

ENQUÊTE ET AUDIENCES PUBLIQUES DU BAPE
Les enjeux de la filière uranifère au Québec

**Complément d'information afin de répondre aux questions et préoccupations soulevées
dans les mémoires déposées au BAPE**

Thème de la santé

Table des matières

| | |
|---|----|
| 1. Effets cumulatifs de la radiation sur la santé..... | 2 |
| 2. Effets cumulatifs de l'exposition à l'uranium et à d'autres contaminants | 2 |
| 3. Taux de cancer du poumon chez les travailleurs..... | 3 |
| 5. Effets de l'uranium sur la santé des personnes les plus susceptibles | 4 |
| 6. Effets du rayonnement sur la santé des populations vivant autour des mines d'uranium | 5 |
| 7. Effets de l'uranium appauvri sur la santé | 6 |
| 8. Impact de l'uranium sur la santé des premières nations..... | 6 |
| 9. Effets du radium sur la santé | 7 |
| 10. Dose collective responsable de l'augmentation du cancer | 8 |
| 11. Polonium dans les résidus miniers..... | 8 |
| 12. Effets de l'exploitation de l'uranium dans la ville de Port Hope..... | 9 |
| 13. Exposition des travailleurs au rayonnement peut causer une augmentation de cancer et de malformations chez leur progéniture | 10 |
| 14. Augmentation de la leucémie chez les enfants vivant autour des centrales nucléaires | 10 |
| 15. Effet sur la santé du rayonnement alpha produit par les produits de désintégration du radon | 11 |
| 16. Augmentation des cancers chez les individus de la bande Dénée de Déline..... | 12 |
| 17. Contrôle de l'exposition au rayonnement alpha | 12 |
| 18. Cancer du rein relié à l'uranium présent dans l'eau potable..... | 13 |
| 19. Recommandation de Santé Canada sur les niveaux de radon résidentiel | 15 |

1. Effets cumulatifs de la radiation sur la santé

Plusieurs mémoires (mémoires 3, 9, 15, 19, 28, 34, 57, 64, 65 et 68 et 199) font référence au fait que la dose due à l'exposition à la radioactivité provenant de l'uranium découlant de l'exploitation d'une mine s'ajouterait à tout autre source de rayonnement comme le bruit de fond naturel par exemple.

Information factuelle :

- Le risque de développer un cancer dû aux doses cumulées de radiation ne s'est pas révélé plus élevé pour 42,000 travailleurs de l'industrie nucléaire au Canada que pour le reste de la population canadienne.
- Le comité BEIR VII a déterminé qu'une seule personne sur 100 pourrait développer un cancer si 100 personnes étaient exposées à 100 mSv de radiation pendant toute une vie tandis que 42 personnes sur 100 développeront le cancer ou la leucémie dû à toute autre cause durant leur vie.

Sources d'information et références :

- Analyse du risque lié au rayonnement chez les travailleurs canadiens du secteur nucléaire: Une nouvelle analyse de la mortalité attribuable au cancer chez les travailleurs canadiens du secteur nucléaire (1957-1994) : <http://www.suretenucleaire.gc.ca/fra/resources/health/health-studies/iarc-reanalysis.cfm>
- Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation, BEIR VII, Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation Board on Radiation Effects Research Division on Earth and Life Studies. National Research Council of the National Academies, the National Academies Press. Washington, D.C.: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=030909156X>

2. Effets cumulatifs de l'exposition à l'uranium et à d'autres contaminants

Certains intervenants (mémoires 3, 9, 28, 34, 57, 64, 65 et 68 et 199) ont affirmé que les effets de l'exposition à l'uranium pourraient s'additionner à d'autres contaminants comme le diesel et ainsi multiplier le risque de développer un cancer pour les travailleurs.

Information factuelle :

- Selon une étude du département de l'énergie américain, l'exposition aux poussières de minerai ou au diésel combinée à l'exposition simultanée au radon n'a pas augmenté l'incidence de cancer du poumon par rapport à l'incidence de cancer observé après une exposition au radon uniquement.
- Les études cohortes à long terme sur les mineurs d'uranium et l'exposition à des niveaux élevés de radon contiennent des incertitudes quant à une co-exposition à des facteurs confondants qui étaient aussi présents dans le milieu de travail soit, la fumée de diesel, l'arsenic et la poussière de silice. Néanmoins ces études ont pu démontrer avec certitude que l'augmentation du risque de cancer du poumon était directement liée à la dose de radon présent dans le milieu de travail.

Sources d'information et références :

- Toxicological Profile for Radon:
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=407&tid=71>
- U.S. Environmental Protection Agency Office of Air and Radiation Indoor Environments Division: <http://www.epa.gov/radon/pubs/physic.html>

3. Taux de cancer du poumon chez les travailleurs

Plusieurs intervenants (mémoires 3, 5, 8, 9, 15, 19, 21, 28, 34, 57, 65 et 72 et 199) ne réalisent pas que les faibles doses de produits de désintégration du radon auxquelles sont exposés les mineurs modernes ne peuvent être responsables d'une augmentation du risque de cancer du poumon chez ces derniers.

Information factuelle :

Le risque d'augmentation du cancer du poumon chez les mineurs qui travaillent aujourd'hui dans les mines d'uranium sous-terraines est comparable au risque encouru par le reste de la population canadienne.

Sources d'information et références :

- Exposition et risque encouru par les travailleurs des mines d'uranium depuis l'entrée en vigueur de la *Loi sur la sûreté et la Réglementation nucléaire* en 2000, CCSN, SAN9, août 2014, 24 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/san.htm>

4. Toxicité de l'uranium (malformation, mutations génétiques et leucémie)

Plusieurs intervenants (mémoires 8, 9, 13, 15, 19, 16, 17, 21, 28, 33, 34, 40, 55, 57, 60, 64, 65, 68, 69, 70 et 72 et 199) ont relié à tort l'exposition des populations vivant autour des mines en exploitation au rayonnement ionisant qui proviendrait de l'uranium et qui pourrait causer une augmentation de la leucémie, des mutations génétiques menant à d'autres cancers que celui du poumon et des malformations chez les nouveau-nés.

Information factuelle :

- Des effets génétiques indésirables ont été uniquement observés lors d'études animales conduites à des doses élevées de rayonnement et non aux doses auxquelles sont exposées les populations autour des mines au Canada soit des doses qui ne dépassent pas le background naturel (≤ 2 mSievverts).
- Aucun effet héréditaire n'a été démontré chez l'homme.
- Aucun excès de cancers autres que celui du poumon n'a été observé suite à l'exposition aux produits de désintégration du radon dans les mines d'uranium.
- L'uranium est faiblement radioactif et seules ses propriétés de métal lourd peuvent causer une toxicité chimique qui se manifeste principalement sur le rein pas sur les autres organes (p. ex. tissus neurologiques, hématopoïétiques, hépatiques, digestifs, cutanés et musculosquelettiques). L'effet de l'uranium sur les reins se passe à des doses très élevées (i.e. à des doses qu'on ne retrouve pas en milieu naturel ni autour de sites miniers anciens ou actuels) et est presque toujours temporaire et réversible.

Sources d'information et références :

- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), 2001. Hereditary Effects of Radiation. Report to the General Assembly, with Scientific Annex. United Nations, New York.
- BEIR VII, Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation Board on Radiation Effects Research Division on Earth and Life Studies. *Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation*, National Research Council of the National Academies, the National Academies Press. Washington, D.C: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=030909156X>
- Exposition et risque encouru par les travailleurs des mines d'uranium depuis l'entrée en vigueur de la *Loi sur la sûreté et la Réglementation nucléaire* en 2000, CCSN, SAN9, août 2014, 24 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/san.htm>
- Démythificateur de la CCSN : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/mythbusters/index.cfm>
- Les rejets des mines et usines de concentration d'uranium dans l'environnement posent-ils un risque pour la santé de la population? CCSN, INFO35, présentation PowerPoint, 17 septembre 2014, 20 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/info.htm>
- Fiche de renseignement sur le radon, CCSN : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/fact-sheets/radon.cfm>
- Document de la CCSN : INFO-0781, *Comprendre les études sur la santé et les évaluations des risques menées à Port Hope entre les années 1950 et aujourd'hui* : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/pdfs/Info-0781-fr.pdf>

5. Effets de l'uranium sur la santé des personnes les plus susceptibles

Plusieurs intervenants (mémoires 8, 9, 15, 19, 28, 34, 55, 57 et 69 et 199) sont préoccupés par le fait que les femmes enceintes et les enfants seraient plus susceptibles aux effets néfastes potentiels dans l'environnement de l'exploitation d'une mine d'uranium et de l'exposition aux rayonnements qui pourrait en découler.

Information factuelle :

- Dans l'établissement des limites de dose pour le public, la CCSN a tenu compte des personnes les plus sensibles, comme les enfants et les femmes enceintes, ainsi qu'il est recommandé dans la publication 103 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR).
- Aucun effet indésirable n'est observé au niveau des limites de dose de 1 mSv établi pour le public au Canada. Les doses mesurées à 2 km des mines d'uranium au Canada sont au même niveau que le bruit de fond naturel soit sous les 2 mSv, ce qui confirme que cette population est exposée à des doses de rayonnement similaires que le reste de la population canadienne.
- Les enfants sont en général également radiosensibles que les adultes pour 15 % des types de cancer comme le cancer du côlon par exemple. Dans 10 % des cancers comme le cancer du poumon par exemple, les enfants sont moins radiosensibles que les adultes. Dans 20 % des autres cancers comme celui de l'œsophage, les données sont trop rares

pour permettre une conclusion. Par ailleurs dans 30 % des autres cas de cancer comme le lymphome d'Hodgkin, le cancer de la prostate, le cancer du rectum et de l'utérus, il n'existe pas de relation ou la relation est très faible entre l'exposition au rayonnement ionisant et le risque de développer la maladie peu importe l'âge à l'exposition. Pour les autres types de cancer, il n'existe pas de lien comparatif rapporté.

Sources d'information et références :

- The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICPR Publication 103, Elsevier, 2007.
- Les rejets des mines et usines de concentration d'uranium dans l'environnement posent-ils un risque pour la santé de la population? CCSN, INFO35, présentation PowerPoint, 17 septembre 2014, 20 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/info.htm>
- UNSCEAR 2013 Report, Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, volume II, Scientific annex B, *Effects of radiation exposure of children*: [http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&ved=0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.unscear.org%2Fdocs%2Freports%2F2013%2FUNSCEAR2013Report AnnexB Children 13-87320_Ebook_web.pdf&ei=T6CFV0mrHMi-ggT9tILYBQ&usg=AFQjCNFBv6Otmii2RGl-HpEKwFG-jW_NcQ](http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&ved=0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.unscear.org%2Fdocs%2Freports%2F2013%2FUNSCEAR2013Report%2FAnnexB%2FChildren%2F13-87320_Ebook_web.pdf&ei=T6CFV0mrHMi-ggT9tILYBQ&usg=AFQjCNFBv6Otmii2RGl-HpEKwFG-jW_NcQ)

6. Effets du rayonnement sur la santé des populations vivant autour des mines d'uranium.

Plusieurs intervenants (mémoires 8, 9, 13, 15, 19, 16, 17, 28, 33, 34, 40, 52, 57, 60, 65, 69, 70 et 72 et 199) ont rapporté que les populations avoisinantes des mines d'uranium étaient exposées à des doses de rayonnement supérieures au reste de la population ailleurs où il n'y a pas de mines.

Information factuelle :

- Les intervenants font ici référence aux pratiques en cours sur les anciens sites miniers. Les règlements qui prévalent aujourd'hui pour l'exploitation des mines d'uranium rendent inacceptables de telles pratiques.
- Des études et des activités de surveillance ont démontré qu'il n'y avait pas d'incidence importante sur la santé de la population vivant à proximité des mines et usines d'uranium. L'exposition humaine au radon et au rayonnement lié à l'extraction d'uranium effectuée avec des moyens modernes est très faible et n'augmente pas le risque de cancer.
- Aucun effet indésirable n'est observé au niveau des limites de dose de 1 mSv établi pour le public au Canada. Les doses mesurées à 2 km des mines d'uranium au Canada sont au même niveau que le bruit de fond naturel soit sous les 2 mSv, ce qui confirme que cette population est exposée à des doses de rayonnement similaires que le reste de la population canadienne.

Sources d'information et références :

- Démythificateur de la CCSN : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/mythbusters/index.cfm>

- Cancer incidence and mortality in populations living near uranium milling and mining operations in grants, New Mexico, 1950-2004. Boice JD Jr, Mumma MT, Blot WJ: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20954862>
- Les rejets des mines et usines de concentration d'uranium dans l'environnement posent-ils un risque pour la santé de la population? CCSN, INFO35, présentation PowerPoint, 17 septembre 2014, 20 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/info.htm>

7. Effets de l'uranium appauvri sur la santé

Un intervenant (mémoire 5) a rapporté qu'il avait été prouvé que l'uranium appauvri (UA) avait fait du dégât chez les militaires et chez les populations qui y avaient été exposé pendant les guerres qui avaient utilisé des munitions qui en contenaient.

Information factuelle :

- A l'heure actuelle, il existe peu de données laissant croire à une association entre le déploiement pendant la guerre du Golfe ou le conflit des Balkans et l'augmentation du risque de cancer ou de mortalité. Le programme exhaustif de surveillance et de suivi des anciens combattants américains de la guerre du Golfe porteurs de fragments d'UA n'a mis en évidence, après 18 ans de suivi, aucun effet néfaste significatif pour la santé dans ce groupe particulier exposé à l'UA de façon chronique.
- En effet si l'UA avait eu un effet sur la santé des personnes exposées, cet effet ne pourrait être relié au rayonnement qu'il émet car il est très faible mais à sa toxicité potentielle sur le rein à concentrations élevées.

Source d'information et référence :

- Uranium appauvri et anciens combattants canadiens : Bilan de l'exposition possible et de ses effets sur la santé, Comité consultatif scientifique sur la santé des anciens combattants, 2013 : <http://www.veterans.gc.ca/fra/about-us/reports/external-advisory-committee/depleted-uranium-canadian-veterans>

8. Impact de l'uranium sur la santé des premières nations

Certains intervenants (mémoires 8, 13, 15, 19, 28, 40 et 65 et 199) prétendent que les premières nations à cause de leur diète (chasse, gibier, fruits sauvages) seraient plus exposées aux effets que pourrait avoir sur leur santé l'uranium et ses produits de désintégrations qui seraient intégrés dans la chaîne alimentaire.

Information factuelle :

- Le poisson, le gibier et les fruits provenant des régions avoisinantes des mines et usines de concentration d'uranium en exploitation sont propres à la consommation. Une surveillance constante démontre que les rejets près des sites de mines et usines de concentration sont sous les recommandations pour la consommation du poisson et souvent à des niveaux équivalent au niveau régional naturel.
- À propos des sites miniers historiques – certaines restrictions, par exemple pour le sélénium, s'appliquent aujourd'hui à la pêche dans des lacs situés sur d'anciens sites de

mines et usines de concentration. Ces sites étaient exploités durant les années 1950, avant l'adoption de la réglementation et des programmes environnementaux, soit dans un contexte très différent de la surveillance rigoureuse actuelle.

Sources d'information et références :

- Démythificateur de la CCSN : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/mythbusters/index.cfm>
- Les rejets des mines et usines de concentration d'uranium dans l'environnement posent-ils un risque pour la santé de la population? CCSN, INFO35, présentation PowerPoint, 17 septembre 2014, 20 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/info.htm>
- Eastern Athabasca Regional Monitoring Program: <http://www.earmp.com/>
- Performance environnementale d'une mine ou d'une usine de concentration d'uranium réglementée en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, CNSC, NAT24, octobre 2014, 242 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/nat.htm>
- Historique de l'exploitation uranifère dans la région d'Elliott Lake en Ontario et ses effets sur la qualité de l'eau et de la chair des poissons pour la consommation humaine, CCSN, NAT32, décembre 2014, 38 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/nat.htm>

9. Effets du radium sur la santé

Plusieurs intervenants (mémoires 9, 13, 32, 64, 65, 72) ont soulevé la toxicité du radium produit lors de la désintégration de l'uranium et l'effet de son rayonnement sur l'augmentation du risque de cancer.

Information factuelle:

- L'ingestion de radium devrait occasionner des dépôts principalement dans les os; les études menées auprès de sujets ayant été fortement exposés au radium donnent à penser que le risque de cancer osseux puisse augmenter à doses élevées. Le radium est la seule source d'exposition associée à l'apparition du cancer des os, et la dose seuil se situe à environ 10 Sv ce qui est de nombreuses fois plus élevée que la dose à laquelle le public peut être exposé autour des mines soit sous les 1 mSv/année.
- L'exposition au rayonnement ionisant peut faire augmenter le risque de cancer à des degrés différents selon les tissus et organes. Le risque de développer un cancer est directement proportionnel à la dose. Aucun cancer relié à l'exposition aux rayonnements n'a été observé pour des doses inférieures à 100 mSv soit 100 fois plus que la limite annuelle pour le public qui est de 1 mSv.

Source d'information et référence:

- Foire aux questions - Appareils contenant un composé lumineux au radium, CCSN : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/frequently-asked-questions/radium-luminous-devices.cfm>
- UNSCEAR « Effects of Ionizing Radiation. Volume I ». Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants. Rapport à l'Assemblée générale,

avec annexe scientifique A et B, 2006. Publications des Nations Unies E.08.IX.6. Nations Unies, New York, (2008). <http://www.unscear.org/unscear/publications.html>

10. Dose collective responsable de l'augmentation du cancer.

La notion de dose collective et son utilisation semble difficile à saisir pour certains intervenants (mémoire 32) qui l'associe à tort à une augmentation du risque de cancer.

Information factuelle:

- La quantité « dose collective » est souvent mal comprise et mal utilisée. Autrement dit, elle signifie la quantité de rayonnement reçue par un groupe de personnes. Elle est calculée en additionnant toutes les doses individuelles dans une population exposée pendant une période donnée. Cet outil n'est utile qu'à des fins de radioprotection, mais son utilité est limitée en épidémiologie. Il ne doit pas être utilisé pour prédire le risque lié à l'exposition aux rayonnements.

Source d'information et référence :

- Démythificateur de la CCSN : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/mythbusters/index.cfm>
- UNSCEAR « Effects of Ionizing Radiation. Volume I ». Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants. Rapport à l'Assemblée générale, avec annexe scientifique A et B, 2006. Publications des Nations Unies E.08.IX.6. Nations Unies, New York, (2008). <http://www.unscear.org/unscear/publications.html>
- The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, Elsevier, 2007.

11. Polonium dans les résidus miniers

Plusieurs intervenants (mémoires 9, 13, 17 32, 40, 65 et 72) se sont dits concernés par la présence de polonium dans les résidus miniers et le risque que cela pourrait apporter aux populations vivant autour des sites miniers.

Information factuelle :

- Le Po 210 ne présente pas de risque pour les personnes habitant à proximité des sites miniers d'uranium.
- L'absorption d'une quantité importante de polonium-210 qui proviendrait de l'opération d'une mine d'uranium est très peu probable comme le polonium n'est pas extrait du minerai. Par exemple on a calculé lors de l'étude d'impact environnemental pour la mine Matoush dans le nord du Québec que la dose à la population autochtone ne serait que de 0.02 mSv ce qui incluait les doses provenant du polonium et de tous les autres radionucléides.
- Il faut savoir qu'il a été estimé que les populations nordiques du Canada qui consomment une grande quantité de caribou pourraient être exposées à une dose naturelle de 3 à 4 mSv/année dû au polonium-210 présent dans la chair de ces animaux (jusqu'à 10 mSv) qui se nourrissent sur des lichens à croissance très lente qui emmagasinent le polonium. Une augmentation de 0.02 mSv/année dû à la présence d'une mine dans les environs

serait infiniment faible et ne pourrait pas être responsable d'une augmentation du risque de cancer dans la population.

Sources d'information et références :

- Foire aux questions - Polonium 210, CCSN : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/fact-sheets/polonium-210.cfm>
- La gestion des résidus miniers uranifères et la réglementation, CCSN, INFO14, présentation PowerPoint, 10 septembre 2014, 27 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/info.htm>
- Thomas PA, Fisenne I, Chorney D, Baweja AS, Tracy BL. Human absorption and retention of polonium-210 from caribou meat. *Radiat Prot Dosimetry* 2001;97:241– 50 (en anglais seulement)
- Van Oostdam J, Gilman A, Dewailly E., Usher P, Wheatley B, Kuhnlein H, et al. human health implications of environmental contaminants in Arctic Canada: a review. *Sci Total Environ* 1999;230:1 –282.

12. Effets de l'exploitation de l'uranium dans la ville de Port Hope

Certains intervenants (mémoire 33) rapportent encore que les citoyens de Port Hope sont plus à risque de développer le cancer ou d'autres maladies comme des maladies de reins à cause de la présence des installations de traitement de l'uranium dans leur ville.

Information factuelle :

- Les études environnementales et épidémiologiques menées à Port Hope ont donné des résultats concordants et permettent de conclure sans équivoque que les faibles niveaux d'exposition environnementale à des contaminants radioactifs et non radioactifs sur le territoire de la ville, attribuables à la présence de l'industrie du radium et de l'uranium, n'ont causé aucun effet néfaste sur la santé humaine.
- Suite à son étude sur les effets de l'exploitation de l'uranium dans la ville de Port Hope, la CCSN a conclu qu'aucun effet néfaste sur la santé n'est survenu ou n'est susceptible de survenir à Port Hope du fait de la présence de l'industrie nucléaire dans cette ville.

Sources d'information et références :

- Comprendre les études sur la santé et les évaluations des risques menées dans la communauté de Port Hope entre les années 1950 et aujourd'hui, CCSN, INFO-0781, avril 2009 : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/pdfs/Info-0781-fr.pdf>
- Une étude écologique sur l'incidence du cancer à Port Hope, en Ontario, de 1992 à 2007, *Journal of Radiological Protection*, janvier 2013 : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/research/technical-papers-and-articles/2013/2013-ecological-study-cancer-port-hope-1992-2007.cfm>
- Utilisation d'une méthode fondée sur le poids de la preuve afin de déterminer les conséquences potentielles sur la santé humaine de la présence d'installations de traitement de l'uranium à Port Hope, en Ontario, *Journal of Environmental Protection*, novembre 2013 : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/research/technical-papers-and-articles/2011/2011-Likelihood-of-adverse-effects-on-health-from-presence-of-uranium-facilities-in-Port-Hope.cfm>

- Taux de mortalité (1950-1999) et taux d'incidence du cancer (1969-1999) de la cohorte des travailleurs de Port Hope exposés à une combinaison unique de doses de radium, d'uranium et de rayonnements gamma, BMJ Open, février 2013 : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/research/technical-papers-and-articles/2013/morality-and-cancer-incidence-of-workers-in-port-hope.cfm>

13. Exposition des travailleurs au rayonnement peut causer une augmentation de cancer et de malformations chez leur progéniture

Certains intervenants (mémoire 9, 33 et 65) ont soulevé le fait que les travailleurs de l'industrie nucléaire qui sont exposés à des doses de rayonnements plus importants que le reste de la population pourraient avoir des enfants qui auraient un risque accru de malformations ou de développer un cancer pendant leur vie.

Information factuelle :

- En se fondant sur la prépondérance de la preuve, le Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment (COMARE) a conclu que les taux de cancer chez les enfants d'hommes travaillant sous rayonnement du secteur nucléaire britannique n'étaient pas reliés à l'exposition parentale au rayonnement.
- Dans l'ensemble, les travailleurs exposés avant la conception à de faibles niveaux de rayonnement ionisant ne semblaient pas présenter un risque accru d'engendrer des enfants présentant une anomalie congénitale. L'absence d'un risque significativement accru d'avoir un enfant porteur d'anomalies congénitales pour les pères exposés au rayonnement en milieu de travail donnait à penser qu'un risque pour la santé publique était peu probable. À l'instar des études à plus fortes doses réalisées chez des survivants de la bombe atomique et chez des patientes atteintes d'un cancer qui ont présenté une grossesse ultérieure, cette étude n'a fourni aucune preuve d'une hausse des anomalies congénitales en cas d'exposition au rayonnement avant la conception.

Sources d'information et références :

- Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment (COMARE), 2002. Seventh Report. Parental Radiation Exposure and Childhood Cancer. London: Department of Health: http://www.comare.org.uk/comare_docs.htm
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), 2001. Hereditary Effects of Radiation. Report to the General Assembly, with Scientific Annex. United Nations, New York. <http://www.unscear.org/unscear/publications.html>

14. Augmentation de la leucémie chez les enfants vivant autour des centrales nucléaires

Un intervenant (mémoire 33) revient sur le fait que l'étude KiKK ainsi que le comité COMARE auraient prouvé que les enfants vivant autour des centrales nucléaires étaient plus susceptibles de développer la leucémie et ce dû aux doses de rayonnement dont sont responsables les installations nucléaires.

Information factuelle :

- La CCSN a analysé l'étude KiKK ainsi que d'autres articles récents sur les sources d'exposition aux rayonnements et sur les effets sur la santé qui en découlent. La raison pour laquelle on compte davantage de cas de leucémie près des centrales nucléaires allemandes demeure nébuleuse. Toutefois, cette augmentation ne saurait être expliquée par les rayonnements émis par ces centrales.
- Le Groupe COMARE a conclu que les taux de cancer chez les enfants d'hommes travaillant sous rayonnement du secteur nucléaire britannique n'étaient pas reliés à l'exposition parentale au rayonnement. Ils pourraient avoir été associés à des facteurs de mode de vie, à des pratiques professionnelles ou au brassage de population.
- La CCSN a mené une étude portant sur les populations vivant à proximité de trois centrales nucléaires en Ontario. L'objectif de l'étude Rayonnement et incidence du cancer à proximité de centrales nucléaires de l'Ontario de 1990 à 2008 (étude RADICON) était de mesurer les doses de rayonnement auxquelles est exposée la population résidant dans un rayon de 25 km autour des centrales nucléaires de Pickering, de Darlington et de Bruce, puis de comparer les cas de cancer chez ces personnes avec ceux de la population générale de l'Ontario de 1990 à 2008. En conclusion rien n'a indiqué l'existence de grappes de cas de leucémie infantile à proximité des trois centrales nucléaires ontariennes. Les taux d'incidence du cancer chez les enfants âgés de 0 à 4 ans et de 0 à 14 ans étaient semblables à ceux de la population générale située en Ontario.

Sources d'information et références :

- Fiche d'information : l'étude KiKK expliquée, CCSN : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/perspectives-on-nuclear-issues/the-kikk-study-explained-fact-sheet.cfm>
- Tritium : Effets sur la santé, dosimétrie et radioprotection, CCSN, INFO-0799 : http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/health/health-studies/tritium/health_effects_of_tritium.cfm
- CCSN : Rayonnement et incidence du cancer à proximité de centrales nucléaires de l'Ontario de 1990 à 2008 (Étude RADICON) : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/health/health-studies/radicon-study.cfm>
- Lane et al., 2013. Radiation Exposure and Cancer Incidence (1990 to 2008) around Nuclear Power Plants in Ontario, Canada. Journal of Environmental Protection, 2013, 4, 888-913 : <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2013.49104>

15. Effet sur la santé du rayonnement alpha produit par les produits de désintégration du radon

Plusieurs intervenants (mémoires 3, 5, 8, 9, 17, 34, 57, 65 et 72 et 199) semblent penser que le faible niveau de rayonnement alpha provenant des produits de désintégration du radon dans les mines modernes d'uranium serait responsable d'un risque accru de cancer du poumon chez les travailleurs.

Information factuelle :

- En raison de la surveillance réglementaire exercée par la CCSN de l'exposition au radon, les doses auxquelles sont exposés les travailleurs des mines d'uranium et le public

demeurent faibles. Ces données nous donnent l'assurance que les Canadiens sont protégés.

Sources d'information et références :

- Risques sanitaires de l'activité minière (uranium) passée. CCSN, SAN10, août 2014, 10 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/san.htm>
- Fiche de renseignement sur le radon, CCSN : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/fact-sheets/radon.cfm>
- Exposition et risque encouru par les travailleurs des mines d'uranium depuis l'entrée en vigueur de la *Loi sur la sûreté et la Réglementation nucléaire* en 2000, CCSN, SAN9, août 2014, 24 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/san.htm>

16. Augmentation des cancers chez les individus de la bande Dénée de Déline

Certains intervenants (mémoires 52 et 65) ont rapporté l'histoire du « Village of Widows » près de la mine d'uranium de Port Radium et relie l'augmentation du cancer dans la communauté Dénée au travail des hommes de la communauté à l'ancienne mine.

Information factuelle :

- Pour ce qui est des membres de la bande Dénée de Déline qui ont été associés aux activités de la mine de Port Radium ainsi qu'au transport du minerai et du concentré d'uranium extrait de la mine, les doses auxquelles ils ont été exposés (soit 76 mSv, dont 80 % était des rayons gamma externes) sont beaucoup trop faibles pour expliquer la hausse de décès par cancer dans la bande Dénée à la fin des années 80. Il en est de même pour l'exposition aux produits de désintégration du radon, qui représentait environ 20 % de cette dose, soit 15 mSv. Cette dose est beaucoup trop faible pour expliquer une augmentation du cancer du poumon dans la communauté.

Source d'information et référence:

- Risques sanitaires de l'activité minière (uranium) passée. CCSN, SAN10, août 2014, 10 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/san.htm>

17. Contrôle de l'exposition au rayonnement alpha

Un intervenant (mémoire 56) rapporte que le rayonnement alpha présent dans les mines et les installations nucléaires canadiennes ne serait pas contrôlé de manière adéquate pour protéger les travailleurs.

Information factuelle :

- Les effets sur la santé du rayonnement, incluant le rayonnement alpha, sont bien connus et bien compris de nos jours et continuent d'être étudiés.

- Le *règlement sur la Radioprotection* de la CCSN exige que les doses de rayonnement auxquelles sont exposé le public soient maintenues « As Low As Reasonably Achievable (ALARA) ».
- Dans l'industrie nucléaire canadienne, les effets potentiels du rayonnement alpha sont contrôlés selon le principe ALARA à l'aide de programmes de radioprotection strictes appuyés par une conception technique et des processus de contrôle efficaces.
- L'efficacité des contrôles en place pour le rayonnement alpha est vérifiée par les activités de surveillance réglementaires de la CCSN.
- Les doses provenant du rayonnement alpha et leur contribution à la dose efficace se situent bien en deçà des limites réglementaires en place à CCSN. Des services de dosimétrie autorisés par la CCSN pour mesurer les doses encourues par les travailleurs incluant les dose de rayonnement alpha doivent être utilisés afin d'assurer la justesse des doses attribuées aux travailleurs.
- Les activités de surveillance et de conformité auprès des détenteurs de permis dans le cadre réglementaire de la CCSN permettent d'assurer que le contrôle et la réglementation du rayonnement alpha dans l'industrie nucléaire canadienne protègent adéquatement les travailleurs, le public et l'environnement.
- La CCSN diffuse une information scientifique objective sur les effets potentiels du rayonnement alpha sur la santé.

Sources d'information et références :

- Foire aux questions - L'extraction et la concentration de l'uranium : les faits sur une industrie bien réglementée, CCSN : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/factsheets/uranium-mining-milling.cfm>
- Examen des études sur la santé dans divers domaines associés à la production, à la possession ou à l'utilisation de substances nucléaires de la CCSN : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resourcess/health/index.cfm>
- Le radon et la santé, INFO-0813, CCSN, janvier 2012 : <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/health/index.cfm>
- Exposition et risque encouru par les travailleurs des mines d'uranium depuis l'entrée en vigueur de la *Loi sur la sûreté et la Réglementation nucléaire* en 2000, CCSN, SAN9, août 2014, 24 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/san.htm>

18. Cancer du rein relié à l'uranium présent dans l'eau potable

Un des mémoires a rapporté que l'uranium présent dans l'eau potable même à faible concentration pouvait augmenter les risques de cancer du rein.

Information factuelle :

- Des études cliniques menées en Nouvelle-Écosse auprès de 324 personnes exposées à des quantités variables d'uranium naturel dans l'eau potable provenant de puits privés (concentration maximale de 0,7 mg/l; la limite d'uranium dans l'eau potable est de 0,02 mg/l) ont montré qu'il n'y avait pas de relation entre l'apparition de maladies rénales ou de tout effet symptomatique et l'exposition à l'uranium.

- Le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable de Santé Canada a établi la concentration maximale acceptable provisoire d'uranium dans l'eau potable à 0.02 mg/l en se fondant à la fois sur les coûts de traitement de l'eau requis pour obtenir des concentrations d'uranium dans l'eau potable au niveau de la valeur santé recommandée ou en dessous et sur les risques pour la santé associés aux concentrations d'uranium dans l'eau potable au-dessus de la valeur guide. Il a été démontré que cette valeur constitue une protection suffisante pour la majorité de la population, étant donné que la dose journalière totale maximale est prudente et repose sur un résultat notable chez une espèce sensible, avec un facteur d'incertitude élevé.
- Enfin, 14 études épidémiologiques internationales portant sur plus de 120 000 travailleurs de différentes installations de traitement et d'enrichissement de l'uranium et de fabrication de métaux n'ont pas permis de constater que les taux de cancer, quel qu'il soit, avaient augmenté de manière significative. De même, les éléments de preuve disponibles indiquent qu'il n'y a que peu, voire pas du tout, d'augmentation du taux de maladie rénale chez les humains exposés à l'uranium, même à la suite d'expositions importantes.
- Des études menées auprès de populations exposées à des concentrations accrues d'uranium et d'autres radionucléides dans l'eau potable n'ont pas établi d'association avec le cancer (quel qu'il soit) ou les maladies rénales patentes.
- Les mécanismes qui président à l'induction de la toxicité rénale de l'uranium sont bien compris.

Sources d'information et références :

- Parlons d'eau: Présence d'uranium dans l'eau potable, Santé Canada, 2010 : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/uranium-fra.php>
- Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada: Documentation à l'appui – Uranium, Santé Canada, 2010 : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/radiological_para-radiologiques/index-fra.php
- Guidelines for drinking water: Chemical fact sheet for uranium, Organisation mondiale de la santé, 2004: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/uraniumsum.pdf
- Réponse à la demande d'information n° 15, CCSN, SAN23, septembre 2014, 5 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/san.htm>
- Auvinen, A., I. Makelainen, M. Hakama et al. Indoor radon exposure and risk of lung cancer: a nested case control study in Finland. *J. Natl. Cancer Inst.* 88(14): 966-972 (1996) : <http://jnci.oxfordjournals.org/content/88/14/966>
- Auvinen, A., P. Kurttio, J. Pekkanen et al. Uranium and other natural radionuclides in drinking water and risk of leukemia: a case-cohort study in Finland. *Cancers Causes Control.* 13(9): 825-829 (2002).
- Kurttio, P., L. Salonen, TT. Ilus et al. Well water radioactivity and risk of cancers of the urinary organs. *Environ. Res.* 102(3): 333-338 (2006).
- Kurttio, P., A. Auvinen, L. Salonen et al. Renal effects of uranium in drinking water. *Environ. Health Perspect.* 110(4): 337-342 (2002).
- Kurttio, P., A. Harmoinen, H. Saha et al. Kidney toxicity of ingested uranium from drinking water. *Am. J. Kidney Dis.* 47(6): 972-982 (2006).

- Tracy BL, Kramer GH, Zielinski, JM, and Jiang H. 1997. Radiocesium body burdens in residents of northern Canada from 1963-1990. *Health Phys.* 72(3): 431-442. URL: PM: 9030845.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Uranium. CAS# 7440-61-1. Centers for Disease Control, Atlanta, GA: ATSDR, 1999. U.S. Public Health Service. Adresse universelle : <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp150.pdf>.
- R.W. Leggett. 1989. The behavior and chemical toxicity of U in the kidney: a reassessment. *Health Phys.* 57 (3): 365-383.

19. Recommandation de Santé Canada sur les niveaux de radon résidentiel

Un des mémoires (56.2) a soulevé le fait que la recommandation actuelle de Santé Canada sur les niveaux de radon résidentiel n'était pas assez stricte pour prévenir une augmentation du cancer du poumon chez les résidents et que les fumeurs auraient un risque dix fois plus élevé. Ce mémoire mentionne aussi que les doses de radon auxquelles sont exposés les mineurs modernes sont suffisantes pour observer une augmentation du cancer du poumon chez ces travailleurs.

Information factuelle :

- Dans une étude cas-témoin sur le radon résidentiel incluant 13 pays, Darby et al. a rapporté que la meilleure estimation pour évaluer l'excès de risque relatif de cancer du poumon était de 0.16 /100 Bq/m³. L'estimation du risque chez les fumeurs exposés à des doses de radon de 0, 100, and 400 Bq/m³, était 25.8, 29.9, and 42.3 comparé au risque pour les non-fumeurs qui était de 1.0, 1.2, and 1.6 pour les non-fumeurs. Le risque de cancer du poumon s'avère donc 25.8 fois plus élevé chez les fumeurs que chez les non-fumeurs.
- Le 200 Bq/m³ de Santé Canada n'est pas un standard mais une ligne directrice. Le radon résidentiel ne peut être réglementé mais des recommandations sont émises par Santé Canada afin de réduire le plus possible l'exposition des canadiens dans leur maison et au bureau et de la maintenir en deçà des niveaux recommandés par l'Organisation mondiale de la santé qui est de 100 Bq/m³ ou de 300 Bq³ si il est impossible d'atteindre cette valeur à cause les formations géologiques qui prévalent là où sont installées les habitations.
- La combinaison de l'utilisation du tabac et de l'exposition aux produits de désintégration du radon (PDR) (émettant le rayonnement alpha) aurait sur le cancer du poumon un effet qui se situe entre additif et multiplicatif.
- Se basant sur la meilleure modélisation du risque disponible et tenant pour acquis que les modèles générés par les études sur les mineurs sont applicables à l'exposition au radon résidentiel, il a pu être estimé que 11 à 13 % des décès par cancer du poumon seraient attribuables au radon résidentiel.
- Dans la plupart des provinces et territoires, sauf quelques exceptions, la concentration annuelle de radon domestique au Canada se situe en général sous les 200 Bq/m³ année. À titre d'information, 200 Bq/m³ de radon correspondraient à environ 2 mSv/an. La dose provenant de l'exposition des travailleurs de l'uranium est donc de beaucoup inférieure à la dose attribuable au radon domestique.
- En 2013, la dose efficace de rayonnement aux travailleurs a été de 0,53 mSv, et l'exposition moyenne aux PDR, de 0,05 UAM (c.-à-d. 0,25 mSv), ce qui représente environ 50 % de la dose efficace.

- L'exposition additionnelle aux PDR des mineurs est tellement faible en comparaison de l'exposition résidentielle aux PDR de la population canadienne, qu'il est impossible de détecter une augmentation du risque de cancer du poumon chez ces mineurs qui ne serait pas masquée par la présence d'autres facteurs confondant comme l'usage du tabac ou tout autre facteur environnemental ou génétique.
- L'exposition de la population au radon généré par les activités réglementées par la CCSN est pratiquement nulle.

Sources d'information et références :

- Foire aux questions sur le radon, Santé Canada : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/radon/faq_fq-fra.php#annonce
- Le radon - Une autre raison d'arrêter, Santé Canada : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/radon_smokers-fumeurs/index-fra.php
- Exposition et risque encouru par les travailleurs des mines d'uranium depuis l'entrée en vigueur de la Loi sur la sûreté et la Réglementation nucléaire en 2000, CCSN, SAN9, août 2014, 24 pages : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/san.htm>
- CCSN- Le radon au sein du secteur canadien de l'uranium : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/fact-sheets/radon-fact-sheet.cfm#exposed>
- Enquête pancanadienne sur les concentrations de radon dans les habitations - Rapport final : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/survey-sondage/index-fra.php>
- Radon and Health : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/en/#>
- Residential radon and lung cancer—detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14 208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. Darby et al. 2006, Scand J Work Environ Health 2006;32 suppl. 1:1-84