Rapport du personnel de la CCSN sur le rendement des installations du cycle du combustible d'uranium et des installations de traitement : 2012. Les exemples de la Saskatchewan présentés dans ce rapport sont des plus pertinents puisque l'exploitation des mines ou des usines de traitement éventuelles au Québec seront soumises, en plus des différents règlements québécois, aux mêmes exigences réglementaires fédérales de la CCSN.

Au chapitre 8, les auteurs présentent les mesures de protection de l'environnement qui sont mises en place afin de réduire les impacts sur les travailleurs, le public et l'environnement. Ils font état que par le passé, des impacts notables associés à l'industrie minière, sur l'environnement et sur la santé des travailleurs, ont été constatés. Les procédures appliquées à l'échelle internationale étaient très différentes des normes actuelles, et l'impact des substances radioactives sur la santé et sur l'environnement était méconnu. Les résultats présentés provenant de sources officielles (Santé Canada et la CCSN) démontrent bien que la majorité des moyens proposés pour réduire la dose aux travailleurs, au public et les impacts sur l'environnement sont utilisés de façon routinière au Canada, que même des techniques novatrices y ont été développées dans le cadre d'un processus d'amélioration continue et de l'application du principe ALARA, de l'acronyme anglais « As Low As Reasonably Achievable ». Le chapitre termine par une description des règlements de transport de matières radioactives en vigueur au Canada, sans toutefois fournir des statistiques que démontreraient que ce type de transport dont de nombreuses expéditions sont effectuées tous les jours, est l'un des types de transport le plus sécuritaire.

Finalement, sans miner la crédibilité de ce rapport, quelques corrections, omissions et ajouts sont soulignés dans des commentaires spécifiques pour chacun des chapitres, dont voici quelques exemples :

- ✓ Au chapitre 2, pour les effets stochastiques sur la santé des rayonnements ionisants, on avise que ces effets se produisent à long terme suivant une certaine probabilité, et qu'il n'existe pas de seuil sous lequel il est possible d'affirmer qu'aucun effet n'aura lieu. Cependant, les auteurs oublient de mentionner qu'un tel seuil pourrait exister. On omet également de dire que la relation linéaire qui permet d'évaluer les risques a justement été établie pour des raisons de précaution pour les faibles doses.

- ✓ Au chapitre 6, on constate aussi que l'acceptation sociale d'un projet minier comme l'uranium devient un enjeu très important nonobstant le fait qu'il se réalise en territoire autochtone ou non. Le rapport aurait pu mettre un peu plus d'emphase sur cette question.
- ✓ Dans le processus d'autorisation d'une mine d'uranium, on précise que des études d'impacts en vertu des règlements applicables de la province et de ceux du niveau fédéral seront exigées pour les différentes étapes du cycle uranifère. Des directives seront émises par les autorités pour en préciser notamment : la raison d'être du projet, les variantes du projet, la description du milieu biophysique et humain, les impacts du projet, les mesures d'atténuation envisagées, les mesures d'urgence ainsi que les programmes de surveillance et de suivi. On oublie de préciser qu'une évaluation des impacts socio-économique de réaliser ou de ne pas réaliser le projet, est un facteur important à considérer, tout comme son acceptation sociale.

Bref, les auteurs de la présente revue technique sont accord avec la majorité des conclusions du rapport, mais ils souhaitent tout de même souligner particulièrement les points suivants :

- ✓ Au Québec, l'exploration et l'exploitation des ressources minérales sont régies principalement par la Loi sur les mines et la Loi sur la qualité de l'environnement qui relèvent, respectivement, du MRN et du MDDEFP aujourd'hui le MDDELCC. De plus, dans le cas de l'uranium, s'ajoutent des lois canadiennes, car les substances radioactives sont une compétence fédérale exclusive. Cette compétence est balisée par la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaire, laquelle établit la CCSN qui doit superviser l'exploitation ainsi que le déclassement des installations et la restauration du site à la fin des travaux. La mise en exploitation de toute mine d'uranium doit par conséquent être autorisée par le MRN, le MDDEFP et la CCSN.
- ✓ Les lois et règlements en place au Québec et au Canada visant les aspects environnementaux et de radioprotection sont reconnus comme exemplaires à l'échelle internationale et se basent sur des concepts scientifiques démontrés. Leur respect et leur application demeurent le meilleur outil pour réduire les impacts potentiels de l'exploration et de l'exploitation des ressources uranifères au Québec.

En terminant, voici quelques conclusions supplémentaires qui auraient pu être ajoutées au rapport :

- ✓ Les études d'impact environnemental nécessaires à l'obtention des permis devraient avoir une évaluation socio-économique de réaliser ou de ne pas réaliser le projet.
- ✓ Que les autres types de mines qui n'exploitent pas le minerai d'uranium, comme les terres rares, ne sont pas frappés par le moratoire sur les mines d'uranium.
- ✓ Que l'industrie minière de l'uranium au Canada est citée en exemple à plusieurs reprises quant à sa qualité de son exploitation, à l'utilisation de techniques innovatrices pour s'assurer de la protection des travailleurs, du public et de l'environnement.
- ✓ Que l'industrie minière de l'uranium a su intégrer ses activités économiques et sociales aux préoccupations économiques et sociales des communautés nordiques et autochtones.

# TABLE DES MATIÈRES



1. INTRODUCTION	9
2. COMMENTAIRES D'ORDRE GÉNÉRAL	11
3. COMMENTAIRES SPÉCIFIQUES	15
3.1 CHAPITRE 1 - INTRODUCTION	15
3.2 CHAPITRE 2 - L'URANIUM ET LA RADIOACTIVITÉ	16
3.3 CHAPITRE 3 - L'URANIUM DANS LA SOCIÉTÉ	17
3.4 CHAPITRE 4 - L'INDUSTRIE URANIFÈRE AU QUÉBEC	18
3.5 CHAPITRE 5 - LES RESSOURCES URANIFÈRES AU QUÉBEC	19
3.6 CHAPITRE 6 - PERMIS ET AUTORISATIONS AU QUÉBEC	22
3.7 CHAPITRE 7 - INVENTAIRE DES IMPACTS POTENTIELS	24
3.8 CHAPITRE 8 - MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	25
4. CONCLUSION	29



# 1 INTRODUCTION

L'association nucléaire canadienne (ANC) a retenu les services de RHEM Technologies Inc., une firme spécialisée dans le domaine de la radioprotection et de la sûreté nucléaire pour les différentes activités industrielles et commerciales reliées à l'utilisation ou la transformation de matières radioactives, pour réaliser la revue technique du document PR3 « Étude sur l'état des connaissances, les impacts et les mesures d'atténuation de l'exploration et de l'exploitation des gisements d'uranium sur le territoire québécois » déposé dans le cadre de la commission d'enquête du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement sur les enjeux de la filière uranifère au Québec (BAPE 6211-08-012), afin d'en évaluer le contenu technique et produire des commentaires basés sur l'expérience de cette industrie minière, particulièrement au Canada.

L'ANC est un organisme à but non lucratif créé en 1960 qui représente l'industrie nucléaire au Canada et favorise le développement et l'essor des technologies nucléaires à des fins pacifiques. L'ANC compte parmi ses membres des sociétés productrices d'uranium, des fabricants de réacteurs, des entreprises de services publics, des cabinets d'ingénierie, des banques, des syndicats, des ministères fédéraux et provinciaux ainsi que des établissements d'enseignement. L'association a comme objectif entre autres : de favoriser la collaboration entre les entreprises de services publics, les établissements d'enseignement, les ministères et organismes gouvernementaux et les organismes de réglementation qui ont un intérêt commun dans le développement des utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire et des radio-isotopes.

Le contenu de ce rapport présente l'expertise et l'expérience de l'équipe multidisciplinaire de RHEM Technologies Inc. et des membres de l'ANC provenant de l'industrie minière de l'uranium.

Les résultats de cette revue technique sont présentés dans ce rapport en deux volets. Le premier volet fournit les commentaires d'ordre général sur le rapport et le second, les commentaires spécifiques sur chacun des chapitres.



## 2 COMMENTAIRES D'ORDRE GÉNÉRAL

Le rapport préparé par le DIVEX (diversification de l'exploration minérale au Québec) appuyé par l'FRQNT (Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies), à l'intention du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP) et du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) est un rapport technique préparé par une équipe de très de haut calibre, très bien documentée et dont la crédibilité et le professionnalisme ne fait aucun doute. Tous les auteurs sont membres d'une association professionnelle et sont titulaires d'un poste dans une grande université québécoise.

Pour faire état des connaissances, des impacts et des mesures d'atténuation de l'exploration et de l'exploitation des gisements d'uranium, les auteurs ont utilisé de nombreuses références. Plus de 50 % des références sont issues d'organismes de réglementation nucléaires, comme la Commission canadienne de sûreté nucléaire du Canada (CCSN) ou de l'Institut de la radioprotection et de la sûreté nucléaire (IRSN) en France, ainsi que de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), ou encore de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), Santé Canada ou d'un comité des Nations-Unies, comme « United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation » (UNSCEAR) et de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Tous ces organismes ont un personnel de professionnels qui forment des équipes multidisciplinaires et qui possèdent les connaissances et l'expérience dans tout le cycle d'application de l'industrie nucléaire et particulièrement dans le domaine des impacts de la radiation sur les humains, les êtres vivants et l'environnement de façon générale.

Ces organismes internationaux (CIPR, AIEA, OMS) recommandent les mesures de protection et de prévention qui sont adoptées par les organismes de réglementation nationaux, comme la CCSN et IRSN et qui en font des lois et règlements. L'application de cette réglementation permet de s'assurer que toutes les activités du cycle de l'industrie nucléaire, de l'exploration à l'exploitation des mines d'uranium, à son raffinage, ainsi que dans l'exploitation des différentes technologies qui en font usage, sont réalisées de façon sécuritaire dans le but de protéger les travailleurs, le public et son environnement.

Ceci dit, concernant le titre donné au rapport préparé par le DIVEX, celui n'est pas totalement approprié. En effet, lorsqu'il est identifié que le document traite des impacts et des mesures d'atténuation de l'exploration et de l'exploitation des gisements d'uranium sur le territoire québécois, il faudrait plutôt mentionner qu'il fait la revue des impacts et des mesures d'atténuation des différents gisements dans le monde et qu'en se basant sur ces expériences, les auteurs font leurs recommandations pour l'exploration et l'exploitation des futures mines du Québec. Il faut bien comprendre qu'au Québec, il n'y a aucune mine d'uranium en exploitation et seulement des sites où se fait de l'exploration de surface. Un seul site, celui de MATOUSH de Strateco est rendu à réaliser une phase d'exploration souterraine. Or, il faut insister sur le fait que le gisement Matoush a atteint la phase de préfaisabilité. Cette firme a obtenu le permis de la CCSN, mais pas encore du MDDEFP, depuis avril 2014, le ministère du Développement durable environnement et lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

Quant à la partie traitant des ressources minières en uranium du Québec, dans ce rapport, elle se veut un résumé complet du présent statut des connaissances de l'état actuel des gisements

d'uranium ainsi que des développements futurs au niveau du potentiel d'uranium additionnel au Québec basé sur les modèles géologiques. Cependant, les réserves exploitables des gisements de l'uranium comme coproduit, résidus miniers et métallurgiques ont été surévaluées. Or, la présente revue technique a effectué une évaluation qui réduit de 66 % ces réserves, ce qui entraîne une diminution de l'inventaire des ressources minérales en uranium au Québec à 107,115 tonnes au lieu des 314,851 tonnes rapportées au chapitre 5.

Au chapitre 6, les processus d'autorisation et d'obtention des permis pour les différentes phases d'un projet de mine d'uranium, de l'obtention des claims, à l'exploration en surface, en vrac et jusqu'à son exploitation jusqu'à sa fermeture et son abandon sont présentés de façon détaillée. Il paraitrait important de préciser que pour une mine dont les résidus contiennent de l'uranium, par exemple une mine de terres rares, tant et aussi longtemps que l'uranium de ces résidus n'est pas exploité, l'uranium présent est considéré comme un NORM, c'est-à-dire en français un matériel radioactif d'occurrence naturelle. La mine est alors considérée comme tous les autres types de mines et n'est pas soumise aux règlements de la CCSN. Par conséquent, puisque cette mine n'est pas reconnue comme une mine de terres rares ou d'uranium, elle n'est donc pas soumise au moratoire actuel.

Aussi dans le processus d'autorisation d'une mine d'uranium, il est précisé que des études d'impacts en vertu des règlements applicables de la province et de ceux du niveau fédéral seront exigées pour les différentes étapes du cycle uranifère. Des directives seront émises par les autorités pour en préciser notamment : la raison d'être du projet, les variantes du projet, la description du milieu biophysique et humain, les impacts du projet, les mesures d'atténuation envisagées, les mesures d'urgence ainsi que les programmes de surveillance et de suivi. Les auteurs ont par contre oublié de préciser qu'une évaluation des impacts socio-économique de réaliser ou de ne pas réaliser le projet, est un facteur important à considérer, tout comme son acceptation sociale.

La présente revue technique a également permis de constater que le chapitre 7, intitulé *l'Inventaire des Impacts Potentiels de la Filière Uranifère*, est une revue informative de tout cet aspect de l'exploration, de l'extraction et du raffinage de l'uranium, et que les auteurs présentent bien les mesures de protection de l'environnement qui sont mises en place afin de réduire les impacts sur les travailleurs, le public et l'environnement. Ils font un bref retour historique et présentent les mesures de protection et d'atténuation actuellement en vigueur et certaines pistes d'amélioration.

Les auteurs fournissent dans ce chapitre quelques exemples pour justifier leur position, mais ils auraient pu étayer davantage par des exemples contemporains de l'expérience des dernières années de l'exploitation des mines et des usines de traitement en Saskatchewan, basés sur les évaluations réalisées par la CCSN. En effet, la Commission canadienne de sûreté nucléaire produit régulièrement des rapports d'évaluation de rendement. Par exemple, elle a publié en 2014 le rapport suivant : Rapport du personnel de la CCSN sur le rendement des installations du cycle du combustible d'uranium et des installations de traitement : 2012. Les exemples de la Saskatchewan présentés dans ce rapport sont des plus pertinents puisque l'exploitation des mines ou des usines de traitement éventuelles au Québec seront soumises, en plus des différents règlements québécois, aux mêmes exigences réglementaires fédérales de la CCSN.

Au chapitre 8, les auteurs présentent les mesures de protection de l'environnement qui sont mises en place afin de réduire les impacts sur les travailleurs, le public et l'environnement. Ils font état que par le passé, des impacts notables associés à l'industrie minière, sur l'environnement et sur la santé des travailleurs, ont été constatés. Les procédures appliquées à l'échelle internationale étaient très

différentes des normes actuelles, et l'impact des substances radioactives sur la santé et sur l'environnement était méconnu. Les résultats présentés provenant de sources officielles (Santé Canada et la CCSN) démontrent bien que la majorité des moyens proposés pour réduire la dose aux travailleurs, au public et les impacts sur l'environnement sont utilisés de façon routinière au Canada, que même des techniques novatrices y ont été développées dans le cadre d'un processus d'amélioration continue et de l'application du principe ALARA, de l'acronyme anglais « As Low As Reasonably Achievable ». Le chapitre termine par une description des règlements de transport de matières radioactives en vigueur au Canada, sans toutefois fournir des statistiques que démontreraient que ce type de transport dont de nombreuses expéditions sont effectuées tous les jours, est l'un des types de transport le plus sécuritaire.



## 3 COMMENTAIRES SPÉCIFIQUES

### 3.1 CHAPITRE 1 - INTRODUCTION

Il est bien signalé que l'uranium se retrouve à l'état naturel et la désintégration de cet élément naturel et son rayonnement ont des applications multiples dans la société de l'imagerie médicale à la stérilisation alimentaire, en passant par la détection de fumée.

Mais pour produire de l'énergie électrique, il faudrait plutôt dire que le fait que cet élément est fissible, lors de la fission de ce noyau, il y a production d'énergie. Cette production d'énergie peut être contrôlée dans des réacteurs nucléaires, comme c'était le cas à la centrale nucléaire de Gentilly-2 au Québec.

Ce rapport vise à donner une vue d'ensemble, de l'exploration et l'exploitation à la restauration, des opérations de l'industrie minière associées à l'uranium au Québec (figure 1.1). Il présente en premier lieu l'uranium et la radioactivité, pour ensuite faire un survol des applications de l'uranium dans la société. La chaîne industrielle québécoise associée à l'uranium est ensuite décrite. Par contre, les applications civiles de la filière uranifère, ainsi que le stockage des résidus radioactifs issus de réacteurs destinés à produire de l'énergie ou des radio-isotopes à usages médicaux ou industriels, ne sont pas abordées, ce qui est conforme au mandat du BAPE.

Le cycle du combustible est bien illustré à la figure 1.1.

Ce rapport veut donner une perspective complète du potentiel des ressources d'uranium au Québec. Seules les ressources primaires (produit principal, coproduit et résidus) issues d'opérations minières et métallurgiques sont abordées.

Les ressources d'uranium secondaires issues de procédés industriels ou de la production d'énergie ne sont pas considérées.

Le rapport donne ensuite un aperçu du cadre réglementaire qui régit la filière uranifère, dans l'ordre chronologique, de l'exploration à la restauration des sites miniers.

Le rapport dresse un portrait des impacts potentiels, tant chimiques que radiologiques, de l'exploration et de l'extraction de l'uranium à partir de sources primaires sur la faune, la flore et la population, tant chez les travailleurs de l'industrie de l'uranium que dans la population se trouvant à proximité des sites où s'effectuent des opérations minières.

Suit une revue des principales mesures de protection de l'environnement associées aux étapes d'exploration et d'exploitation, dont la restauration des sites miniers, puis il présente des recommandations pour assurer une gestion durable et responsable de la filière uranifère au Québec. Le rapport ce termine par une description des règles de transport des produits radioactifs.

## 3.2 CHAPITRE 2 - L'URANIUM ET LA RADIOACTIVITÉ

Ce chapitre présente bien l'uranium et ces descendants, comme des éléments importants de l'environnement naturel de l'homme. On identifie bien sa présence dans la croûte terrestre, mais aussi sa présence dans les eaux souterraines et de surface et cela de façon naturelle.

Le phénomène de la radioactivité est bien expliqué. On identifie les chaînes de désintégration des différents isotopes de l'uranium 238 et 235 ainsi que leur type de rayonnement émis. On décrit les types de rayonnements produits ainsi que leur caractéristique radiologique.

On distingue particulièrement des descendants de l'uranium, le radon (Rn-222), un produit gazeux de faible période radioactive (3.8 jours). Qui lui permet de migrer du sol vers l'atmosphère, où il peut être inhalé par des organismes vivants et poursuivre sa désintégration séquentielle à l'intérieur de ces organismes. Il s'agit donc d'un radionucléide dont il faut tenir compte.

On ne spécifie pas dans le rapport que ce radioélément se trouve particulièrement dans des endroits clos ou très près de la source, et que lorsque libéré dans la nature, il est rapidement dilué, devenant très rapidement un risque non significatif pour l'homme et l'environnement, ex; sous-sol de maison.

On décrit bien la notion de dose de radiation. Dans la description des deux catégories des effets sur les organismes vivants on identifie très bien, que pour les effets déterministes se manifestent lorsqu'un seuil est atteint et dont la gravité dépend de la dose reçue.

et qu'il n'existe pas de seuil sous lequel il est possible d'affirmer qu'aucun effet n'aura lieu. Cependant, les auteurs oublient de mentionner qu'un tel seuil pourrait exister

Par contre, dans la catégorie des effets stochastiques, on avise que ces effets se produisent à long terme suivant une certaine probabilité, et qu'il n'existe pas de seuil sous lequel il est possible d'affirmer qu'aucun effet n'aura lieu. Cependant, on oublie de mentionner qu'un tel seuil pourrait exister. On omet également de dire que la relation linéaire qui permet d'évaluer les risques a été établie pour des raisons de précaution pour les faibles doses. On signale plutôt qu'il existe une relation linéaire sans préciser davantage.

La radioactivité naturelle est bien présentée ainsi que les sources artificielles et les tableaux 2.4, 2.5 et 2.6 donnent des exemples des niveaux de doses causés de sources naturelles, par différents types d'examen radiologiques et les contributions des diverses sources de radiation au Canada.

Dans le sommaire de ce chapitre, on résume en disant que l'énergie des radiations est transférée aux cellules vivantes sans spécifier que cela se produit lorsqu'elles sont exposées aux rayonnements ionisants.

Les caractéristiques chimiques de l'uranium et sa mobilité dans l'environnement ont été bien décrites et aussi bien que pour ces descendants. Le tableau 2.2 résume bien ces caractéristiques. Cette section du rapport démontre très bien l'état des connaissances dans ce domaine et confirme que l'on connaît bien ces phénomènes d'oxydation, de sorption, de géo — microbiologie et de biodisponibilité de ces radioéléments et qu'en ajustant les méthodes d'exploitation et de gestions des installations nucléaires, on est en mesure d'en contrôler les impacts sur l'environnement.

### 3.3 CHAPITRE 3 - L'URANIUM DANS LA SOCIÉTÉ

Dans ce chapitre on décrit succinctement les utilisations de l'uranium. Entre autres, on souligne que l'uranium sert à la production d'électricité dans les centrales nucléaires. On signale clairement que le potentiel énergétique de l'uranium est considérable, et on le compare au pétrole, et au charbon, un kilogramme d'uranium naturel permet de faire fonctionner un radiateur de 1 kW pendant plus de 14 ans, tandis qu'un kilogramme de pétrole le ferait chauffer 12 heures, et un kilogramme de charbon, 6 heures. Nul doute des avantages énergétiques de l'uranium. On signale aussi qu'il existe de nombreux réacteurs de recherche plus de 280 dans le monde, 7 au Canada et un à l'Université de Montréal (École Polytechnique).

On n'oublie pas que plusieurs applications utilisant les réacteurs nucléaires ont permis de produire des radio-isotopes utilisés de façon routinière en médecine, en agriculture et en alimentation. Mais malheureusement on oublie de préciser que tous les jours en médecine à travers le monde ces isotopes sont utilisés en prévention, au diagnostic et au traitement des maladies et qu'ils contribuent à sauver des vies. Il faut le signaler particulièrement pour le Canada, lequel est un leader dans la production de ces radio-isotopes. En plus, on doit ajouter que Nordion, une compagnie canadienne, et ses différents partenaires produisent 40 % de tous les isotopes utilisés à travers le monde. Des isotopes entre autres, comme le Technicium-99 et les Co-60 produits dans les réacteurs nucléaires qui sont utilisés en médecine nucléaire respectivement pour diagnostiquer des maladies coronariennes et pour stériliser des instruments médicaux. Il faut aussi noter qu'au Québec, jusqu'à la fermeture de la centrale nucléaire de Genilly-2, nous produisions du Co-60 pour Nordion.

Quant à la consommation mondiale actuelle, le rapport trace un portrait réaliste de la situation et décrit adéquatement la situation du parc des centrales nucléaires mondial en exploitation. En effet, la construction de nouvelles centrales nucléaires s'effectue de façon lente. La croissance du nucléaire se fait actuellement particulièrement en Inde et en Chine, en Corée et en Russie. Par contre, avec le prix du gaz qui a tendance à augmenter (bien que le prix est encore bas en Amérique du Nord, il est près de 2,5 fois plus élevé en Europe et 4 fois plus au Japon), la lutte nécessaire à la production de gaz à effet de serre, la recommandation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) d'utiliser l'énergie nucléaire comme une des solutions à la production d'énergie pour ralentir le réchauffement climatique, le tout associé à la réfection des centrales nucléaires vieillissantes partout dans le monde, les besoins en uranium évalué entre 100,000 et 140 000 tonnes par année semblent assez réaliste, plutôt que trop qu'optimise comme le cite le rapport.

Quant à la source de production, le rapport établit clairement la situation du marché mondial. Base sur les documents produits par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) les dix premiers producteurs d'uranium sont identifiés et le Canada est bon deuxième avec 19 % de la production mondiale après le Kazakhstan qui en produit 34 %. Ces statistiques datent de 2010.

Quant au mode d'exploitation des mines d'uranium, ils sont bien décrits. On signale qu'un des facteurs importants du temps nécessaire entre la découverte d'un gisement et son exploitation est de l'ordre de 25 ans, cela est dû à des difficultés techniques particulières pour les gisements à très forte teneur (par exemple celui de Cigar Lake, en Saskatchewan découvert en 1981, vient tout juste de débiter son exploitation en mars 2014), mais aussi, aux exigences de la réglementation, particulièrement stricte pour tout ce qui concerne l'uranium.

Quant au prix de l'uranium, le rapport fait état des nombreux facteurs qui agissent sur le prix de l'uranium. La figure 3.5 donne une bonne idée de l'évolution des prix pour 1980 à 2010, rapport publié par l'OCDE-NEA en 2012.

Le rapport prédit une augmentation de la demande. En effet, le nucléaire fait partie des systèmes de production énergétique, et des réacteurs sont en construction en Chine, en Inde, en Corée et en Russie. Les entreprises chinoises sont présentes dans un grand nombre de projets miniers en vue d'assurer l'approvisionnement de leur parc nucléaire. Le premier pays producteur d'uranium du monde, le Kazakhstan, est également un pays asiatique.

### 3.4 CHAPITRE 4 - L'INDUSTRIE URANIFÈRE AU QUÉBEC

L'industrie uranifère au Québec décrite dans ce chapitre est plutôt une description des activités nucléaires au Québec.

En premier lieu, on trace un portrait détaillé des différentes compagnies impliquées dans l'exploration de l'uranium, en partant avec les grandes compagnies comme Cameco et Areva, pour ensuite reconnaître que le Québec dispose de compétences reconnues dans le domaine de l'exploration en général, et que plusieurs petites sociétés se sont intéressées à l'uranium il y a une dizaine d'années. Ressources Strateco est l'entreprise qui a développé le projet le plus avancé au Québec, dans le bassin des monts Otish. D'autres petites sociétés ne sont pas spécialisées dans l'uranium et disposent d'un portefeuille de projets diversifiés, en particulier dans le nord du Québec. C'est le cas, par exemple, d'Azimut Exploration Inc., de Denison Mines Corp., de Dios Exploration Inc., de Ditem Explorations Inc., de Globex Mining Enterprises Inc., de Midland Exploration Inc., de Quest Rare Minerals Ltd., d'Uracan Resources Ltd. et de Virginia Energy Resources Inc. Environ 70 % de ces compagnies ont leur siège au Québec, les autres sont établies à Vancouver ou à Toronto. Comme on peut le constater, d'autres possèdent des droits miniers sur des secteurs présentant un potentiel uranifère.

Pour le reste du chapitre, les auteurs font la description des différents sites de production d'électricité au Canada tout en signalant à la fin l'importance des emplois directs et indirects de près de 66,000 personnes de l'industrie nucléaire

On décrit le réacteur de recherche Slowpoke-2 de Polytechnique, mais on oublie une activité réalisée avec ce réacteur, qu'il sert aussi à faire des analyses par activation.

Ils terminent en décrivant le site de stockage du combustible irradié dans les CANSTOR et des déchets de faible et moyenne activité à l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) de Gentilly-2. Par contre, il est décrit que le combustible irradié y est stocké, avant d'être retraité. Il n'est nullement question de retraiter le combustible irradié au Canada. Concernant la gestion à long terme des combustibles irradiés on ne fait aucune mention que le Canada a mandaté la Société de gestion des déchets nucléaires (SDGN) d'implanter la solution adoptée par le gouvernement après une consultation exhaustive de tous les Canadiens, de plus de trois années. La SDGN est en ce moment dans un processus de sélection d'un site qui se poursuivra encore quelques années, car 21 communautés ont volontairement demandé d'être incluses dans ce processus.

## 3.5 CHAPITRE 5 - LES RESSOURCES URANIFÈRES AU QUÉBEC

Le chapitre 5 intitulé : *Les Ressources Uranifères au Québec*, se veut un résumé complet du présent statut des connaissances que nous avons de l'état actuel des gisements d'uranium ainsi que des développements futurs au niveau du potentiel d'uranium additionnel au Québec basés sur les modèles géologiques. Cependant, selon notre réévaluation des ressources, on constate, que les réserves exploitables des gisements de l'uranium comme coproduit, résidus miniers et métallurgiques ont été surévaluées. Notre évaluation réduit de 66 % cet inventaire, ce qui entraîne une diminution de l'inventaire des ressources minérales en uranium au Québec de 107,115 tonnes au lieu des 314,851 tonnes rapportées au chapitre 5. Malgré ce fait, le Québec occupe une position moyenne en potentiel de production à court terme, derrière les juridictions comme la Saskatchewan, le Kazakhstan, l'Australie, la Namibie, le Niger, et les États-Unis. Présentement les gisements de Type-Otish moyennes-teneurs tiennent le plus haut potentiel à court terme pour la production. Le potentiel des nouvelles découvertes pour ce type de gisement est haut.

En effet, un gisement d'uranium est une concentration minérale qui peut être exploitée avec profit. Les prix actuels de l'uranium, considéré dans le contexte de la variance dans la typologie des gisements, permettent d'exploiter des gisements pauvres (0.03 % U) de très haut tonnage, comme des gisements très riches de (20 % U). Le potentiel géologique du Québec permet de prétendre à la présence de gisements de teneurs moyennes dans les grès des monts Otish, ainsi que de gisements de teneurs basses et très basses magmatiques, métasomatiques-pegmatitiques, et conglomératiques. Il y a en ce moment une cinquantaine de projets d'exploration où l'uranium est la principale substance d'intérêt. Six projets sont à un stade d'exploration avancé – dont, deux, dans les monts Otish au nord-est de Chibougamau, au stade de préfaisabilité. L'inventaire réalisé montre que le Québec dispose de ressources importantes sur le plan mondial pour les gisements à faible et à moyenne teneur en uranium. Par conséquent, cela nous amène à plusieurs commentaires, corrections dans ce chapitre.

À la section 5.1, la structure de cette section devrait être changée, car en réalité, il y a le type Discordance et il y a le type Grès et non, comme présenté dans cette section, les types Grès qui sont inclus dans le type Discordance. Les Figures 5.1, 5.2, 5.3 (les schématiques des types de gisements) sont appropriées et devraient être gardées, mais puisque l'on discute du potentiel au Québec et non d'une explication des différents types des gisements d'uranium au monde, on aurait dû se limiter à parler du Québec comme suit :

L'uranium est un élément métallique commun, radioactif trouvé en concentrations très variable dans la plupart des roches. Les concentrations économiques d'uranium se produisent dans plusieurs environnements géologiques reconnus et définis. Principalement parmi les types de gisements d'uranium trouvés au Québec sont :

- ✓ type-Discordance et type-Otish : surtout représenté par les gisements et mines extrêmement riches du bassin Athabasca en Saskatchewan. La Mine McArthur River est un excellent exemple avec sa teneur de 17 % U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>. Ils sont caractérisés par des teneurs extrêmement fortes et tonnages bas. Une variation de ce type de gisement est trouvée dans le bassin d'Otish au Québec - ici dénommé "Type-Otish";
- ✓ type-Magmatique : occurrence dans une suite particulière des roches ignées granitiques (alaskite/pegmatite/aplite). Ils sont typifiés par l'énorme Mine Rossing en Namibie où ils ont

des teneurs faibles jusqu'à très faibles (250 à 500 ppm typiquement), mais des tonnages très élevés;

- ✓ type-Brèche Ferrugineuse Cuivre-Or (IOCG) : un type exemplifié par la Mine Olympic Dam en Australie-Sud. Ce type peut contenir des concentrations économiques de cuivre et or et démontre un potentiel basse teneur en uranium, mais haut tonnage;
- ✓ type-Grès : peuvent exister comme gisements tabulaires statiques, ou comme gisements actifs en forme rouleaux dans les vastes bassins de grès comme sur le Plateau du Colorado ou en Asie Centrale. Ils sont typiquement des gisements basses teneurs/hauts tonnages;
- ✓ Au Québec il existe plusieurs types de gisements additionnels incluant type-Conglomérat, type-Métasomatique/pegmatite, skarn et veine.

À la section 5.3 lorsque l'on traite des gisements dans les grès on aurait dû les diviser en deux sous-titres avec explications comme suit :

Les gisements du type-discordance et type-Otish sont caractérisés par des teneurs extrêmement fortes et tonnages bas. L'uranium se concentre sur la discordance entre le grès et le socle, ainsi que dans les structures avoisinantes dans le socle et le grès. Il y a des possibilités de tels gisements au Québec dans le bassin Otish, et dans les grès de Papaskwati (région de Mistassini) et de la région Richmond Gulf (lac Guillaume-Delisle). Une variation de ce type de gisement est trouvée dans le bassin d'Otish au Québec. Les gisements de type-Otish, avec les différences importantes, sont contrôlés par les structures qui percent le sous-sol archéen et les grès protérozoïques, et ils sont accompagnés par les roches intrusives mafiques. Ils sont plus âgés que les types-Discordance. L'uranium est concentré dans la structure et n'est pas relié à la discordance géologique.

Les gisements dans les grès : peuvent exister comme gisements tabulaires statiques, ou comme gisements actifs en forme rouleaux dans les vastes bassins de grès comme sur le Plateau du Colorado ou en Asie Centrale. Ils sont typiquement des gisements de basses teneurs/hauts tonnages. Les mines et gisements tabulaires statiques sont présents au Colorado, Nouveau Mexique, Utah, Argentine, Niger, Malawi, Tanzanie, Kazakhstan, Ouzbékistan dans les formations de grès normalement plus jeunes (âges paléozoïques et mésozoïques). Au Québec, il existe un potentiel pour ce type de gisement dans les grès de Papaskwasati dans la région de Mistassini, les grès de la région Richmond Gulf (lac Guillaume-Delisle), et dans quelques minibassins à Nunavik, comme le gisement Dieter Lake. Les gisements en forme de rouleaux actifs (roll-front deposits) sont exploités par lixiviation de surface. Les caractéristiques géologiques pour ce type de gisement sont très limitées et ils n'existent pas au Québec. Il y a de telles mines au Wyoming et Texas, au Kazakhstan, et en Australie.

En 5.3.1 et 5.3.2, suite à notre position de retirer les mines de terres rares et ceux qui ont une teneur en uranium non exploitable - dans les provinces de Churchill et Grenville, il nous faut éliminer tous les gisements de terres rares et le gisement d'Ashram (ELdor) qui contient une teneur négligeable. Il faut aussi enlever celles qui représentent les complexes alcalins et gisements de phosphates comme Niobec, Crevier, et Lac à Paul, avec les teneurs très très faibles comme ressource d'uranium.

Ce qui nous amène, par conséquent, à produire le tableau 3-1 du potentiel des ressources minérales en uranium au Québec, qui diffère de celui présenté dans au chapitre 5.

**Tableau 3-1 : Potentiel des ressources minérales en uranium au Québec**

Nom du gisement ou indice	Compagnie Minière	Type de gisement	Tonnage de gisement (Mt)	Teneur U (ppm)	Tonnes U (t)
Matoush	Strateco	Otish (discordance)	2.27	4871	11067
Lavoie/ Indice L	AREVA	Otish (discordance)	1.14	4444	5066
Lac Beaver/ Zoran	Ditem	discordance	0.15	939	135
Nova	Nova Uranium	magmatique/pegmatite	31.8	840	26712
Cage	AREVA	Ca metasomatite	5	800	4000
Grand Calumet	Globex	skarn	1	678	678
Zone Matte	?	skarn	0.18	661	120
Lac Hanson	Nova Uranium	magmatique/pegmatite	0.54	636	346
Mekoos (Bear)	Nova Uranium	magmatique/pegmatite	0.52	539	283
North Rae	Azimet	pegmatite/métasomatite	4	500	2000
Dieter Lake	Denison Mines	grès	19.31	487	9405
Zone de Camp	?	skarn	0.17	475	79
Apple	Strateco	conglomérat	8.5	458	3891
Kwyjibo	SOQUEM	IOCG	0.8	435	348
Ganiq	Midland Expl	veine	0.27	435	115
Capri-2	?	pegmatite	1	424	424
Lac Fafard	?	pegmatite	0.09	395	37
Anomalie C11r4	?	pegmatite	3.56	300	1068
Tom Dick	Nova Uranium	magmatique/pegmatite	0.27	229	62
Baie Quetachou	Uracan	magmatique	93.45	212	19811
Doran	Entourage	magmatique	10.89	211	2298
Lac Kachiwiss	Rio Tinto	magmatique	16.6	136	2258
Cote Nord/Turgeon	Uracan	magmatique	162.15	104	16912
				<b>TOTAL</b>	<b>107,115</b>

Notre estimation des ressources québécoises en uranium est de donc de 107,115 t. Les ressources à teneur moyenne les plus susceptibles d'être exploitées à court terme représentent 16 113 t U, dont l'essentiel se trouve dans le gisement de Matoush, dans les monts Otish.

Dans ce cadre, quand nous examinons la position du Québec sur le plan mondial, on peut signaler que le Québec occupe une position moyenne en potentiel de production à court terme, derrière les juridictions comme la Saskatchewan, le Kazakhstan, l'Australie, la Namibie, le Niger, et les États-Unis. Présentement les gisements de Type-Otish moyennes-teneurs tiennent le plus haut potentiel à court terme pour la production. Le potentiel des nouvelles découvertes pour ce type de gisement est important.

En terme de perspective moyenne à long terme, sur une base mondiale comparative, le Québec démontre un haut potentiel pour les types gisements magmatiques, brèches ferrugineuses cuivre-or (IOCG), et métasomatiques/pegmatites. Le Québec deviendra de plus en plus compétitif sur le plan mondial pour ces types de gisements d'uranium.

### 3.6 CHAPITRE 6 - PERMIS ET AUTORISATIONS AU QUÉBEC

Les processus d'autorisation et d'obtention des permis pour les différentes phases d'un projet de mine d'uranium, de l'obtention des claims, à l'exploration en surface, en vrac et jusqu'à son exploitation jusqu'à sa fermeture et son abandon sont présentés de façon détaillée. On distingue dans un tableau, les différentes lois applicables pour ces différentes phases, aussi bien québécoises que fédérales.

En effet, les dispositions législatives et réglementaires encadrant l'activité minière sont de compétence provinciale. Au Québec, elles sont appliquées principalement par le MRN et le MDDEFP aujourd'hui le MDDELCC. Mais lorsque le projet minier est une mine d'uranium ou une mine dont le produit secondaire exploitable est de l'uranium, le processus fédéral, en vertu de la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), administré par la CCSN, prend effet à partir de l'exploration en vrac. Il est important de souligner que la CCSN considère que l'exploration en surface effectuée pour trouver de l'uranium est exempte des dispositions de la LSRN parce qu'elle présente peu de risque. Des mesures sur le chantier d'Abitex effectuées en 2008 par Contex Environment pour la firme d'ingénierie GENIVAR ont clairement démontré cet état de fait.

Il est très important de préciser que pour un mine dont les résidus contiennent de l'uranium, par exemple une mine de terres rares, tant et aussi longtemps que l'uranium de ces résidus n'est pas exploité, l'uranium présent est considéré comme un NORM, c'est-à-dire en français un matériel radioactif d'occurrence naturelle. La mine est alors considérée comme tous les autres types de mines et n'est pas soumise aux règlements de la CCSN. Donc cette mine n'est pas reconnue comme une mine de terres rares et d'uranium. Par conséquent pas soumis au moratoire actuel.

Cette section du document, démontre clairement que l'exploitation d'une mine d'uranium est strictement contrôlée et que l'émission de permis est subséquente dans les deux processus à des audiences publiques, dont le projet a fait l'objet d'une évaluation environnementale. Ces audiences publiques du BAPE ou de la CCSN peuvent prendre une forme particulière si le projet est situé au sud du 55<sup>e</sup> parallèle ou au nord de celui-ci. En effet, les procédures d'évaluation environnementale propres à ces régions se distinguent, entre autres, par une participation active des autochtones (Cris, Inuits et Naskapis) qui y habitent. De plus, les projets réalisés au sud 55e parallèle sont évalués et examinés par le comité d'évaluation (COMEV) et le comité d'examen (COMEX) et les projets réalisés au nord du 55e parallèle sont évalués et examinés par la commission de la qualité de l'environnement Kativik (CQEK). Les administrations autochtones et le public ont la possibilité de faire des représentations auprès du COMEX ou de la CQEK, qui peuvent aussi tenir des audiences publiques ou toute autre forme de consultation. Enfin, en prenant en considération la recommandation du COMEX ou la décision de la CQEK, l'administrateur, en l'occurrence le sous-ministre du MDDELCC, autorise ou non le projet en vertu, respectivement, des articles 164 et 201 de la LQE.

Dans tous les cas, le processus géré par la CCSN sera mené et des audiences publiques devant la Commission devront être réalisées. De plus, il faut ajouter et cela est bien signalé dans le document que les permis délivrés par la CCSN le sont pour une période de 2 à 5 ans et peuvent être

révoqués en tout temps. De plus, plusieurs étapes requièrent des permis distincts tels qu'un permis de construction, un permis d'exploitation, un permis de fermeture et un permis d'abandon, dans certains cas des audiences publiques sont nécessaires. Aussi, la LSRN exige qu'un exploitant remettre des garanties financières relatives aux activités de fermeture et de démantèlement et de restauration du site minier.

Les nations autochtones sont prises en considération tout au long du processus. En effet, le droit canadien reconnaît l'obligation de consulter les communautés autochtones lorsqu'un droit ancestral ou issu d'un traité est établi ou revendiqué et qu'une activité peut avoir un effet préjudiciable sur ce droit (voir les arrêts Nation Haïda (2004, CSC 73), Première nation Tlingit de Taku River (2004, CSC 74), Crie Mikisew (2005, CSC 69) et Little Salmon/Carmacks (2010, CSC 53)). À l'étape de l'étude d'impact environnemental, la consultation des Autochtones fait partie intégrante du processus. De plus, la Loi sur les mines prévoit de nouvelles dispositions propres aux autochtones. Le gouvernement consultera les communautés autochtones de manière distincte, lorsque les circonstances le requerront. La prise en compte des droits et des intérêts des communautés autochtones fera partie intégrante de la conciliation de l'activité minière avec les autres possibilités d'utilisation du territoire. Le MRN élaborera une politique de consultation des communautés autochtones propre au secteur minier. De plus, au Québec, il y a la convention de la Baie-James qui entre en ligne de compte.

On constate aussi que l'acceptation sociale d'un projet minier comme l'uranium devient un enjeu très important nonobstant le fait qu'il se réalise en territoire autochtone ou non. Dans le processus d'autorisation d'une mine d'uranium, on précise que des études d'impacts en vertu des règlements applicables de la province et de ceux du niveau fédéral seront exigées pour les différentes étapes du cycle uranifère. Des directives seront émises par les autorités pour en préciser notamment : la raison d'être du projet, les variantes du projet, la description du milieu biophysique et humain, les impacts du projet, les mesures d'atténuation envisagées, les mesures d'urgence ainsi que les programmes de surveillance et de suivi. On oublie par contre de préciser clairement qu'une évaluation des impacts socio-économiques de réaliser ou de ne pas réaliser le projet, est un facteur important à considérer, tout comme son acceptation sociale. En effet, lorsque l'on met en évidence les impacts sociaux-économiques de l'exploitation des différentes mines d'uranium en exploitation en Saskatchewan, on constate rapidement l'importance des impacts sur les communautés nordiques et autochtones de la province. D'abord, par exemple, les investissements réalisés dans le nord, les deux compagnies minières AREVA et CAMECO ont payé 310 millions de \$ en salaire pour les emplois directs en 2010, dont 96 millions de \$ pour les postes comblées par les résidents du nord. Aussi, 50 % des mineurs sont des résidents du nord et Cameco s'est procuré 70 % de produits et services auprès de compagnies nordiques et autochtones. En 2011, l'industrie uranifère a acheté en bien et services pour 1,08 milliard de \$, dont près de 50 % auprès de compagnies nordiques de la Saskatchewan.

Au point de vue social, les compagnies minières s'efforcent d'embaucher le personnel parmi les résidents du nord et les aident à acquérir les compétences s'ils ne les ont pas. Les communautés et les compagnies travaillent en étroite collaboration afin que les résidents profitent des programmes de formation qui leur permettront de se qualifier pour combler les différents postes disponibles. Par exemple, les compagnies minières ont mis à la disposition plus de 300 000 \$ en bourses d'études et autres initiatives pour former les jeunes de la Saskatchewan en 2011.

Ce qui démontre clairement la volonté des compagnies minières d'intégrer leurs activités économiques et sociales à ceux des communautés nordiques et autochtones de la Saskatchewan.

### 3.7 CHAPITRE 7 - INVENTAIRE DES IMPACTS POTENTIELS

La Section 7, *Inventaire des Impacts Potentiels de la Filière Uranifère*, traite de la toxicité et des effets des différentes formes de contamination radioactive sur les bioorganismes, dont les humains, de l'uranium et des dérivés de l'uranium. C'est une revue informative et complète de tout cet aspect de l'exploration, de l'extraction et du raffinement de l'uranium. Nous suggérerions par contre de changer le titre de cette section pour : *Risques potentiels d'impact sur l'environnement et la santé de l'exploration et l'exploitation des gisements d'uranium au Québec*.

Les auteurs fournissent dans ce chapitre quelques exemples pour justifier leur position, mais ils auraient pu étayer davantage par des exemples contemporains de l'expérience des dernières années de l'exploitation des mines et des usines de traitement en Saskatchewan, basés sur les évaluations réalisées par la CCSN. En effet, la Commission canadienne de sûreté nucléaire produit régulièrement des rapports d'évaluation de rendement. Par exemple, elle a publié en 2014 le rapport suivant : Rapport du personnel de la CCSN sur le rendement des installations du cycle du combustible d'uranium et des installations de traitement : 2012. Les exemples de la Saskatchewan présentés dans ce rapport sont des plus pertinents puisque l'exploitation des mines ou des usines de traitement éventuelles au Québec seront soumises, en plus des différents règlements québécois, aux mêmes exigences réglementaires fédérales de la CCSN.

Dans ce rapport de la CCSN, le personnel de la commission a déterminé que les installations du cycle du combustible d'uranium et les installations de traitement de l'uranium au Canada ont été exploitées de manière sûre en 2012. Cette conclusion se fonde sur l'évaluation des activités des titulaires de permis, notamment les inspections de site, l'étude des rapports soumis par ces mêmes titulaires, l'examen des événements et incidents et le suivi qui leur aura été accordé, ainsi que les communications et échanges d'information avec les titulaires de permis. De plus, dans ce rapport sur 2012, la Direction de la réglementation du cycle et des installations nucléaires présente une introduction sur la radioprotection. La section 1.3 donne des renseignements généraux et énonce les concepts de limites de doses de rayonnement reçues par la population et les travailleurs aux installations d'extraction minière et de traitement de l'uranium. Le rapport décrit en outre plusieurs mesures prises par la CCSN pour aider à protéger le public et les travailleurs contre les expositions au rayonnement. Le personnel de la CCSN conclut que chaque établissement réglementé a satisfait, en 2012, au rendement attendu en matière de santé et de sécurité du public et des travailleurs, sur le plan de la protection de l'environnement, ainsi qu'à l'égard des obligations internationales du Canada.

### 3.8 CHAPITRE 8 - MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les auteurs de ce chapitre présentent les mesures de protection de l'environnement qui sont mises en place afin de réduire les impacts sur les travailleurs, le public et l'environnement. Ils font un petit retour historique et présentent par contre, les mesures de protection et d'atténuation actuellement en vigueur et les pistes d'amélioration. En effet, par le passé, des impacts notables associés à l'industrie minière, sur l'environnement et sur la santé des travailleurs, ont été constatés. Les procédures appliquées à l'échelle internationale étaient très différentes des normes actuelles, et l'impact des substances radioactives sur la santé et sur l'environnement était méconnu.

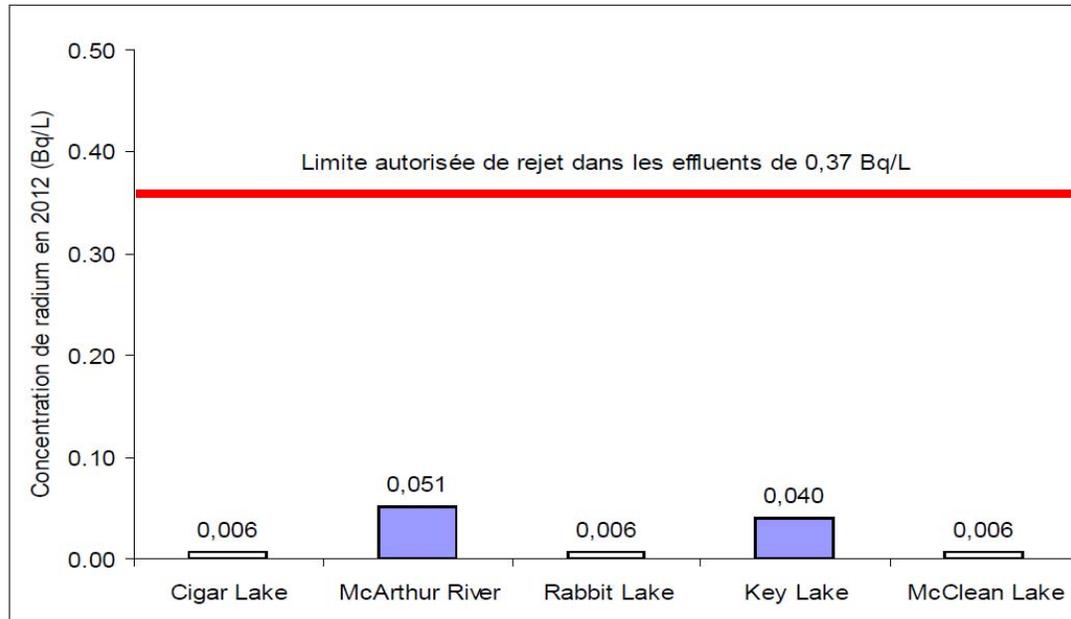
Les promoteurs miniers et le gouvernement canadien préconisent aujourd'hui des mesures de prévention, de planification et de protection pour l'encadrement des rejets atmosphériques, des effluents, des résidus miniers et pour les populations exposées. On procède aujourd'hui à des mesures environnementales (radionucléides, radon, poussières radioactives et rayonnement gamma dans l'air, l'eau et les sols) afin de caractériser l'environnement biophysique des sites miniers. Un suivi environnemental permet de prévenir une contamination ou d'en diminuer les impacts dans les meilleurs délais.

On signale aussi que l'exploitation d'une mine d'uranium n'est pas différente des autres types de mines, nonobstant le phénomène de la radioactivité qui est présent. En effet, le meilleur moyen de vérifier les impacts de l'exploitation d'une mine d'uranium est de mesurer les doses de radiation reçues par travailleurs exposés dans les activités d'exploitation de la mine et d'évaluer le niveau d'exposition possible du public à la limite de ses installations. Les résultats présentés provenant de sources officielles (Santé Canada et le CCSN) dans ce chapitre démontrent une situation contrôlée et leur évolution dans le temps et une exploitation des mines à assujetti à un processus d'amélioration continue et par l'application du principe ALARA, de l'acronyme anglais « As Low As Reasonably Achievable ».

Le traitement des eaux et des résidus miniers et d'usinage est bien documenté et on explique bien les mesures de contrôles mis en place pour en réduire les impacts sur l'environnement. On présente aussi les programmes de surveillances appliqués par les minières et les organismes de contrôles au Canada.

Le rapport de la CCSN met en évidence quelques données. Par exemple, les effluents de la mine de McArthur River avant traitement pour le radium-226 contiennent en moyenne 23 Bq/L et que l'activité permise (règlement sur les effluents des mines de métaux Gouvernement du Canada) est de 37 Bq/L. Or, après traitement l'activité moyenne observée s'élève à 0.063 Bq/L ce qui est bien en dessous de la valeur maximale admissible. Or, afin de préciser davantage cette conclusion, la figure 2-5, extrait du rapport de la CCSN, montre les concentrations de radium-226 en Bq/L, pour les principales mines en exploitation en Saskatchewan.

**Figure 2-5 : Concentrations annuelles moyennes de radium 226 dans les effluents rejetés dans l'environnement en 2012**

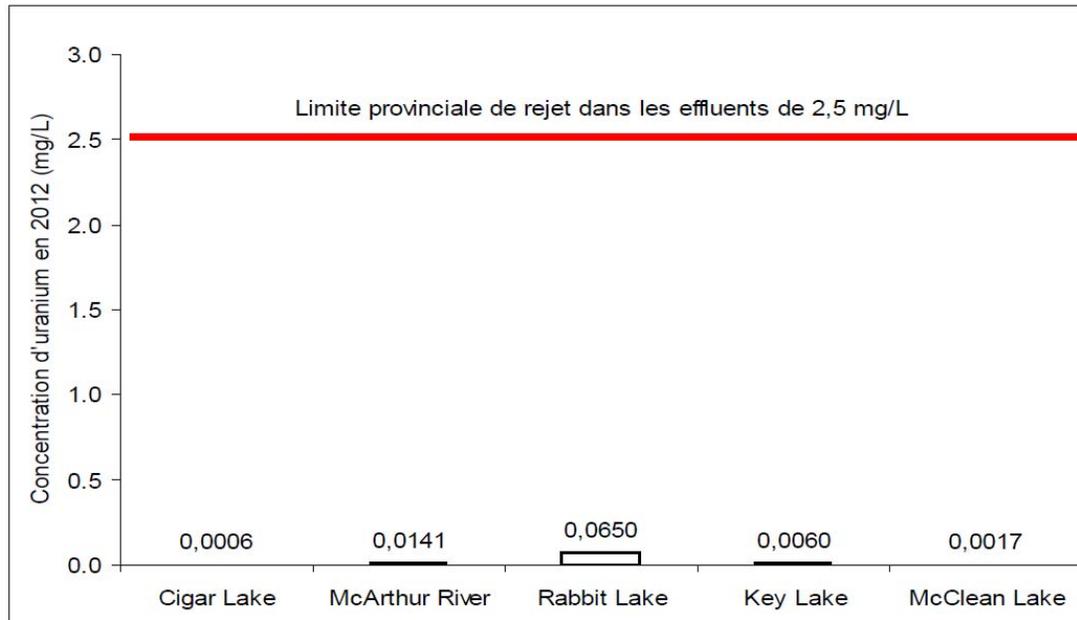


À ce sujet, on constate que le rapport relatait la plus haute concentration de McArthur par un facteur 10. Maintenant, en ce qui a trait à l'uranium rejeté dans l'environnement, dont la limite est de 2,5 mg/L, les résultats pour les principales mines en exploitation en Saskatchewan en 2012 sont présentés ci-après à la figure 2-8, également extraite du rapport de la CCSN.

Pour ce qui est du Radon-222, des mesures réalisées à 23 sites autour de la mine de Rabbit Lake pour la période de 2005 à 2009 (5 ans) par SENES, confirment le modèle de prédiction. Le niveau de Radon émanant des différentes sources de la mine est distinguable du bruit de fond mesuré (baseline) seulement à proximité des sources.

On aurait pu souligner pour fournir encore plus de couleur canadienne au rapport que : que les installations de gestions des résidus de McClean Lake, continuellement opérées depuis 1999 par AREVA, ont été décrites dans le rapport de l'OCDE (Managing environmental and Health impacts, OCDE, NEA 2014) au niveau mondial, comme un exemple de bonnes pratiques de gestion des résidus, aussi bien que pour la gestion des déchets de roc. Prendre note que toutes ces pratiques ont été conçues et développées et testées en laboratoire avant la mise en exploitation de la mine.

**Figure 2-8 : Concentrations annuelles moyennes de l'uranium rejeté dans l'environnement en 2012** (la limite de rejet d'uranium autorisée par la Saskatchewan est montrée à titre indicatif seulement)



Ceci dit, au chapitre 8 on présente aussi les exigences et les contrôles requis à l'étape obligatoire de la restauration des sites. Différents exemples de restauration des sites miniers au niveau international sont présentés, mais cette fois-ci, les auteurs mettent en évidence deux restaurations de sites canadiens dont la réussite permet de les citer en exemples au niveau international, soit Cluff Lake ainsi que ceux de la région d'Elliot Lake dans le nord de l'Ontario. Le déclassement et la restauration de ces sites on conduit la CCSN, après un rigoureux suivi, à préciser que les impacts mesurables sont maintenant négligeables.

Finalement, une section de ce chapitre décrit les exigences de transport du matériel radioactif. Le transport des matériaux radioactifs est régi au Canada par les règlements sur le transport et l'emballage de substances nucléaires de Transports Canada et de la CCSN. Cette section ne donne par contre aucune statistique sur le nombre de transports de matière radioactive, qui pourrait donner une idée du niveau de sécurité pour ce type de transport.

Il est reconnu que le transport des matières radioactives est très sécuritaire. Dans le monde, il y a chaque année plus de 20 millions d'expéditions, par route, par train et par voie maritime, et des milliers au Canada. Par exemple, depuis 40 ans, Ontario Power Generation (OPG) effectue environ 800 expéditions par année, et depuis ce temps aucun incident n'a entraîné un déversement de matière radioactive dans l'environnement. Ces statistiques sont éloquentes du niveau de sûreté de ce type de transport.



## 4 CONCLUSION

Bref, les auteurs de la présente revue technique sont accord avec la majorité des conclusions du rapport, mais ils souhaitent tout de même souligner particulièrement les points suivants :

- ✓ Au Québec, l'exploration et l'exploitation des ressources minérales sont régies principalement par la Loi sur les mines et la Loi sur la qualité de l'environnement qui relèvent, respectivement, du MRN et du MDDEFP, aujourd'hui le MDDELCC. De plus, dans le cas de l'uranium, s'ajoutent des lois canadiennes, car les substances radioactives sont une compétence fédérale exclusive. Cette compétence est balisée par la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaire, laquelle établit la CCSN qui doit superviser l'exploitation ainsi que le déclasserement des installations et la restauration du site à la fin des travaux. La mise en exploitation de toute mine d'uranium doit par conséquent être autorisée par le MRN, le MDDEFP et la CCSN.
- ✓ Les lois et règlements en place au Québec et au Canada visant les aspects environnementaux et de radioprotection sont reconnus comme exemplaires à l'échelle internationale et se basent sur des concepts scientifiques démontrés. Leur respect et leur application demeurent le meilleur outil pour réduire les impacts potentiels de l'exploration et de l'exploitation des ressources uranifères au Québec.
- ✓ Durant l'exploitation et la restauration d'un site minier uranifère, on peut prévenir la dispersion de l'uranium et de ses descendants dans l'environnement en contrôlant les émissions de poussières et les mesures de confinement des effluents et des résidus miniers. La protection des travailleurs et de la population contre le rayonnement ionisant s'effectue par le recouvrement des résidus à l'aide de matériaux qui absorbent l'énergie du rayonnement émis et qui évitent de surcroît la dispersion des éléments radioactifs dans l'environnement. La ventilation des espaces clos permet de maintenir les teneurs en radon et en poussières radioactives à des niveaux qui sont du même ordre que les niveaux régionaux.

En terminant, voici quelques conclusions supplémentaires qui auraient pu être ajoutées au rapport :

- ✓ Basés sur les résultats contemporains de l'exploitation des mines et des installations de traitement du minerai d'uranium de la Saskatchewan, on constate que les doses de radiation reçues par les travailleurs et les doses hypothétiques calculées pour la population ainsi que les rejets à l'environnement sont nettement inférieures aux limites réglementaires en vigueur au Canada.
- ✓ Les études d'impact environnemental nécessaires à l'obtention des permis devraient avoir une évaluation socio-économique de réaliser ou de ne pas réaliser le projet.
- ✓ Que les autres types de mines qui n'exploitent pas le minerai d'uranium, comme les terres rares, ne sont pas frappés par le moratoire sur les mines d'uranium.

- ✓ Que l'industrie minière de l'uranium au Canada est citée en exemple à plusieurs reprises quant à sa qualité de son exploitation, à l'utilisation de techniques innovatrices pour s'assurer de la protection des travailleurs, du public et de l'environnement.
- ✓ Que l'industrie minière de l'uranium a su intégrer ses activités économiques et sociales aux préoccupations économiques et sociales des communautés nordiques et autochtones.



# REVUE TECHNIQUE

DOCUMENT SAN6 - BAPE 6211-08-012

Les enjeux de la filière uranifère au Québec

---

RHEM Technologies Inc.  
125 River Road  
Grand-Mère (QUÉBEC) G9T 5K4

Tel. : 819-371-5874  
[www.rhem.ca](http://www.rhem.ca)



CLIENT | ASSOCIATION NUCLÉAIRE CANADIENNE  
OTTAWA, ONTARIO

# REVUE TECHNIQUE

**DOCUMENT SAN6 - BAPE 6211-08-012**  
**Les enjeux de la filière uranifère au Québec**

VERSION : 1.0

---

JUILLET 2014 | CNA-1401-RPT-002

# ASSURANCE QUALITÉ

## Autorisation

Client	Association Nucléaire Canadienne	
Titre	<b>REVUE TECHNIQUE - DOCUMENT SAN6 - BAPE 6211-08-012</b>	
Rapport #	CNA-1401-RPT-002	
Version	1.0	
Préparé par	Michel Plante, médecin	
Vérifié par		
Approuvé par	Michel R. Rhéaume, Physicien, SHP, FNCA	

## Suivi des versions

Version	Nature des changements	Par	Date
0.1	Développement	Michel Plante	21-juin-2014
0.2	Version préliminaire	Michel R. Rhéaume	22-juin-2014
0.4	Intégration des commentaires	Michel Plante	12-juillet-2014
1.0	Version finale	Michel R. Rhéaume	14-juillet-2014

## NOTE À PROPOS DE L'AUTEUR

Michel Plante est diplômé de médecine de l'Université de Montréal. Il a pratiqué la médecine à l'urgence du CLSC Ste Rose de Laval de 1981 à 1993. Il a été médecin responsable à la Centrale nucléaire de Gentilly de 1982 à 1985. Il a fait partie du Groupe des aviseurs médicaux à la Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada (CCEA) (maintenant la Commission canadienne de sûreté nucléaire) de 1991 à 1996 puis membre du Comité aviseur de la radioprotection de la CCEA de 1996 à 2000. Il a enseigné les effets des rayonnements ionisants et non ionisants à l'Université de Montréal de 1994 à 2011. A titre de médecin-conseil chez Hydro-Québec depuis 1982, il est responsable de la protection de la santé du public et des recherches en santé commanditées par l'entreprise. Il a prêté son expertise de façon ponctuelle auprès de nombreuses entreprises, notamment dans le domaine de la téléphonie sans fil. Il a témoigné à plusieurs reprises au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) dans le cadre des études d'impact sur l'environnement des projets d'Hydro-Québec.

# TABLE DES MATIÈRES



1. CONTEXTE	5
2. COMMENTAIRES GÉNÉRAUX	7
3. COMMENTAIRES SPÉCIFIQUES	11
SECTION 1 : ÉVALUATION DU RISQUE À LA SANTÉ PAR LE VOLET ÉPIDÉMIOLOGIQUE (P. 21 – 106)	11
SECTION 2 : ÉVALUATION DU RISQUE PAR L'APPROCHE TOXICOLOGIQUE (P. 107 – 160 PLUS ANNEXES)	23
SECTION 3 : VOLET DES IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE VIE, DANS SES ASPECTS PSYCHOLOGIQUES ET SOCIAUX	30



## AVANT PROPOS

À la demande de RHEM Technologie Inc. et de l'Association nucléaire canadienne, j'ai procédé à une analyse du document intitulé « Les impacts sanitaires en lien avec les projets uranifères nord-côtiers » préparé par la Direction de la santé environnementale et de la toxicologie de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Le rapport de l'INSPQ porte principalement sur l'évaluation du risque radiologique et l'analyse critique qui en est faite sera limitée à cet aspect. Des notes et commentaires ont été ajoutés pour fournir au lecteur quelques repères utiles à une meilleure compréhension de la nature des risques dont il est question. Le contenu de cette revue reflète mon opinion professionnelle et n'engage aucune autre partie.

# 1 CONTEXTE

En 2008, une société d'exploration minière a amorcé des travaux d'exploration d'uranium à quelques kilomètres de la ville de Sept-Îles. Une controverse s'est rapidement installée relativement aux effets sanitaires que pourrait avoir une mine d'uranium pour la population locale. Cette controverse a pris une ampleur exceptionnelle lorsqu'un groupe de médecins de Sept-Îles a menacé de quitter la région si le projet allait de l'avant.

Pour répondre à la situation de crise qui se développait, le Directeur national de santé publique a proposé la formation d'un comité de travail intersectoriel qui aurait pour tâche d'analyser les risques pour la santé d'un tel projet et que la Direction régionale de la santé publique de la Côte-Nord (DSP-CN) présiderait ce groupe. Le groupe aurait la responsabilité « d'informer la population locale des risques pour la santé découlant des projets miniers uranifères à partir de connaissances scientifiques et rigoureuses ».

La DSP-CN a alors sollicité l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) pour procéder à cette analyse scientifique. Le rapport de l'INSPQ intitulé « Les impacts sanitaires en lien avec les projets uranifères nord-côtiers », daté de septembre 2013, a été déposé devant le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement à l'amorce des travaux sur la filière uranifère au Québec en mai 2014 (document SAN6 - BAPE 6211-08-012). À notre connaissance, ni la DSP-CN qui est mandataire du rapport, ni la Direction nationale de la santé publique au Ministère de la Santé et des Services sociaux n'ont fait connaître leur réaction à ce rapport. Le mandat comportait trois volets :

- 1) Documenter les effets sanitaires engendrés par les activités minières uranifères, en considérant l'ensemble des voies d'exposition;
- 2) réaliser une étude de faisabilité d'une évaluation du risque toxicologique et radiologique et, si jugé faisable, de réaliser cette évaluation de risque;
- 3) documenter les effets psychologiques et sociaux.

Pour y répondre, l'INSPQ présente un rapport divisé en trois sections distinctes, chacune étant réalisée par un ou des auteurs différents. Parmi les huit auteurs du rapport, on distingue un médecin spécialiste en santé au travail et en épidémiologie, une pharmacienne, et six conseillers scientifiques dont le domaine de formation n'est pas spécifié. Les trois volets sont présentés de façon indépendante dans le rapport:

- 1) Une revue des études épidémiologiques réalisées chez les populations résidant à proximité de mines d'uranium. Cette revue a été réalisée par la spécialiste en épidémiologie.
- 2) Une analyse de risque réalisée à partir d'une estimation de l'exposition des personnes vivant à proximité des sites miniers et des caractéristiques toxicologiques des contaminants. Trois auteurs ont contribué à cette analyse.
- 3) Une analyse des impacts psychologiques et sociaux des mines uranifères réalisée par un groupe de 4 auteurs.

## 2 COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Notons qu'il aurait été souhaitable que la mise en contexte offerte en introduction inclue un rappel des données concernant les effets sur la santé du rayonnement ionisant. Quelques données brèves sont offertes en annexe, mais elles sont succinctes. L'absence de données sur les sources d'origine naturelle dont le radon, les sources médicales et les doses qui y sont associées, l'absence de données contextuelles importantes sur le risque cancérogène du rayonnement ionisant laissent le lecteur sans repère pour évaluer les risques en fonction de la dose reçue.

### 2.1 Le risque à la santé

L'INSPQ a choisi deux approches différentes pour estimer les risques à la santé : une revue de 11 études épidémiologiques réalisées autour des sites miniers en opération entre 1950 et le début des années 2000 et une approche de risque toxicologique fondé sur des données d'activité de radionucléides mesurées partout dans le monde autour des sites miniers d'uranium provenant de 243 études différentes.

La première approche, rédigée par une épidémiologiste, conclut à une suspicion d'augmentation de risque de leucémie chez les populations vivant à proximité des sites miniers d'uranium. Pour les autres cancers et les autres maladies étudiées, l'auteur ne peut tirer de conclusion claire.

Les études épidémiologiques analysées sont principalement de type écologique. Comme le souligne l'auteure, ce type d'étude est, par nature, exploratoire et ne permet pas de tirer de conclusions fermes. On constate que ces études ont été réalisées autour de sites miniers actifs dans le monde entre les années 50 et le début des années 2000 et sont difficilement transposables à un éventuel projet minier uranifère réalisée sous la réglementation canadienne : alors que les doses minimales requises pour augmenter le risque de cancer de façon mesurable dans une population exposée est de l'ordre de 50 à 100 mSv, les doses à la population vivant à proximité immédiate des installations canadiennes, documentées depuis plusieurs années, sont de l'ordre de 0,001 à 0,01 mSv. Cette considération n'est pas abordée par l'auteure. Un autre aspect qui n'est pas discuté est le fait que la leucémie résulte d'une exposition de la moelle osseuse alors que les radionucléides d'intérêt liés aux mines d'uranium et les voies d'exposition n'entraînent pas d'exposition significative à la moelle osseuse,

L'auteure applique une méthode d'analyse complexe, mais après en avoir examiné les détails, on constate que la conclusion portant sur les leucémies résulte d'une méthodologie d'interprétation des données inusitée particulièrement vulnérable à produire de faux résultats positifs. Cette interprétation abusive des données statistiques de même que des jugements douteux notamment sur la question de la plausibilité biologique font que la conclusion n'est pas justifiée sur la base des données présentées

Dans la seconde approche, les auteurs ont appliqué une méthode d'évaluation de risque toxicologique fondée sur des données d'activité de radionucléides mesurée partout dans le monde autour des sites miniers d'uranium provenant de 243 études différentes. Les données recueillies montrent une hétérogénéité marquée et une extrême variabilité. Malgré cela, les auteurs n'ont pas porté de

jugement sur la faisabilité de procéder à d'évaluation de risque tel que le mandat le prévoyait et ils ont procédé à cette analyse.

Les auteurs concluent que l'ensemble des données ne permet pas de connaître l'influence que pourrait avoir une mine sur l'exposition des populations avoisinantes au radon. Ils concluent également qu'il est possible que la limite canadienne de la dose annuelle au public de 1 mSv soit dépassée et qu'ils ne peuvent statuer sur l'ampleur de ce risque.

Il est étonnant que l'INSPQ ait choisi de procéder à son analyse à partir de données internationales aussi hétérogènes et variables plutôt que d'utiliser principalement les données provenant du suivi environnemental des mines d'uranium canadiennes et des autres installations nucléaires. Le Canada est un des plus importants producteurs d'uranium au monde. L'exploitation des mines d'uranium profite d'une expérience de près de 70 ans. Les données issues de la surveillance environnementale sont abondantes et illustrent l'évolution marquée des moyens mis en œuvre pour contrôler le risque radiologique. Ces données sont soumises à un contrôle réglementaire par une commission dédiée à cet effet, la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) et elles sont publiques. Tout projet de mine uranifère au Québec serait soumis au même contexte réglementaire puisqu'il s'agit d'une juridiction fédérale. Or le suivi environnemental des effluents radioactifs autour des installations nucléaires canadiennes dont les mines et usines de traitement font partie, montre que la dose annuelle au public est largement inférieure à la limite réglementaire de 1 mSv.

Plus spécifiquement, il est difficile de comprendre les raisons qui ont mené l'INSPQ à ne pas appuyer son évaluation sur les résultats des programmes de monitoring du radon autour des sites miniers au Canada. Ce suivi montre qu'au-delà des limites du site minier lui-même, la contribution de la mine aux concentrations de radon dans l'air est faible et atteint rapidement les niveaux ambiants naturels.

Au Québec, nous disposons de données précises sur le radon recueillies sur l'ensemble du territoire québécois avec une identification des zones plus propices au développement de fortes concentrations dans les résidences. Les études québécoises font aussi état d'une analyse spécifique de la question du radon chez les personnes vivant à proximité immédiate d'un gisement riche en uranium (gisement de niobium à Oka). Les auteurs auraient eu grand avantage à mettre à profit l'expertise développée sur cette question par certaines directions régionales de santé publique régionale du Québec et par d'autres chercheurs de leur propre institut (INSPQ) qui ont publié un rapport exhaustif sur la question du radon résidentiel en 2004. Ces rapports expliquent clairement que le radon présent dans l'air extérieur ne présente pas de risque à la santé. C'est le radon provenant du sol situé immédiatement sous la résidence qui peut poser un problème en s'infiltrant dans les sous-sols et en s'accumulant dans les endroits peu ventilés.

L'évaluation de risque à la santé menée par l'INSPQ comporte des faiblesses majeures et ses conclusions sont fautives. Ce rapport est de nature à perpétuer les croyances et les mythes autour des risques liés au rayonnement et à alarmer indûment la population du Québec. Une évaluation fondée sur les données réelles des suivis environnementaux canadiens aurait montré hors de tout doute raisonnable que les doses réelles reçues par le public autour des installations nucléaires canadiennes dont les mines font partie sont documentées avec précision et se situent largement en deçà des doses provenant de sources naturelles auxquelles tout un chacun est exposé. Ces expositions sont extrêmement faibles et ne présentent aucun risque à la santé. La population et les décideurs doivent en être informés adéquatement.

Nous sommes tous conscients qu'un écart très important est souvent observé entre l'évaluation scientifique du risque du rayonnement ionisant sur la santé et sa perception dans la population.

L'opinion indépendante d'une autorité de santé crédible comme l'INSPQ est importante et peut aider à corriger ces écarts lorsque les risques appréhendés ne sont pas fondés. Loin d'éclairer la société québécoise comme il devait le faire, le présent rapport, en soulevant des doutes sans fondement scientifique valable sur l'existence de maladies graves autour d'éventuelles mines d'uranium au Québec et en exprimant des incertitudes injustifiées sur les doses au public attribuables aux effluents radioactifs autour d'une installation nucléaire, contribuera à maintenir la confusion et aggraver l'écart entre le risque réel lié à un projet minier uranifère et le risque perçu par la population. Pour ces raisons, il pourrait être de nature à nuire à l'intérêt public.

Pour éviter cette situation, il serait souhaitable que le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement approche la problématique de la santé en scindant l'analyse en deux volets, le premier relevant de la compétence de l'INSPQ et le second relevant de la compétence de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

Le premier volet d'analyse adressé à l'INSPQ consisterait à circonscrire son évaluation du risque à celui que représentent les doses au public réellement mesurées autour des installations nucléaires canadiennes. L'INSPQ pourrait également émettre un avis sur les risques que représente une dose annuelle de 1 mSv la limite réglementaire canadienne et de juger si cette limite est acceptable. Il serait hautement souhaitable que l'INSPQ travaille de concert avec les médecins et spécialistes des directions de santé publique régionales qui ont acquis une expertise spécifique et de haut niveau sur la question du radon.

Le second volet, adressé à la CCSN consisterait à évaluer au mieux la probabilité que l'exploitation éventuelle d'une mine d'uranium au Québec entraîne une dose annuelle au public supérieure à la limite réglementaire de 1 mSv. En l'absence d'un projet défini, cette évaluation serait basée sur l'expérience acquise aux autres installations similaires et sur une évaluation critique de l'efficacité des moyens mis en place pour contrôler le risque radiologique.

## 2.2 Impacts psychologiques et sociaux des mines uranifères sur les populations avoisinantes.

La dernière section du rapport de l'INSPQ portant sur les impacts sur la qualité de vie se distingue des deux premières. Cette section est de bonne qualité : elle cerne bien les enjeux et pourrait servir de base utile pour suggérer de bonnes pratiques de gestion d'un éventuel projet minier d'uranium au Québec. Cette approche pourrait être améliorée en adoptant un cadre général plus large qui est celui de l'évaluation de l'impact d'un projet sur les déterminants sociaux de la santé.



## 3 COMMENTAIRES SPÉCIFIQUES

### SECTION 1 : ÉVALUATION DU RISQUE À LA SANTÉ PAR LE VOLET ÉPIDÉMIOLOGIQUE (P. 21 – 106)

La recension des études épidémiologique a identifié un total de 11 études originales portant sur la relation entre la présence de mines d'uranium et différents problèmes de santé des populations résidant à proximité. Ces études ont été publiées entre 1992 et 2010. Elles ont porté sur des activités minières des années 1950 jusqu'au début des années 2000.

Il s'agit d'un nombre relativement faible d'autant que ces études portaient sur des problèmes de santé variés. La plupart des études portait sur le cancer, mais certaines se sont intéressées à la mortalité par d'autres causes (maladie d'Alzheimer, diabète, néphrite, etc.) dont certaines n'ont pas de liens connus avec le rayonnement ionisant. D'autres se sont intéressées aux malformations congénitales et aux aberrations chromosomiques.

Le rapport présente des tableaux détaillés sur la méthodologie de chacune des études ce qui permet au lecteur de suivre avec clarté le travail d'analyse de l'auteure sans avoir à recourir aux études originales.

La majorité des études sont de nature écologique, une approche consistant à comparer la fréquence d'un problème de santé d'un groupe considéré « exposé » à un groupe de référence. Comme le souligne l'auteure, les études de nature écologique sont particulièrement vulnérables à de nombreuses sources d'erreurs. On ne retrouve aucune étude de cohorte, la méthodologie généralement considérée la meilleure et une seule étude de type cas-témoin dont la qualité intrinsèque se situe généralement entre les deux précédentes. En fait, les études écologiques ne peuvent, par nature, donner des résultats concluants et fiables. Elles sont souvent utilisées comme approche exploratoire sans plus. Nous partageons ce point de vue de l'auteur.

Parmi les faiblesses méthodologiques des études présentées dans le rapport, la plus importante réside dans l'absence de groupes suffisamment distincts sur le plan de l'exposition pour permettre des analyses valables. Sans l'établissement de groupes suffisamment contrastés sur le plan de l'exposition, une étude épidémiologique contributive n'est tout simplement pas faisable. Dans ce groupe d'études, aucune d'entre elles n'a tenté d'estimer et encore moins de mesurer le niveau d'exposition des populations définies comme exposées au rayonnement ionisant.

La plupart des études ont tout simplement considéré comme exposées les personnes résidant à moins d'une certaine distance (une étude a considéré comme « exposés » les citoyens vivant à moins de 30 km du site minier et un groupe « non exposé » vivant à plus de 50 km de ce même site. Dans l'esprit de cet auteur, le gradient d'exposition s'étendait donc sur 50 km. Pour d'autres auteurs, on a utilisé une unité géographique (ville, comté) comme appartenant à un groupe exposé ou non, traduisant la même hypothèse sous-jacente à savoir que l'exposition au rayonnement ionisant produit pas les mines s'étendait sur plusieurs kilomètres ou dizaine de kilomètres.

Une autre hypothèse implicite, mais néanmoins nécessaire pour défendre tout résultat suggérant un risque accru de cancer lié au rayonnement est que l'intensité de l'exposition serait suffisante pour conduire à un risque accru de cancer, mesurable et statistiquement significatif dans la population exposée.

Or les centaines d'études épidémiologiques réalisées depuis plus de 50 ans sur de grandes populations ayant reçu des expositions très élevées de rayonnement ionisant montrent que le niveau d'exposition requis pour faire apparaître une faible augmentation de risque de cancer qui puisse être mesurable par une étude épidémiologique est de l'ordre de 50 à 100 mSv. Ce fait est reconnu internationalement et il l'est aussi par les autorités de santé fédérales et québécoises. On peut le retrouver dans plusieurs écrits du réseau de la santé publique du Québec et il est même mentionné brièvement à l'annexe 2 du présent rapport de l'INSPQ.

La possibilité que les anciennes pratiques minières aient conduit à de telles expositions extrêmes du public (similaires à celles des survivants d'Hiroshima et Nagasaki) est peu vraisemblable. Mais il est certain que ces deux hypothèses : exposition élevée de plus de 50 mSv et exposition étendue à plusieurs kilomètres autour d'un site minier uranifère, ne tiennent plus devant l'abondance de données précises d'exposition acquises par les programmes de surveillance environnementale mis en place de façon systématique depuis plus de 30 ans au Canada et ailleurs dans le monde.

Au Canada, ces programmes obligent les détenteurs de permis (tant les opérateurs de centrale nucléaire que des sites minières uranifères) à mesurer les effluents radioactifs et s'assurer que la dose maximale susceptible d'être engagée chez les résidents vivant à proximité immédiate du site ne dépasse pas 1 mSv par année. Ces calculs doivent s'appuyer sur des scénarios d'exposition plutôt pessimistes dans le but de surestimer plutôt que de sous-estimer l'exposition. Ces exigences sont réglementées et suivies par une commission indépendante de l'industrie et dédiée à ces activités, la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

Les rapports de la CCSN concernant les doses au public encourues autour des sites de la filière uranifère au Canada sont publics. Le rapport de 344 pages de l'INSPQ n'en fait pas mention. Pourtant c'est précisément dans ces rapports de suivi que se trouve la clef de l'évaluation du risque à la population c'est-à-dire la mesure de l'exposition aux populations concernées vivant à proximité du site. Ces rapports techniques fournissent précisément les réponses aux questions cruciales que se posent les auteurs de rapport de l'INSPQ tout au long du rapport. On y trouve des réponses sur le bruit de fond radiologique au Québec, les teneurs mesurées des éléments radiologiques d'intérêt pour tous les milieux (air; eau; sol; aliments) et le détail des scénarios d'exposition.

Les raisons pour lesquelles l'INSPQ semble avoir ignoré ces données ne sont pas énoncées. Il serait judicieux pour le BAPE, de questionner les auteurs à cet égard, mais surtout de leur soumettre la question suivante: si les doses réelles au public liées aux activités minières uranifères canadiennes sont bien celles qui sont rapportées et consignées à la CCSN, quels risques attribuables à la santé peut-on appréhender ?

Comme il est mentionné à plusieurs endroits dans le rapport de l'INSPQ, la limite annuelle permise pour le public au Canada est de 1 mSv par année. Les rapports de suivi des installations nucléaires au pays montrent que la dose mesurée au public est d'environ 0,010 mSv soit moins de 1 % de la limite permise. Ce niveau de 0,01 mSv est 250 fois moindre que le niveau d'exposition naturelle au rayonnement au Canada (entre 2 et 3 mSv). Dans la mesure où on s'assure de la validité de ces données, il va de soi que les études épidémiologiques ne peuvent discerner un éventuel effet sur la santé d'une dose aussi faible, alors même que le bruit de fond entraîne, avec ou sans mine, un niveau d'exposition 250 fois plus élevé.

## EXPOSITION NATURELLE

Toutes les personnes sont exposées quotidiennement aux sources naturelles de rayonnement ionisant. L'unité de mesure utilisée pour exprimer les doses est le Sievert, Un sievert est une dose élevée. Le millisievert (mSv) est plus approprié pour décrire les doses environnementales courantes. Au Canada, l'exposition provenant de sources naturelles conduit à une exposition annuelle d'environ 2 à 3 mSv.

La principale source d'exposition naturelle est l'inhalation de radon, un gaz radioactif produit lors de la désintégration du radium, un élément partout présent dans le sol. Le radon, qui est plus lourd que l'air s'infiltré à travers les ouvertures et fissures des solages des maisons et se concentre dans les zones basses comme les sous-sols et les pièces mal ventilées. Dans l'air extérieur, les niveaux de radon sont rapidement dilués et n'entraînent pas de problème de santé publique. C'est l'air intérieur qui constitue la principale source d'exposition. En moyenne, au Canada, cette exposition représente environ 50% de la dose naturelle soit environ 1 mSv.

L'eau et les aliments contiennent de faibles concentrations de plusieurs radioéléments, dont le potassium radioactif et les éléments de la famille de l'uranium. Cette source de radioactivité conduit à une dose d'environ 0,3 mSv par année.

Il y a également les rayons gamma qui émanent des éléments radioactifs présents naturellement dans le sol. Cette exposition est variable en fonction de la nature chimique des sols. Elle conduit à une dose annuelle moyenne d'environ 0,4 mSv.

Les rayons cosmiques entraînent une dose d'environ 0,3 mSv par an au niveau de la mer. Le niveau d'exposition augmente sensiblement avec l'altitude en raison de la protection par l'atmosphère qui est de moins en moins efficace aux altitudes élevées.

Parmi les 11 études épidémiologiques réalisées par l'INSPQ, une seule a été réalisée au Canada, auprès de la population vivant à proximité d'une mine et concasseur d'uranium en exploitation depuis les années 1950 jusqu'au début des années 90. Les auteurs de cette étude ont arbitrairement choisi, à la manière des épidémiologistes, de définir comme « exposé » la population vivant à moins de 25 km (tableau 5 p. 45) de la mine, et la population non exposée comme le reste de la population de l'Ontario.

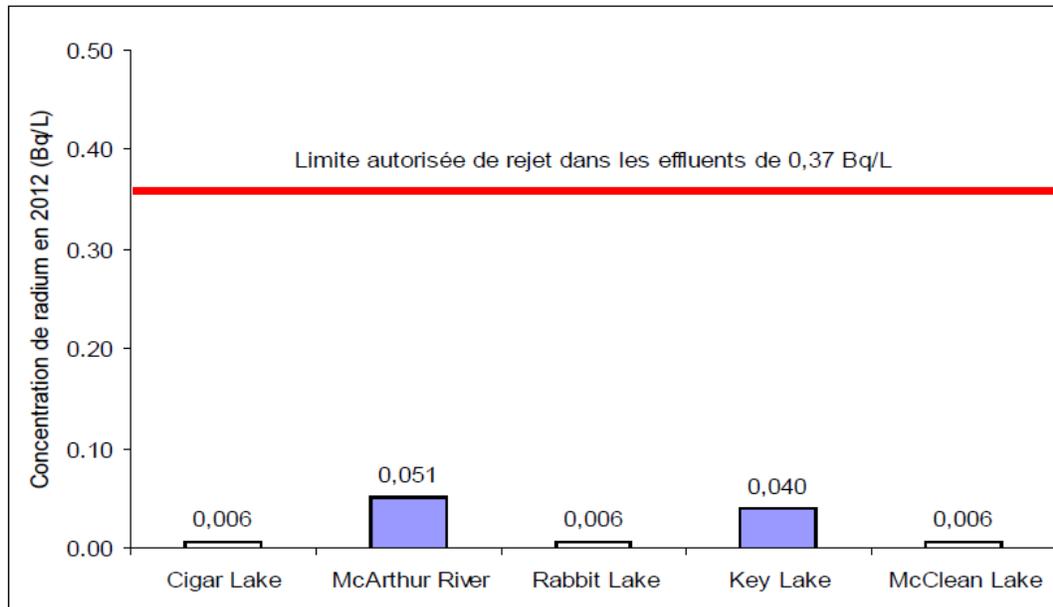
Il est probable que la réalité des expositions du public des années 50 et 60 ait été différente de ce qu'elle est aujourd'hui. Mais ce sont les situations contemporaines qui doivent être évaluées.

## LA DOSE AU PUBLIC AUTOUR DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES CANADIENNES

Le rapport de suivi environnemental de 5 mines d'uranium de la Saskatchewan montre que les teneurs en radium-226 mesurées directement dans les effluents ont varié de 0,006 à 0,051 Bq/l en 2012 (CCNS 2012). La moyenne est de 0,022 Bq/l. Cette concentration est inférieure à la limite admissible de 0,37 Bq/l pour les effluents et plus de deux fois inférieure à la limite établie au Québec par le Règlement sur la qualité de l'eau potable (GOUV 2014) qui est de 0,5 Bq/l.

En utilisant le facteur de conversion recommandé pour le radium-226 qui est de  $2,8 \times 10^{-7}$  Sv/Bq, la consommation de 2 litres par jour de l'eau des effluents pendant un an conduit à une dose de 0,004 mSv. On constate que dans ce scénario hautement improbable, la dose au public est négligeable et comparable à celle mesurée aux autres installations nucléaires canadiennes.

**Figure 2-5 : Concentrations annuelles moyennes de radium 226 dans les effluents rejetés dans l'environnement en 2012**



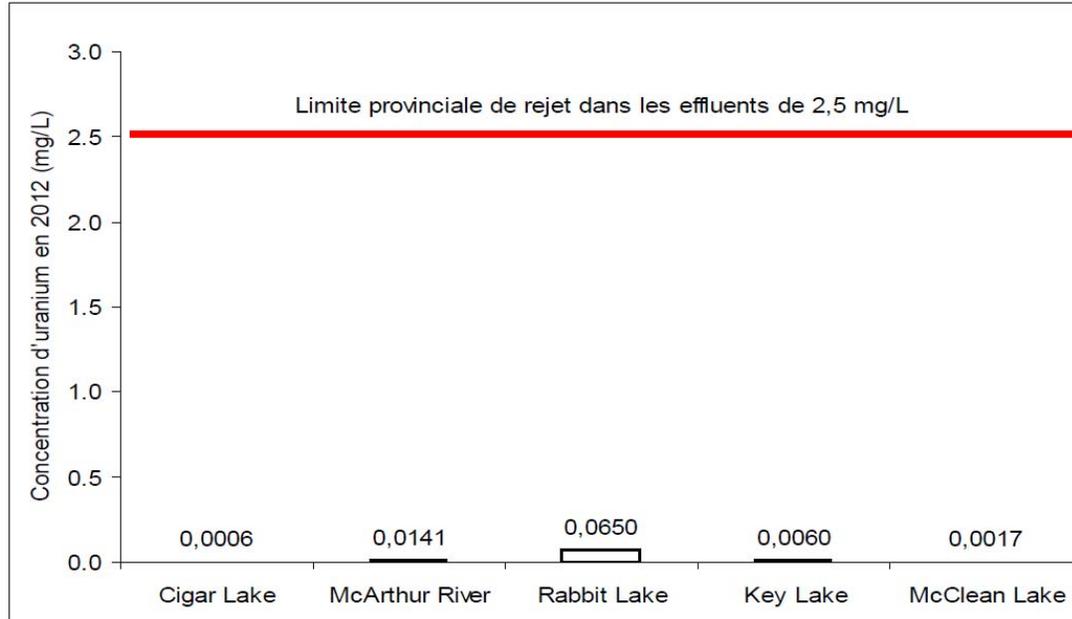
**Figure 2-6 : Projet de Cigar Lake – Concentrations annuelles moyennes de molybdène rejeté dans l'environnement en 2012 (le seuil d'intervention de Cigar Lake est fourni à titre indicatif seulement)**

Le même rapport donne les concentrations d'uranium mesurées dans les effluents. Notons que la toxicité de l'uranium résulte de sa nature chimique et non de sa radioactivité qui est extrêmement faible.

La moyenne des concentrations observées est de 0,0174 mg/l ce qui est plus de dix fois inférieur à la limite prescrite en Saskatchewan. Cette moyenne est similaire à la limite permise au Règlement sur la qualité de l'eau potable au Québec qui est de 0,02 mg/l pour l'uranium.

Un rapport de la CCSN (2012) présente les doses à la population près de 3 usines de retraitement de l'uranium pour la période 2008 – 2011. Les doses ont varié entre 0,001 et 0,042 mSv, voisines de la valeur typique mentionnée plus haut de 0,01 mSv.

**Figure 2-8 : Concentrations annuelles moyennes de l'uranium rejeté dans l'environnement en 2012 (la limite de rejet d'uranium autorisée par la Saskatchewan est montrée à titre indicatif seulement)**

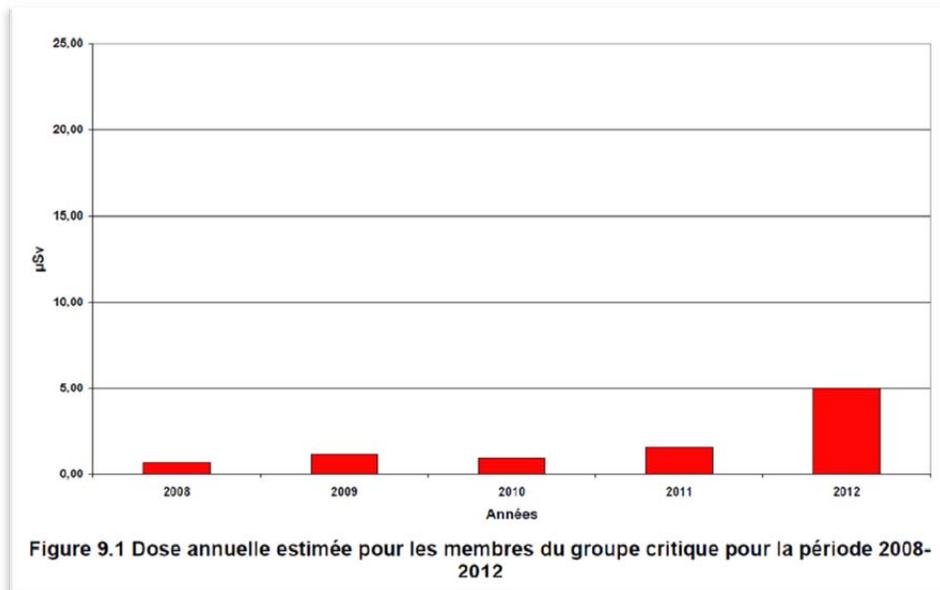


**Tableau 9-2 : Installations du cycle de combustible – Comparaison des doses d'exposition de la population (en mSv), 2008 à 2011**

Installation	Année				Limite réglementaire ou fixée dans le permis
	2008	2009	2010	2011	
Raffinerie de Blind River	0,036	0,001	0,006	0,006	1 mSv/an
Installation de conversion de Port Hope	0,0070	0,034	0,019	0,019	0,3 mSv/an*
Cameco Fuel Manufacturing	0,014	0,0015	0,0021	0,042	1 mSv/an

\* Le permis de l'ICPH prescrit une dose d'exposition limite de 0,05 mSv par année, laquelle est inférieure à la limite réglementaire de dose annuelle d'exposition de 1 mSv pour la population.

Il n'y a pas de mine au Québec, mais l'exemple de la centrale nucléaire de Gentilly est particulièrement intéressant. Il s'agit d'une activité industrielle comportant des sources radioactives extrêmement élevées par rapport au minerai des mines uranifères et ses opérations sont beaucoup plus complexes. Les rapports de suivi environnemental menant au calcul de la dose au public pour la centrale nucléaire de Gentilly 2 sont publics. Ils sont préparés annuellement et distribués à plus de 30 personnes désignées des ministères provinciaux et fédéraux concernés incluant les autorités de santé publique régionales et provinciales du Québec. La dose annuelle au public à proximité immédiate de la centrale nucléaire de Gentilly 2 (une ferme située à 1,9 km du réacteur) a varié entre 0,001 à 0,005 mSv de 2008 à 2012. (Hydro-Québec 2012)



Lors d'une étude récente, portant sur l'incidence de cancer autour des centrales nucléaires d'Ontario (Lane 2013) les chercheurs ont procédé à un calcul détaillé de la dose annuelle au public vivant jusqu'à 25 km des centrales pour la période 1985 – 2008. Les doses ont été calculées sur la base des données d'effluents atmosphériques (tritium; carbone 14; iodes produits par la fission; matières particulaires; gaz rares radioactifs) et des effluents liquides (tritium; carbone 14; radionucléides variés émettant des rayonnements gamma et bêta). Pour chacun des trois sites nucléaires (Bruce, Darlington et Pickering) des sous-groupes susceptibles de recevoir une dose plus élevée en raison de leurs habitudes de vie, de leur localisation ou de leur âge ont été identifiés (« groupes critiques »). Pour chacun d'eux les doses maximales ont été calculées pour 6 tranches d'âge incluant les nourrissons. Finalement cette dose a été comparée à la dose de rayonnement annuelle d'origine naturelle propre à chaque site (Pickering et Darlington: 1,34 mSv; Bruce : 2,02 mSv). Les doses aux groupes critiques ont varié de 0,0003 mSv à 0,0067mSv; la majorité des doses étaient voisines de 0,001 mSv par année, soit plus de mille fois inférieure à la dose naturelle.

Les données exhaustives autour des installations nucléaires canadiennes montrent hors de tout doute que les doses au public au voisinage immédiat de ces installations sont considérablement plus faibles que les niveaux de rayonnement naturel auxquels toute personne est exposée.

Ainsi, l'hypothèse d'une exposition minière canadienne contemporaine conduisant à une exposition suffisamment élevée pour entraîner un risque accru de cancer n'a plus de raison d'être.

Une autre lacune importante de la plupart des études épidémiologiques présentées dans ce rapport vient du fait, comme le souligne l'auteur elle-même que l'approche écologique, ne tient pas compte des caractéristiques sociodémographiques dont plusieurs jouent un rôle dans le risque de cancer. Aucune donnée n'a été recueillie sur les habitudes de vie, dont le tabagisme qui a un effet majeur sur le risque de plusieurs cancers. De plus, aucune étude ne tient compte des expositions médicales reçues dans ces populations. Or rappelons qu'un seul examen par tomodensitométrie (CT-scan) produit une dose typique entre 2 et 20 mSv par examen. Prenant l'exemple d'une dose typique de 10 mSv, la dose reçue par le patient en quelques secondes équivaut à 4 ans d'exposition naturelle (4 x 2,5 mSv). De la même façon, pour qu'un citoyen reçoive une dose équivalente venant d'une installation uranifère canadienne, il faudrait qu'il vive à proximité immédiate de l'installation 365 jours par année pendant 1000 ans (1000 x 0,01 mSv = 10 mSv). Ces examens étant fréquents (près de 1 million de tomodensitométries au Québec par année pour une population de 8 millions d'habitants). On comprend que le biais potentiel introduit dans toutes études épidémiologiques portant sur des doses faibles est élevé.

Malgré les faiblesses intrinsèques des études répertoriées, l'auteure a néanmoins procédé à une analyse poussée de ces données : attribution de scores de validité sur une douzaine de critères ; 13 méta-analyses spécifiques (synthèse quantitative des résultats regroupés de plusieurs études) notamment sur la mortalité par cancer du poumon, cancer colorectal, cancer de l'œsophage, cancer de l'estomac, cancer des os, cancer du sein, cancer de la vessie, cancer du rein, leucémie et lymphomes. Ces méta-analyses produisent pour chaque maladie un résultat combiné et pondéré, appelé par l'auteure mesure d'association synthèse (MAS)

Pour chacune des méta-analyses, les résultats sont présentés graphiquement de manière claire et efficace, ce qui permet de juger rapidement du poids relatif des études individuelles utilisées pour l'analyse, de leur précision statistique, de la valeur de la MAS et de sa propre précision statistique.

Pour évaluer le degré de confiance qu'on peut avoir dans les différences statistiques observées entre les groupes considérés exposés et les groupes de référence, l'auteure propose une approche complexe et, mais néanmoins décrite avec précision, qui repose d'abord sur l'ampleur de l'association statistique observée en terme de risque relatif et ensuite sur la qualité de quatre éléments soit la plausibilité biologique, la précision statistique, la validité et cohérence et la possibilité d'un biais de publication. Les critères de qualité sont définis pour chacun de ces éléments. Finalement, pour intégrer le tout, l'auteur applique une classification en sept niveaux développée par l'INSPQ dans le cadre de l'analyse des études épidémiologiques portant sur les risques du milieu de travail pour la grossesse.

- |               |  |
|---------------|--|
| 1) Niveau I   | Évidence forte qu'il y a augmentation du risque        |
| 2) Niveau II  | Évidence suffisante qu'il y a augmentation du risque   |
| 3) Niveau III | Suspicion d'une augmentation du risque                 |
| 4) Niveau IV  | Les données ne permettent pas d'évaluer                |
| 5) Niveau V   | Suspicion d'absence d'augmentation du risque           |
| 6) Niveau VI  | Évidence suffisante d'absence d'augmentation du risque |
| 7) Niveau VII | Évidence forte d'absence d'augmentation du risque.     |

## LES EXPOSITIONS D'ORIGINE MÉDICALE

Les procédures courantes utilisées pour le diagnostic en médecine entraînent des doses très variables selon les techniques utilisées. Le tableau suivant montre quelques exemples courants pour la radiologie traditionnelle, la tomodensitométrie et les examens en médecine nucléaire. Ajoutons que contrairement aux examens en radiologie conventionnelle, les doses associées à la tomodensitométrie peuvent varier considérablement selon la précision recherchée de l'image. Ainsi une tomodensitométrie de l'abdomen peut varier aisément de 3 à plus de 40 mSv. Les doses indiquées dans le tableau sont des doses moyennes. (Plante 2010)

### Doses efficaces des examens diagnostiques courants

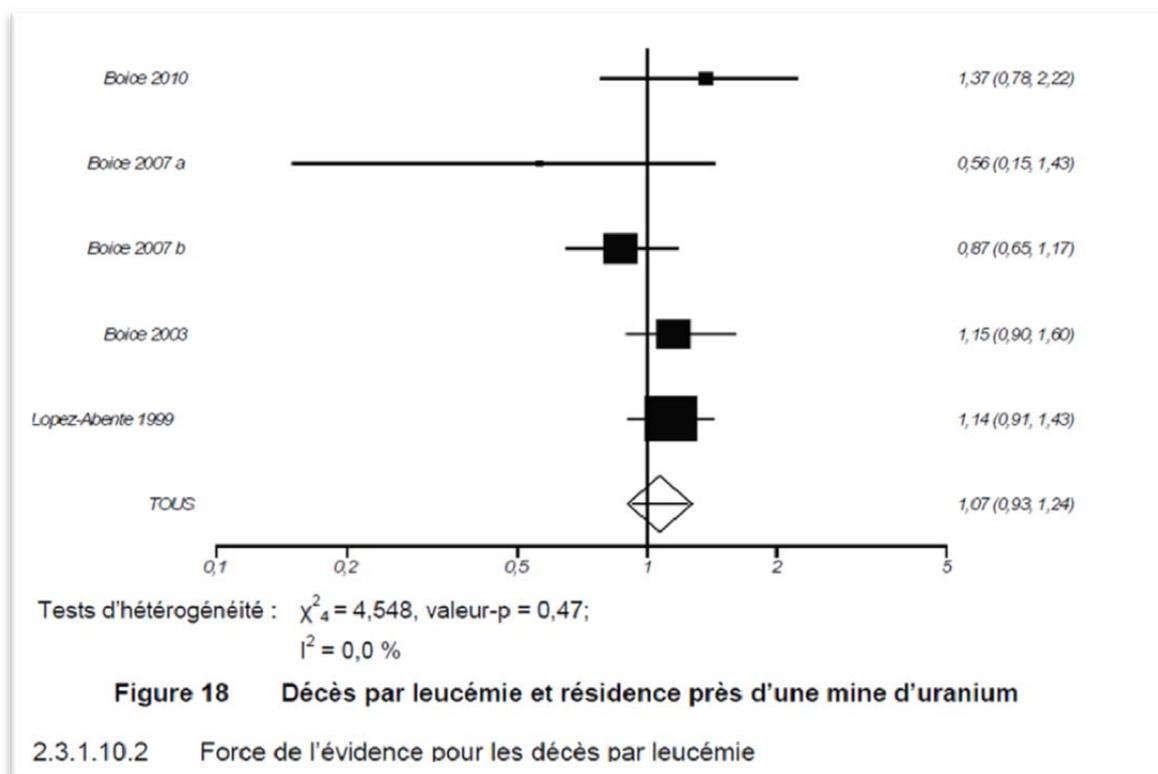
	Dose médiane (mSv)	
<b>Radiologie traditionnelle</b>		
• Extrémités	0,001	
• Poumon	0,1	
• Mammographie	0,7	
• Colonne lombosacrée	1,5	
• Repas baryté	6	
• Pyélographie endoveineuse	3	
		<b>Étude américaine (médiane – étendue)</b>
<b>Tomodensitométrie</b>		
• Tête et cou	2,6	
• Thorax	7,6	8 (2 – 24)
• Abdomen	12,3	
• Pelvis	7,8	
• Abdomen et thorax	14	
• Abdomen et pelvis	12,7	15 (3 – 43)
• Abdomen, pelvis et thorax	20,3	
<b>Examen de médecine nucléaire</b>		
• Scintigraphie osseuse par le Tc 99	4,2	
• Scintigraphie cérébrale par le Tc 99	6,9	
• Scintigraphie par le G 67 (infection)	18,5	
• Scintigraphie cardiaque par le Tc 99 (épreuve de stress avec le sestamibi)	9	
• Scintigraphie par le (18F)-fluoro-2-désoxyglucose	14	

Malheureusement, toute la complexité méthodologique déployée pour réaliser cette revue systématique ne peut augmenter la piètre qualité des données de base. L'auteur rappelle dans ses conclusions les limites des études écologiques et le fait que prises individuellement, elles ne peuvent ni prouver ni infirmer une association; elles sont plutôt utiles pour soulever des hypothèses.

Malgré toutes ces réserves, pour ce qui est de la mortalité par cancer, l'auteure conclut à :

- Une suspicion d'augmentation de risque pour la leucémie (niveau III)
- Un excès de risque de poumon statistiquement significatif chez les hommes, mais attribué au travail minier (niveau non caractérisé)
- Pour les autres cancers, les mortalités non cancéreuses, on observe soit une évidence suffisante d'absence de risque, une suspicion d'absence de risque ou encore, les données ne permettent pas de conclure.

Un examen détaillé des éléments menant à la conclusion qui pourrait soulever le plus d'inquiétude pour le lecteur du rapport soit la suspicion d'une augmentation de risque pour la leucémie montre que l'argumentation est faible et arbitraire : cinq études contribuent à l'analyse dont quatre réalisées par le même chercheur aux États-Unis et une réalisée en Espagne. Comme le graphique le montre clairement (p.85) aucune de ces études n'a montré un résultat statistiquement significatif (tous les intervalles de confiance incluent la valeur de 1, c'est-à-dire l'absence de risque). Mais nous sommes surpris de constater que le MAS (la mesure d'association synthèse) n'est que de 1,07 et que l'intervalle de confiance est compris entre 0,93 et 1,24. Il s'agit d'un niveau de risque très faible et surtout non significatif sur le plan statistique selon les standards habituels.



Selon l'auteure, les éléments d'analyse qui soutienne sa conclusion sur les leucémies sont les suivants :

- L'ampleur est jugée « faible » lorsque l'effet est situé entre 1,05 et 1,14. Il est ici de 1,07.
- La plausibilité biologique est jugée « bonne » selon l'auteure « dans la mesure où une contamination environnementale compatible avec une exposition aux rayonnements ionisants est présente ».
- La précision statistique est jugée « moyenne » parce que « l'intervalle de confiance débute entre 0,90 et 1,00. » Il débute ici à 0,93.
- L'étude qui domine l'analyse a reçu un score de qualité « élevé » de 15 sur 20.

Ces critères arbitraires sont discutables ou déraisonnables. Ils conduisent à une lecture biaisée des données :

- 1- Un risque relatif qualifié de faible en épidémiologie a longtemps été considéré comme inférieur à deux. L'approche épidémiologique est, par nature, soumise à de nombreux facteurs d'erreur et de confusion de sorte que la capacité des études épidémiologiques à conclure de façon convaincante pour des risques relatifs inférieurs à deux est faible. Elle requiert de très larges échantillons et une grande précision dans la mesure des expositions. Au cours des dernières années, plusieurs épidémiologistes ont choisi de considérer comme « faible », des associations statistiques inférieures à deux. Mais choisir comme seuil un niveau aussi bas que 1,05 est exagéré : l'épidémiologie environnementale ne peut prétendre avec sérieux à détecter un risque d'une aussi faible ampleur (5 %). Le fait de se donner des critères aussi larges augmente considérablement le risque de résultats faussement positifs et l'analyse perd sérieusement de sa capacité de discriminer un faux résultat d'un résultat réel.
- 2- La raison invoquée pour juger « bonne » la plausibilité biologique est non fondée et incohérente avec les données scientifiques actuelles sur la cancérogénicité du rayonnement ionisant. Pour l'auteure, la simple présence de rayonnement ionisant rend plausible l'hypothèse d'une augmentation de leucémie. Deux aspects importants ont été négligés dans ce jugement.

D'abord la plausibilité biologique doit être jugée non pas en fonction de la présence de rayonnement (le rayonnement est présent partout), mais en fonction de la possibilité qu'une dose d'exposition suffisante pour faire apparaître un risque accru et mesurable de cancer soit présente. Or ce niveau, qui est de l'ordre de 50 mSv. Dans les conditions actuelles d'exploitation des mines d'uranium au Canada, la réalité montre que la dose d'exposition réelle à la population, tel que mentionné précédemment est d'environ 0,01 mSv soit 5000 fois inférieur à cette dose biologiquement plausible pour induire un cancer.

Le second aspect concerne le fait que la leucémie est la conséquence d'une exposition qui doit atteindre la moelle osseuse. Or le radon, principal radionucléide dans les mines n'affecte que le poumon. Il n'est pas absorbé dans l'organisme et n'entraîne aucune exposition significative des organes autres que le poumon. Il est pertinent de rappeler que dans le cas des mineurs exposés à de très fortes concentrations de radon lorsqu'il n'y avait aucune mesure de protection, une forte augmentation du cancer du poumon a été observée, mais aucune augmentation n'a été observée pour la leucémie.

Pour ces raisons, une augmentation de leucémie dans une population avoisinante d'un site uranifère n'est pas plausible tant sur le plan biologique et radiologique.

- 3- Dans presque toutes les sphères scientifiques, il est une convention arbitraire, mais très répandue de rejeter l'hypothèse lorsque l'intervalle de confiance inclut la valeur de 1 (absence de risque). Selon cette convention, aucune des cinq études présentées ne montre un risque statistiquement significatif ni même le résultat combiné (MAS). Ce choix méthodologique inusité et arbitraire de l'auteure entraîne les mêmes conséquences que celles discutées précédemment à savoir l'incapacité à distinguer les associations fortuites liées au hasard de l'échantillonnage de celles qui sont réelles et un risque élevé de conclure à un résultat faussement positif.

Pour mieux apprécier le caractère abusif des interprétations statistiques présentées dans ce rapport, il est intéressant de prendre connaissance de la vaste étude portant sur le risque de cancer autour des sites nucléaires de l'Ontario publiée en 2013 (Lane 2013). Cette étude montre que même en l'absence de toute dose radiologique significative dans la population, de nombreuses associations statistiquement significatives selon les critères habituels sont observées et le jugement doit être exercé pour en apprécier la portée. De plus, l'ampleur de ces associations varie de - 17% à +41 % une ampleur nettement plus élevée que celle calculée pour la leucémie dans rapport de l'INSPQ (+ 7%). Or, les auteurs de l'étude ontarienne concluent que les hausses ou les baisses observées, pourtant statistiquement significatives, ne reflètent que la variation normale de la maladie dans la population et qu'il n'est pas plausible que les excès de cancers observés soit lié aux expositions mesurées.

- 4- Finalement l'auteur attribue un score de 15 points sur un maximum de 20 à l'étude qui domine l'analyse ce qui range l'étude dans la catégorie des « bonnes » études. Il s'agit pourtant d'une étude de type écologique, comportant selon l'auteur elle-même d'importances faibles inhérentes. Nous rappelons que c'est précisément cette étude qui posait comme hypothèse implicite que le public était exposé jusqu'à une distance de 30 à 50 kilomètres, à une dose suffisante pour entraîner une leucémie, une hypothèse qui n'est certainement pas transposable en contexte canadien.

S'appuyer sur une association de si faible ampleur (7%) non statistiquement significative provenant d'études qu'on reconnaît comme de faibles qualités pour étayer une conclusion lourde de conséquences en matière de santé publique relève d'un manque de jugement.

Pour toutes ces raisons, il nous apparaît injustifié de laisser planer un doute sur un excès de leucémie chez les populations riveraines des mines d'uranium sur la base des données présentées.

Il est souhaitable que le BAPE porte une attention particulière à cette conclusion compte tenu des doutes qu'elle soulève à propos d'une maladie grave. Des questions précises à l'auteure sur la vraisemblance qu'un risque accru de leucémie soit attribuable aux doses rapportées autour des installations canadiennes permettraient d'éclairer le débat. Il serait également pertinent que l'auteure précise son hypothèse quant à la nature du radionucléide qui pourrait mener à une exposition élevée de la moelle osseuse.

Dans la conclusion générale, le rapport suggère de nouvelles études épidémiologiques utilisant de meilleures méthodologies :

*« Des études de cohortes ou de cas-témoins bien faites sont requises pour confirmer ou infirmer l'existence d'associations entre le fait de résider à proximité d'un site minier et certains effets sur la santé »*

On ne peut que demeurer sceptique devant cette suggestion : le prérequis fondamental d'une étude épidémiologique contributive, quelle que soit sa méthodologie, repose sur le fait qu'on compare des

groupes distincts sur le plan de l'exposition. Or dans l'état actuel des choses, cette condition n'est pas remplie puisque les expositions contemporaines autour des installations nucléaires, dont les mines, sont aujourd'hui largement sous le niveau du bruit de fond auquel tout un chacun est exposé. L'étude réalisée en Ontario citée plus haut illustre bien cette situation.

La question de la faisabilité d'une étude épidémiologique a été examinée en détail sous l'égide de la CCNS (CCNS 0178). Ces travaux ont montré qu'une éventuelle étude épidémiologique visant à mesurer le risque de cancer du poumon chez les travailleurs des mines d'uranium actuelles n'aurait pratiquement aucune chance de pouvoir détecter un excès de risque de cancer lié au radon. Les expositions présentes des travailleurs du secteur nucléaire au Canada sont de l'ordre de 1 à 5 mSv par année.

En effet, le contrôle du radon dans les mines uranifères a permis de diminuer de près de mille fois l'exposition du travailleur entre les années 1940 et 2000 comme en témoignent les tableaux suivants issus d'un document d'information de la santé de la CCSN (CCSN 2011). Noter que l'unité mesure (UAW) correspondant environ à 5 mSv. On constate que le niveau d'exposition des années 40 était de plus de 2000 mSv par an.

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

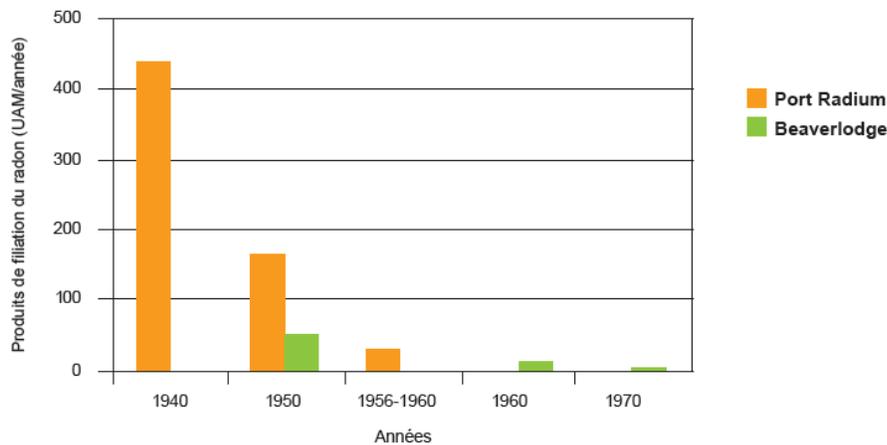
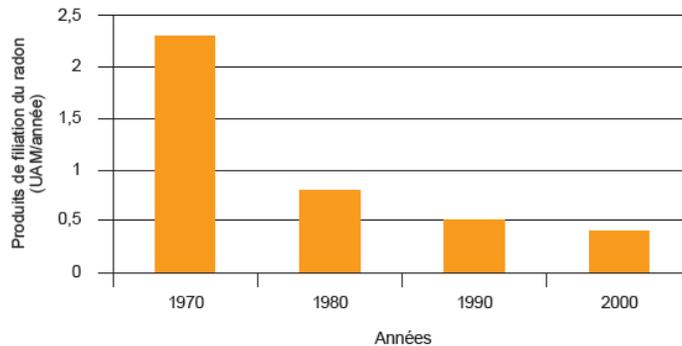


Figure 4 : Exposition moyenne aux produits de filiation du radon de 1970 à 2000



Si l'exposition des travailleurs est à ce point faible aujourd'hui, il est difficile de concevoir comment des études réalisées dans les populations avoisinantes d'un site minier pourraient être contributives.

L'épidémiologie a été déterminante pour la mise en évidence du risque cancérigène du rayonnement ionisant chez les populations fortement exposées (survivants d'Hiroshima et Nagasaki; fortes expositions médicales; mineurs non protégés, etc.). Au cours des dernières décennies, l'épidémiologie a réussi également à mettre en évidence un risque accru de cancer du poumon chez les personnes exposées à des concentrations élevées de radon dans leur domicile. Mais maintenant que les expositions du public autour des installations nucléaires sont plus de cent fois inférieures aux expositions naturelles, l'épidémiologie n'est plus d'aucun secours. Il nous semble être du devoir des épidémiologistes d'éclairer la population à ce sujet plutôt que de suggérer de nouvelles études.

On ne gère plus le risque à la santé des travailleurs et du public par la surveillance des cas de cancers chez les populations exposées (travailleurs; public; travailleurs des hôpitaux, etc.). Cette approche est – heureusement- révolue. C'est plutôt par une gestion serrée des doses d'exposition qu'on y arrive. Et la limite d'exposition recommandée pour le public, si elle est respectée, est garante de la sécurité du public. Les risques de cancer associés à ces doses, s'ils existent, sont non mesurables et suffisamment faibles pour être considérés comme négligeables.

## SECTION 2 : ÉVALUATION DU RISQUE PAR L'APPROCHE TOXICOLOGIQUE (P. 107 – 160 PLUS ANNEXES)

Cette section a été rédigée par un groupe de 3 spécialistes dont aucun n'indique une expérience ou une expertise dans le domaine du rayonnement ionisant. En absence d'un projet minier défini, les auteurs ont choisi de faire une revue de toutes les études qui, ailleurs dans le monde, ont documenté les niveaux de contamination radioactive (incluant le radon) autour des mines d'uranium. Ils ont ainsi compilé les résultats de 243 articles scientifiques.

Les auteurs ont ensuite appliqué une procédure d'analyse de risque développé par l'INSPQ pour mener des évaluations de risques en regard de contaminants environnementaux. Cette procédure est très détaillée et inclut toutes les voies potentielles de contamination. Les auteurs ont considéré autant le risque radiologique que le risque chimique des métaux propres à la filière uranifère.

Trois scénarios d'exposition ont été appliqués pour refléter l'exposition typique d'une personne vivant en milieu urbain, l'exposition d'une personne utilisant les ressources du territoire et un autochtone, vivant exclusivement des ressources du territoire.

Les auteurs mentionnent qu'ils ont converti et harmonisé les données environnementales disponibles en unités communes (par exemple Bq/l pour l'eau potable et mSv/an pour les doses radiologiques). Les risques théoriques associés aux contaminants de nature radiologique ont été estimés sur la base des coefficients de dose (Sv/Bq) de la CIPR (1995) et des coefficients de risque cancérigène vie entière de la US Environmental Protection Agency. Pour le radon, les auteurs ont converti les concentrations de radon dans l'air ( $Bq/m^3$ ) en dose annuelle (mSv/an) avec un facteur de conversion de  $2,67 \times 10^{-4} \text{ WL/Bq/m}^3$  (page 120). Une erreur s'est glissée ici : le taux de conversion est plutôt de  $2,67 \times 10^{-4} \text{ WL/Bq/m}^3$ .

Les données recueillies montrent une extrême variabilité qui s'échelonne sur plusieurs ordres de grandeur ce qui reflète probablement la diversité des situations géologiques et des exploitations minières considérées à travers le monde. Mais aussi le choix délibéré des auteurs de combiner des données d'origine extrêmement diverses pour lesquelles on peut questionner la pertinence est

étonnant. Par exemple, pour le vecteur « eau », on a regroupé sans distinction les données provenant des eaux de surface, des eaux souterraines et des eaux potables issues de 10 pays différents pour calculer des valeurs moyennes qui ont servi à alimenter les scénarios d'exposition. De plus, le rapport ne précise pas le lieu précis d'échantillonnage de l'eau par rapport au site minier. Le résultat montre des doses annuelles calculées qui ont varié pour ce vecteur de 0,00005 mSv à 10 mSv par an, une variation d'un million (p. 133). Toujours pour le vecteur « eau » pour les groupes considérés non exposés les auteurs ont calculé des doses qui ont varié de 0,00004 mSv à 1 000 000 mSv (p. 134), un écart de 12 ordres de grandeur!!

Pour le vecteur « poissons et fruit de mer » les auteurs ont assemblé dans le même groupe des données provenant de moules « collectés en Australie » et des « poissons pêchés dans les lacs canadiens » et, à partir de la mesure de plusieurs radionucléides, on calcule sur cette base une dose annuelle variant entre 0,002 à 200 mSv par an, une variation de 5 ordres de grandeur. Pour le même vecteur (poissons et fruits de mer) les doses annuelles calculées pour le groupe exposé seulement au bruit de fond varient de 0,000002 mSv à 700 mSv une variation de plus de 8 ordres de grandeur.

On note des étendues de plusieurs ordres de grandeur pour tous les vecteurs étudiés. Le tableau 43 (p. 141) montre que selon 11 % des données sur « vecteur eau » entraîne une dose supérieure à 1 mSv et 60 % des données de contamination du vecteur « poisson et fruit de mer » entraînent une dose supérieure à 1 mSv.

Rappelons le mandat confié à l'INSPQ concernant l'analyse de risque toxicologique :

« Réaliser une étude de faisabilité d'une évaluation du risque toxicologique et radiologique et, si jugé faisable, de réaliser cette évaluation de risque. »

Devant une telle hétérogénéité et variabilité des données, il apparaît difficilement faisable de mener une évaluation du risque valide sur ces bases. Ce n'est pas seulement l'existence d'un outil technique mathématique qui rend faisable une analyse de risque. La qualité et la précision des données utilisées sont capitales.

Les auteurs n'ont pas porté de jugement de la faisabilité et ont procédé à l'analyse de risque sans manifester de doute sur la légitimité de procéder ainsi.

Ils ont calculé des valeurs médianes pour chacun des vecteurs (p. 141). Le lecteur peut difficilement vérifier de ce qui lui est présenté et, mais certaines valeurs ne sont tout simplement pas applicables à la situation québécoise. Par exemple, la valeur médiane calculée pour le radon dans l'air intérieur (groupe exposé et non exposé confondu) est de 9,8 mSv (p. 141). Or au Québec, un rapport du même Institut national de santé publique (INSPQ 2004) rapporte des taux moyens de radon dans l'air intérieur au Québec mesurés dans environ 900 résidences de 38 Bq/m<sup>3</sup> au sous-sol et 18 Bq/m<sup>3</sup> au rez-de-chaussée ce qui correspond à une dose annuelle d'environ 1 mSv.

Les auteurs tentent, tant bien que mal, d'estimer la contribution additionnelle de l'exploitation d'un site minier par rapport au bruit de fond radiologique et chimique local. On ne peut pas se surprendre de leur conclusion devant une telle dispersion des données : « *l'ensemble des données ne permet pas de connaître l'influence d'une mine d'uranium sur l'exposition de la population avoisinante* ».

Mais ils ajoutent : qu'« *il en ressort qu'il existe une possibilité que l'exploitation uranifère engendre une exposition supplémentaire pour la population et que la valeur de 1 mSv... soit dépassée* » et « *qu'il n'est pas possible de statuer sur l'ampleur de ce risque* ».

Dans le contexte d'un rapport qui évalue les impacts d'un éventuel projet minier uranifère québécois sur la santé, cette conclusion évasive est trompeuse, car elle ignore les données réelles rapportées autour des installations nucléaires canadiennes (voir plus haut) et le contexte réglementaire canadien. La limite de 1 mSv est une valeur réglementaire au Canada. C'est au promoteur que revient l'obligation, avant l'amorçage du projet, de présenter les moyens qui seront mis en œuvre pour s'assurer que cette limite ne sera pas dépassée. Il doit également faire le suivi environnemental et produire régulièrement des rapports faisant état de la dose au public. Dans les faits, les installations nucléaires canadiennes ont montré une observance élevée à cette réglementation : la dose aux populations avoisinantes est de l'ordre de 0,01 mSv par an (voir plus haut). Encore une fois, on ne peut que s'étonner devant l'absence de priorité donnée à ces données canadiennes par les auteurs du rapport de l'INSPQ.

Quant à zone d'influence environnementale, les auteurs s'appuient, pour leur conclusion générale, sur la valeur de 15 km suggérée par une étude rapportant un excès de sélénium à cette distance.

*« Un autre objectif de l'évaluation du risque était de définir la zone d'influence environnementale d'une mine d'uranium. Encore une fois, le nombre limité d'études ayant tenté de répondre à cette question ne permet pas de conclure sur ce sujet. La zone d'influence de 15 km observée avec le sélénium démontre l'importance d'étudier cet aspect. »*

Cet énoncé est de nature à inquiéter. Des propos similaires avaient été tenus à Sept-Îles en rapport avec le projet d'exploration uranifère.

Le rapport de la CCNS de 2012 sur le rendement des installations du cycle du combustible (CCNS 2012) rend compte des niveaux annuels moyens de sélénium mesurés dans les effluents de cinq mines et usines de concentration d'uranium pour l'année 2012 (CCNS 2012). La moyenne dans les effluents est de 5 µg/l. Or le Règlement sur la qualité de l'eau potable au Québec permet une concentration maximale de 10 µg/l de sélénium (GOUV 2014).

Rappelons que le sélénium est un élément essentiel à l'humain. Au Canada, l'ingestion quotidienne est d'environ 200 µg par jour alors que les apports requis recommandés sont de 50 à 200 µg par jour. Ce sont les aliments et non l'eau potable qui constituent les principaux apports en sélénium. Même à la concentration maximale de 10 µg/l, l'eau ne contribuerait que pour 10 à 25 % de l'apport total en sélénium. (Santé Canada 1986)

Devant ces données, il est facile de conclure que les concentrations de sélénium mesurées directement dans les effluents des mines canadiennes montrent l'absence de tout risque à la santé et que par conséquent la zone d'influence, sur le plan de la santé publique est contenue à l'intérieur des limites du site minier du moins pour cet élément.

Il convient de distinguer la zone d'influence environnementale et la zone d'influence sur le plan de la santé publique. C'est la dose au public qui est garante de sa sécurité et non la détection d'un élément à distance de la mine. À titre d'exemple, on détecte parfois de l'iode 131 dans les eaux du fleuve Saint-Laurent en face de la centrale de Gentilly 2. Cet iode provient d'un hôpital de Trois-Rivières qui est à environ 15 km en aval de la centrale nucléaire. La zone d'influence environnementale est donc de plus de 15 km, mais la zone d'influence en terme de santé publique est inexistante : on peut vivre immédiatement à côté d'un hôpital sans craindre les effets des effluents radioactifs qu'il émet.

Pour ce qui est des autres métaux d'intérêts des mines uranifères, le suivi environnemental montre que les effluents respectent les limites prescrites et se comparent avantageusement aux autres secteurs miniers regroupés sous les catégories « métaux communs » « métaux précieux » et « fer »

(CCNS 2012) comme en témoigne le tableau suivant qui compare la conformité des divers secteurs miniers canadiens en regard du Règlement des effluents des mines et métaux (REMM) :

**Tableau 2-5 : Pourcentage des mines conformes au REMM par secteur, de 2007 à 2011**

Secteur minier	Année				
	2007	2008	2009	2010	2011
Uranium	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Métaux communs	67 %	60 %	58 %	65 %	65 %
Métaux précieux	74 %	80 %	79 %	87 %	70 %
Fer	50 %	67 %	50 %	20 %	33 %
Toutes les mines métallifères	71 %	71 %	69 %	75 %	67 %

Quant au radon provenant d'un site minier, qui était la préoccupation majeure de la population de Sept-Îles à l'origine même de ce rapport de l'INSPQ, les auteurs concluent :

*« En ce qui concerne l'air extérieur, bien qu'il semble possible que le radon soit émis de la mine elle-même et des différents résidus sur place, aucune conclusion concernant l'impact pour les populations avoisinantes ne peut être tirée. », en particulier parce qu'ils n'ont trouvé « aucune étude montrant l'influence de l'exploitation d'une mine sur les concentrations de radon dans l'air intérieur des maisons. »*

Cette conclusion sur le radon montre une méconnaissance de la part des auteurs de la problématique du radon. En se concentrant sur les apports en radon éventuels d'une mine à l'exposition du public, les auteurs font fausse route. Cette faiblesse du rapport est préoccupante, car c'est la question du radon qui avait dominé la controverse autour du projet d'exploitation d'une mine à proximité de Sept-Îles. Cette conclusion ne peut que contribuer à perpétuer cette idée erronée que le radon dans l'air extérieur est un risque à la santé publique et que l'exploitation d'une mine pourrait accroître ce risque.

L'INSPQ aurait eu avantage à s'appuyer sur l'expertise québécoise déjà développée sur le radon :

- 1) Les données québécoises sur le radon domiciliaire (rapport de l'INSPQ 2004)

Ce rapport, réalisé à la demande de la Direction générale de la santé publique du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) fait le point sur la question du radon en milieu résidentiel et la santé. On y trouve les résultats de mesures de radon résidentiel pour chacune des régions administratives du Québec. Les zones géologiques plus propices à produire des niveaux plus élevés sont identifiées et on y trouve les concentrations de radon qui y ont été mesurées, dont la région d'Oka

(voir plus bas). Ces données auraient permis aux auteurs du présent rapport sur les mines uranifères de décrire la situation réelle québécoise, incluant les zones à risque plutôt que de recourir à des données provenant d'autre pays.

Les données montrent que la moyenne arithmétique des concentrations mesurées au rez-de-chaussée au Québec est de 38 Bq/m<sup>3</sup>. La moyenne rapportée pour la région de la Côte-Nord est de 43 Bq/m<sup>3</sup>.

Les niveaux québécois se situent dans la moyenne des pays répertoriés dans un rapport publié par le United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR (2000). Les concentrations de radon résidentiel varient considérablement d'un pays à l'autre en fonction des caractéristiques géologiques locales. Les niveaux rapportés varient de 9 Bq/m<sup>3</sup> (Égypte) à 140 Bq/m<sup>3</sup> (République tchèque).

Une étude pancanadienne a documenté les niveaux de radon domiciliaire et les résultats montrent que les niveaux moyens au Québec sont légèrement inférieurs à la moyenne canadienne (CCNS 2011). Rappelons que le seuil recommandé par Santé Canada pour intervenir en milieu résidentiel est de 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Le rapport de l'INSPQ 2004 montre bien que c'est la nature des sols situés immédiatement sous la résidence qui est responsable des variations observées et non l'air extérieur. Ceci demeure vrai même à proximité d'un gisement riche en uranium.

Ainsi on peut y lire (p. 4) :

*« Dans l'air extérieur, les concentrations de radon varient généralement entre 1 et 10 Bq/m<sup>3</sup>. Les concentrations peuvent toutefois être plus importantes lorsque des minéraux riches en uranium se retrouvent tout près de la surface. Les concentrations peuvent alors atteindre quelques dizaines de Bq/m<sup>3</sup> (Cothorn et Smith, 1987). Même si la qualité de l'air extérieur près des sols se trouve ainsi altérée, les concentrations dans l'air extérieur demeurent négligeables à cause de la dilution atmosphérique »*

## 2) Le cas du gisement de niobium d'Oka

Il s'agit de l'ancienne mine de niobium, riche en uranium près de la ville d'Oka au Québec, une localité située à une cinquantaine de kilomètres de Montréal

Dans les années 90, des promoteurs immobiliers ont proposé la construction de nouvelles maisons sur un terrain proche d'un gisement minier à Oka. Les concentrations très élevées dans les résidences déjà construites ont incité les autorités de santé publique à limiter ce développement. La Direction de la santé publique des Laurentides, la région concernée par cette situation, a produit un rapport détaillé sur les risques à la santé (DSP Laurentides 1998). On y montre que la nature des sols entraîne des concentrations moyennes dans l'air intérieur de près de 700 Bq/m<sup>3</sup>. Quant à l'air extérieur, la DSP conclut :

*« **À l'extérieur** des maisons, le radon est dispersé et dilué à des concentrations d'environ 1 à 10 Bq/m<sup>3</sup>. Il est donc **sans danger** pour la santé. Cependant, le radon peut s'infiltrer par les sous-sols à travers les planchers en terre battue, les fissures du plancher ou des murs en béton, les égouts, les puisards ou les joints. Le radon peut aussi pénétrer dans la maison par l'eau d'un puits contenant du radon et être libéré dans l'air. Toutes ces conditions peuvent favoriser **l'accumulation du radon à l'intérieur des maisons.** »*

Il est important de noter que c'est la présence de minerai riche en uranium sous la résidence qui cause des concentrations élevées de radon dans les résidences. Que le gisement soit exploité ou non n'influence pas de façon significative l'exposition de la population avoisinante par l'intermédiaire du radon dans l'air extérieur.

### 3) Les rapports environnementaux des mines canadiennes de la Saskatchewan

Ces rapports de suivi environnementaux (CCSN 2011) documentent les concentrations de radon sur les sites miniers. Il est possible de trouver des concentrations élevées (jusqu'à 1000 Bq/m<sup>3</sup>) au site minier au voisinage immédiat de forte source de rayonnement. Mais on constate que la zone d'influence du radon produit par les mines est de quelques centaines de mètres, que les concentrations diminuent rapidement avec la distance pour atteindre quelques dizaines de Bq/m<sup>3</sup> à la périphérie des installations. Le tableau suivant résume la situation (réf : CCNS 2011; INSPQ 2004; CAMECO 2010)

Secteur	Plages de concentration (Bq/m <sup>3</sup> )
Sur le site minier, zones proches de fortes sources de rayonnement	1 à 1000
Sur le site minier à l'intérieur des limites	1 à 50
Aux limites du site minier	1 à 20
Dans l'air extérieur en général	1 à 20
Dans les résidences	Moyenne canadienne : 45 Moyenne québécoise : 38 Proche d'un gisement : 20 à 10 000
Limite d'intervention recommandée par Santé Canada en milieu résidentiel	200

### 4) Le projet de mine uranifère de Matoush

C'est le seul projet minier avancé au Québec. Les auteurs du rapport de l'INSPQ n'en font jamais mention. Une étude d'impact a été déposée et le projet a été discuté en audiences publiques. Les rapports sont publics on y trouve d'abondantes données qui documentent ce que les auteurs du rapport de l'INSPQ recherchent : le bruit de fond radiologique. On y trouve notamment les résultats du suivi du radon et de l'ambiance gamma pour 5 sites de mesures situés sur le site minier. Les concentrations dans l'air extérieur ont varié de 7,4 à 18,5 Bq/m<sup>3</sup> soit un niveau similaire à ce qu'on retrouve partout au Québec.

En guise de recommandations, les auteurs du rapport proposent des « pistes de réflexion » à la toute fin du rapport (p. 210). Notons que ces pistes de réflexion font déjà partie des pratiques et des exigences réglementaires. Nous ne pouvons que souscrire à ces idées :

- Advenant la décision d'exploiter une mine d'uranium, il appert nécessaire que le bruit de fond régional soit bien caractérisé avant le début des travaux.
- La caractérisation du bruit de fond devrait être réalisée à l'aide d'un plan d'échantillonnage rigoureux. L'élaboration de ce plan d'échantillonnage devrait inclure toutes les instances concernées, dont la population locale et la santé publique.
- Un plan de surveillance environnementale pour le suivi des activités minières devrait être établi avant le début de tout projet d'exploitation d'une mine d'uranium. Ce plan devrait également inclure toutes les instances concernées. Il faudra s'assurer de la mise en place de ce plan de surveillance.

- Des évaluations du risque pour la santé humaine devraient être réalisées dès le début de tout projet. Afin de mieux cerner l'exposition réelle des populations concernées, les scénarios d'exposition utilisés devraient se rapprocher le plus possible de la réalité régionale.

### **Conclusions du volet des risques à la santé**

Il est regrettable que le rapport de l'INSPQ n'ait pas basé son analyse sur les données réelles provenant des activités de la filière uranifère canadienne et des autres installations nucléaires existantes

Ces données montrent que :

Les doses individuelles annuelles moyennes des quelque 6500 travailleurs miniers de la Saskatchewan sont de l'ordre de 1 mSv par année.

La dose annuelle au public à proximité immédiate de la centrale nucléaire de Gentilly 2 (une ferme située à 1,9 km du réacteur) a varié entre 0,001 à 0,005 de 2008 à 2012.

Les doses annuelles au public autour de cinq installations canadiennes du cycle du combustible ont varié de 0,001 à 0,031 mSv entre 2008 et 2012.

Les concentrations de radon dans l'air extérieur aux limites d'un site minier est de l'ordre de quelques dizaines Bq/m<sup>3</sup> et la zone d'influence est de quelques centaines de mètres.

L'exposition au radon des personnes vivant à proximité d'un site minier vient principalement de l'infiltration de radon provenant du sol sous la résidence et concentré dans l'air intérieur. Cette situation ne sera pas modifiée de façon significative par l'exploitation d'une mine à proximité.

En s'appuyant sur une méthodologie inappropriée et des données peu pertinentes, le rapport de l'INSPQ a erré de façon sérieuse. Une évaluation fondée sur les données réelles des suivis environnementaux canadiens aurait permis de démontrer hors de tout doute raisonnable que les doses au public autour des installations nucléaires canadiennes sont extrêmement faibles et ne présentent aucun risque à la santé.

Personne ne peut contester la « possibilité » qu'un événement exceptionnel ne conduise dans le futur à un dépassement de la limite réglementaire de 1 mSv par année pour le public. Mais que l'INSPQ affirme dans un rapport public d'une telle importance « qu'on ne peut évaluer l'ampleur de ce risque » sans même faire état des résultats probants et publics accumulés depuis des décennies dans le cadre de suivis des obligations réglementaires témoigne d'un manque important d'expertise et de connaissance en matière de radioprotection.

Nous sommes tous conscients qu'un écart très important est souvent observé entre l'évaluation scientifique du risque du rayonnement ionisant sur la santé et sa perception dans le public. Le mot nucléaire fait peur. Il renvoie inévitablement aux explosions nucléaires d'Hiroshima et Nagasaki et à la prolifération des armes nucléaires. On évite le mot : qui a remarqué que ce qui était appelé, il y a 30 ans dans les hôpitaux, examens par Résonance Magnétique Nucléaire (IRM) est devenu Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)? Le même changement s'est opéré partout en anglais (NMR est devenu MRI). Pourtant il n'y a aucun rayonnement ionisant d'impliqué dans ces examens et les appareils sont les mêmes. Il valait simplement mieux éviter le mot nucléaire.

L'opinion indépendante d'une autorité de santé crédible comme l'INSPQ peut aider à dissiper les mythes, les peurs et contribuer ainsi à corriger les fausses perceptions lorsque les risques appré-

hendés ne sont pas fondés. Loin d'éclairer la société québécoise comme il devait le faire, je suis d'avis que présent rapport, par les doutes qu'il soulève, sans fondement scientifique valable, sur l'existence de maladies graves autour d'éventuelles mines d'uranium au Québec et par toutes les incertitudes qu'il exprime sur le contrôle des effluents radioactifs d'une installation nucléaire contribuera à maintenir la confusion et aggraver l'écart entre le risque réel lié à un projet minier uranifère et le risque perçu par la population. Pour ces raisons, il pourrait être de nature à nuire à l'intérêt public.

### **SECTION 3 : VOLET DES IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE VIE, DANS SES ASPECTS PSYCHOLOGIQUES ET SOCIAUX**

Le dernier volet du rapport visait à évaluer les principaux impacts psychologiques et sociaux des mines uranifères sur les populations vivant à proximité. Les auteurs ont procédé à une recherche systématique des écrits publiés avec une attention particulière pour les études provenant de pays comportant un cadre législatif comparable à celui du Canada et des pratiques industrielles contemporaines. Le procédé d'identification des articles nous semble tout à fait adéquat. Il a conduit à l'identification de 27 articles qui ont constitué la base de l'analyse. Les auteurs ont distingué les articles évalués par les pairs de ceux qui étaient des rapports ou écrits d'autre nature. Dans le premier groupe, on compte une étude canadienne réalisée en Saskatchewan et dans le second groupe, on trouve 2 rapports réalisés également au Canada.

Les auteurs font ressortir avec justesse que les mines d'uranium peuvent être perçues par plusieurs individus ou institutions comme étant une activité « nucléaire » et qu'on doit en tenir compte dans l'appréciation des impacts. La crise vécue à Sept-Îles leur donne raison : la peur du « nucléaire » faisait partie des arguments exprimés par le public en parallèle à la peur de la radioactivité.

L'analyse montre que les études ont été réalisées dans des contextes et communautés variés, mais que plusieurs éléments cohérents en ressortent. Un impact sur la qualité de vie est possible, en particulier relié à l'accroissement démographique lié à l'activité minière et à la pression disponible sur les services disponibles pour cette population. Cet impact n'est pas propre aux mines d'uranium. La préoccupation liée à l'eau potable est souvent exprimée.

Les auteurs soulignent que l'impact sur les communautés autochtones peut être plus marqué en raison de leurs activités traditionnelles et leur utilisation du territoire.

Au chapitre des impacts psychologiques, les études rapportent de l'anxiété, du désarroi, des problèmes liés aux horaires atypiques de travail; des discordes chez les travailleurs, leur famille et la communauté et également des problèmes de consommation. Quant aux impacts sociaux, les études font ressortir les impacts souvent positifs des projets miniers en général : amélioration des infrastructures; dons et subventions à la communauté; amélioration de l'éducation est des revenus. Mais ces impacts sont parfois de courte durée et les impacts négatifs sont souvent prévalents : répartition inéquitable des impacts; diminution de la confiance dans les autorités; tensions sociales, etc.

Les auteurs font ressortir que le degré d'acceptation variable des mines d'uranium varie en fonction de la présence ou non de retombées socioéconomiques locales, du degré d'intégration des citoyens dans le processus décisionnel. On observe aussi que de façon générale, les femmes plus que les hommes et les autochtones s'opposent davantage à ce type de projet.

Cette section du rapport dresse un portrait qui nous semble juste et réaliste des impacts potentiels négatifs de nature psychologique et sociale d'un projet minier en général avec quelques caractéristiques propres à des projets de mines d'uranium. Les impacts négatifs soulevés nous semblent

pertinents à un projet minier qui serait développé en milieu québécois et, en ce sens, ce chapitre pourrait constituer une base adéquate pour identifier les impacts potentiels et éventuellement les minimiser par des actions appropriées.

Nous appuyons les pistes suggérées par les auteurs visant à mitiger ces impacts négatifs potentiels notamment les approches participatives et de gestion intégrée.

Au cours des dernières années, l'idée d'étudier les impacts psychosociaux a évolué vers une perspective plus large : l'étude des impacts sur les déterminants sociaux de la santé tels que définis par les autorités de santé comme l'Organisation mondiale de la santé. Les organismes de santé ont repris et adapté la liste de déterminants qui varient quelque peu selon des sources, mais qui comprennent généralement les éléments suivants :

- Le niveau de revenu et la situation sociale;
- Le niveau d'instruction et la littératie;
- Le réseau de soutien social;
- L'emploi, les conditions de travail et la santé au travail;
- L'environnement physique;
- Les services de santé individuelle et publique;
- Le développement des enfants;
- Le sexe, le genre;
- La culture.

L'étude des impacts potentiels sur les déterminants de la santé a été exigée au Québec en 2007 pour le projet hydroélectrique Eastmain 1A Dérivation de la rivière Rupert. Le promoteur a également été tenu de suivre de façon prospective les principaux déterminants de la santé et d'estimer l'impact du projet sur ces déterminants de concert avec les autorités de santé régionales. Nous croyons que cette évolution est bénéfique et que l'adoption de ce cadre de référence permet une appréciation plus globale des impacts tant positifs et négatifs que peut avoir un projet sur les communautés. Il permet surtout de mettre en place des actions visant à favoriser les impacts positifs et mitiger les impacts négatifs à toutes les étapes du projet. Cette approche devrait être encouragée.

## RÉFÉRENCES

CAMECO 2010. Cameco. Rabbit lake operation. Integrated environmental risk assessment and state of the environment report 2005 - 2009.

CCSN 2012 Rapport du personnel de la CCSN sur le rendement des installations du cycle du combustible d'uranium et des installations de traitement : 2012. Disponible sur le site internet de la CCNS : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/publications/reports/report-on-uranium-fuel-cycle-and-processing-facilities.cfm>

CCNS RSP-0178 Feasibility study: Saskatchewan uranium Miners Cohort Study (Part II). Senes Consultants. Ltd. Résumé disponible sur le site internet : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/research/research-and-support-program/research-report-abstracts/reports-issues-2004-2005.cfm#rsp-0178>

CCSN 2011 Commission canadienne de sûreté nucléaire. Le radon et la santé. Disponible sur internet : [http://www.nuclearsafety.gc.ca/pubs\\_catalogue/uploads\\_fre/January-2012-Radon-and-Health-fra.pdf](http://www.nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads_fre/January-2012-Radon-and-Health-fra.pdf)

DSP Laurentides 1998. Direction régionale de la santé publique des Laurentides. Le radon à Oka. Rapport d'intervention de la santé publique <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/archives/oka/docdeposes/documdeposes/DB17.pdf>

GOUV 2014. Gouvernement du Québec. Règlement sur la qualité de l'eau potable. A jour au 1 juillet 2014. Disponible sur le site internet : [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/Q\\_2/Q2\\_R40.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/Q_2/Q2_R40.htm)

Hydro-Québec 2012. Hydro-Québec Production. Résultats du programme de surveillance de l'environnement du site de Gentilly. Rapport annuel 2012. Rapport technique G2-RT-2013-00518-005. Disponible sur le site internet d'HQ : <http://www.hydroquebec.com/production/centrale-nucleaire/documents.html>

INSPQ 2004. Le radon au Québec. Évaluation du risque à la santé et analyse critique des stratégies d'intervention 2004. [www.inspq.qc.ca/pdf/publications/352-Radon\\_Rapport.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/352-Radon_Rapport.pdf)

Lane 2013. Radiation Exposure and Cancer Incidence (1990 to 2008) around Nuclear Power Plants in Ontario, Canada. Journal of Environmental Protection 2013 disponible sur le site internet suivant : <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2013.49104>

MDDELCC Ministère du Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques. Règlement sur la qualité de l'eau potable. Disponible sur le site internet : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/annexe.htm#inorganique>

Plante 2010. Plante. Prescrire un examen de radiologie diagnostique, un geste banal? Le médecin du Québec. Avril 2010. Disponible sur le site internet de la Fédération des Médecins Omnipraticiens du Québec : <http://lemedecinduquebec.org/archives/2010/4/>

Santé Canada. Le sélénium. Document disponible sur le site internet : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semi/pubs/water-eau/selenium/index-fra.php#n2>