

Lettre à la rédaction

Les conclusions d'une étude canadienne sur le tritium pourraient être trompeuses

Réaction à l'article « Estimation du risque de cancer lié à l'exposition au tritium dans le cadre des activités courantes de la centrale nucléaire de Pickering (Ontario) », par S. Wanigaratne, E. Holowaty, H. Jiang, T. A. Norwood, M. A. Pietrusiak, P. Brown (*Maladies chroniques et blessures au Canada*, vol. 33, n° 4, septembre 2013, p. 278-89).

Nous estimons que les conclusions de l'article sont trompeuses en raison des limites de l'étude.

Toutes les doses dont il est question dans l'étude sont des estimations qui reposent sur des données, des affirmations et des modélisations hypothétiques ainsi que sur une physiologie humaine standard (ne tenant pas compte de la grande variabilité individuelle du poids et de la taille, du métabolisme, de l'origine ethnique et de la radiosensibilité génétique au sein de la population). Il n'y a eu aucune mesure réelle des doses d'exposition au tritium des membres de la cohorte. La question de la précision des estimations concernant les doses d'exposition suscite une grande controverse, et les doses réelles reçues par la population locale pourraient être de plusieurs fois supérieures à celles indiquées.

Les émissions de tritium des réacteurs nucléaires de Pickering sont élevées (selon les données obtenues de la Ontario Power Generation en vertu de la *Loi sur l'accès à l'information*). Il est étonnant que l'estimation des doses d'exposition du public soit jugée si faible dans l'étude. Le cas récent de l'échantillonnage du tritium aux installations de l'entreprise Shield Source Incorporated à Peterborough n'inspire pas confiance à l'égard de la précision de la mesure des émissions par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). En effet, il a été établi, après 18 années de fonctionnement et plusieurs inspections de la CCSN, que le capteur de radioactivité sous-évaluait les mesures par un facteur de près de 10.

Les enfants de moins de 5 ans ne sont pas inclus dans cette étude. Il s'agit d'une grave omission, car certains travaux de recherche révèlent que les taux de leucémie sont plus élevés chez les enfants de moins de 5 ans qui vivent à proximité d'un réacteur nucléaire¹. La conclusion selon laquelle le risque de cancer est presque deux fois plus élevé chez les filles âgées de 6 à 19 ans est très préoccupante. Le tritium ne devrait pas être exclu comme cause en raison des faibles estimations des doses d'exposition. Il est théoriquement possible qu'une exposition à de très faibles doses de tritium pendant le développement foetal suffise à déclencher un cancer quelques années plus tard chez un enfant. De plus, notons qu'il existe de nombreux autres radionucléides cancérogènes qui sont émis par les réacteurs nucléaires mais qu'aucun n'a été pris en compte par l'étude.

Les efforts des auteurs pour inclure une cohorte des résidents « n'ayant jamais déménagé » ayant été « exposés à une dose stable de tritium » sont admirables, mais une période de 6 ans est un intervalle trop court pour déterminer les effets de l'exposition au tritium, qui peut causer un cancer après une période de latence de plusieurs décennies.

Le choix du groupe témoin pose problème pour les deux raisons suivantes : 1) les revenus des membres de ce groupe (North Oshawa) sont en moyenne inférieurs de 10 000 \$ à ceux du groupe de Pickering, de sorte qu'ils se retrouvent dans un groupe différent et sont probablement en moins bonne santé et 2) North Oshawa se trouve entre les complexes de réacteurs nucléaires de Pickering et de Darlington. Compte tenu du fait que le tritium a une demi-vie de 12,3 années et qu'il demeura en circulation dans l'environnement pendant une période équivalente à plusieurs fois cette demi-vie, on ne peut pas raisonnablement affirmer que cette population n'est pas exposée au tritium.

Les auteurs ne mentionnent pas qu'il existe de nombreuses incertitudes quant à la demi-vie du tritium lié aux composés organiques, et soutiennent qu'elle est de

48,5 jours. Certains scientifiques estiment que sa demi-vie atteindrait 500 jours, ce qui signifie que même de petites quantités de tritium s'accumuleraient après de nombreuses années d'exposition.

L'étude manque de puissance statistique et présente de nombreuses limitations. Les Ontariens ne devraient se satisfaire de la conclusion de l'étude selon laquelle les personnes vivant à proximité d'une centrale nucléaire en Ontario ne présentent pas de risque accru de cancer associé aux émissions de tritium.

Cathy Vakil, M.D., CCMF, FCMF

Professeure adjointe, Département de médecine familiale, Université Queen's, Kingston (Ontario), Canada

Linda Harvey, B. Sc., M. Sc., M.D.

Présidente, Médecins pour la survie mondiale, Ottawa (Ontario), Canada

Référence

- Kaatsch P, Spix C, Schulze-Rath R, Schmiedel S, Blettner M. Leukaemia in young children living in the vicinity of German nuclear power plants. *Intl J Cancer*. 2008;122(4):721-6.

Réponse des auteurs

Nous aimions remercier les D^{res} Cathy Vakil et Linda Harvey pour leur lettre concernant notre étude intitulée « Estimation du risque de cancer lié à l'exposition au tritium dans le cadre des activités courantes de la centrale nucléaire de Pickering (Ontario) ».

Les D^{res} Vakil et Harvey croient que nos conclusions sont trompeuses en raison des limites (reconnues) de notre étude. Cependant, nous réitérons notre conclusion selon laquelle les doses estimées de tritium n'ont pas été associées de façon significative à une augmentation du risque de cancers radiosensibles à Pickering.

D'abord, nous n'avons pas faussement présenté les estimations de l'exposition au tritium utilisées dans nos modèles de régression comme étant des estimations de doses individuelles, comme le laissent entendre les D^{res} Vakil et Harvey. C'est précisément pour cette raison que nous ne parlons pas de « doses de tritium » lorsqu'il est question des estimations dans notre étude. Nous avons clairement indiqué que nos estimations de l'exposition au tritium étaient modélisées à partir de données réelles sur les émissions de tritium (plutôt que sur des données « hypothétiques » comme l'affirment les D^{res} Vakil et Harvey) et reposaient sur des hypothèses environnementales, chimiques et biologiques normalisées et acceptées. L'évaluation de l'exposition en épidémiologie environnementale est une tâche difficile, comme l'explique Rothman¹, et elle se révèlerait excessivement coûteuse et laborieuse si la seule option disponible était la surveillance et la mesure des doses individuelles à long terme. Confrontés à de telles difficultés, les chercheurs en santé publique qui s'efforcent de répondre aux préoccupations justifiées des collectivités concernant les effets sur la santé de l'exposition à des facteurs environnementaux se tournent souvent vers des données indirectes pour obtenir de tels renseignements. À notre connaissance, toutes les études publiées précédemment examinant la relation entre l'exposition au rayonnement d'une centrale nucléaire et le cancer ont soit estimé l'exposition en fonc-

tion de l'emplacement, soit utilisé la distance par rapport à la source comme donnée indirecte sur l'exposition, une méthode qui risque de classer incorrectement les expositions au rayonnement. L'étude allemande (Kaatsch et collab.²) qui est citée par les D^{res} Vakil et Harvey a fait appel à cette méthode. Compte tenu des progrès des méthodes de modélisation géographique et mathématique utilisées pour estimer les expositions environnementales et de l'acceptation de ces méthodes dans le milieu scientifique³, nous considérons qu'il est légitime de choisir cette méthode pour estimer l'exposition au tritium de la cohorte de Pickering. Nous avons indiqué que nos estimations modélisées de l'exposition au tritium coïncidaient avec les données des appareils de mesure de rayonnement situés à proximité de la centrale nucléaire de Pickering. De plus, nous avons également clairement reconnu que nous étions moins sûrs que ces estimations représentaient la véritable dose pour les membres de la cohorte. Nous convenons que les estimations modélisées ne représentent pas nécessairement la méthode idéale, mais nous tenons à souligner qu'elles sont bonifiées par l'utilisation de l'emplacement ou de la distance par rapport à la source comme données indirectes pour déterminer l'exposition. Selon cette méthode d'estimation de l'exposition au tritium, il ressort clairement de notre étude que les doses estimées d'exposition au tritium ne sont pas associées de façon significative à une augmentation du risque de cancer.

Les D^{res} Vakil et Harvey ont été étonnées de constater que nos estimations modélisées de l'exposition au tritium se traduisaient par de très faibles doses estimées. Nous énonçons à nouveau que nous avons calculé la dose efficace moyenne d'après nos estimations modélisées de l'exposition au tritium, et que nous avons obtenu comme résultat 0,47 µSv/an (intervalle : 0 à 2,36 µSv/an). Cette valeur est de plusieurs ordres de grandeur en dessous de la limite inférieure de l'intervalle établi pour les doses faibles (1 000 à 100 000 µSv/an)⁴, et est inférieure à la dose annuelle de rayonnement naturel à proximité de la centrale nucléaire de

Pickering (1 338 µSv/an)⁵ ainsi qu'à la dose de rayonnement de 50 µSv reçue lors d'une radiographie thoracique⁶. Si les données sur les émissions étaient sous-déclarées par un facteur de 10, comme le soutiennent les D^{res} Vakil et Harvey dans leur exemple, cela se traduirait quand même par des doses efficaces inférieures aux niveaux jugés inquiétants.

Quant à l'affirmation selon laquelle nous avons exclu de notre étude les enfants de 5 ans ou moins, comme nous l'avons indiqué dans la section Méthodologie, la population âgée de 5 ans ou moins et de 85 ans ou plus était sous-représentée dans les dossiers des évaluations foncières que nous avons utilisés comme source de données pour la cohorte. C'est pourquoi nous n'avons pas pu tirer de conclusion sur le risque de cancer chez les enfants de 5 ans ou moins. En ce qui concerne les conclusions de Kaatsch et collab.², un éditorial de Little et collab.⁷ a indiqué que le hasard était l'explication la plus probable de l'augmentation du risque de leucémie observée chez les enfants de moins de 5 ans habitant à proximité de centrales nucléaires en Allemagne. En outre, un groupe de travail interdisciplinaire formé de scientifiques internationaux (la Commission internationale de protection radiologique) a été chargé d'évaluer les résultats de cette étude et a conclu qu'il n'existait pas de lien causal entre l'augmentation du risque de cancer et le rayonnement émis par les centrales nucléaires⁸.

Le résultat selon lequel le risque de cancer était près de deux fois plus élevé chez les filles âgées de 6 à 19 ans ne devrait être préoccupant que si nous avions été incapables d'y trouver une explication raisonnable. Cependant, nous avons présenté plusieurs raisons possibles à cette découverte, la plus probable étant le hasard en raison des nombreux tests effectués.

À titre de précision, notre cohorte des résidents de Pickering n'ayant pas déménagé est demeurée au même lieu de résidence pendant 6 ans, soit entre 1979 et 1985, et nous avons supposé qu'elle avait

été exposée à des doses stables de tritium pendant cette période. Les D^res Vakil et Harvey soutiennent à tort que cette cohorte n'a été suivie que pendant 6 ans, alors qu'en fait, elle l'a été pendant 20 ans (tout comme le reste de la cohorte étudiée), ce qui tient amplement compte de la période de latence entre l'exposition au tritium et le développement potentiel d'un cancer.

Pour faire suite aux préoccupations des D^res Vakil et Harvey concernant l'utilisation des résidents de North Oshawa comme groupe témoin : 1) nous avons convenu dans notre étude que les résidents de North Oshawa présentaient un revenu moyen du voisinage moins élevé; cependant, nous avons ajusté les données pour tenir compte du revenu du voisinage dans nos analyses de régression; 2) la majeure partie de North Oshawa se trouve à plus de 10 kilomètres de la centrale nucléaire de Darlington et à une distance beaucoup plus grande de Pickering, et c'est pourquoi nous avons jugé que les résidents de North Oshawa permettaient d'établir une comparaison raisonnable.

Enfin, nos conclusions concernent directement les Ontariens vivant à proximité de la centrale nucléaire de Pickering et d'aucune autre centrale nucléaire en Ontario. Les lecteurs intéressés pourront consulter l'étude de Lane et collab.⁹, qui a depuis été publiée et qui examine le risque de cancer des populations résidant à proximité des trois centrales nucléaires en Ontario (dont celle de Pickering) en lien avec les estimations modélisées de doses d'exposition au rayonnement.

Nous sommes conscients des préoccupations de la collectivité à l'égard des risques de cancer associés à la production d'énergie nucléaire : c'est précisément ce qui nous a incités à entreprendre cette étude. Il est possible que les inquiétudes du public ne puissent être apaisées qu'avec des mesures détaillées de doses individuelles de tritium et le suivi rigoureux d'une cohorte bien définie pendant une période de 20 ans. Cependant, compte tenu de l'ampleur d'une telle démarche et du poids des preuves existantes concernant les risques liés à l'exploitation normale des centrales nucléaires, les chercheurs en santé publique doivent

proposer des moyens pratiques et réalisables de répondre aux préoccupations de la collectivité. Notre approche comporte des limites et nous estimons les avoir décrites et reconnues adéquatement. Néanmoins, ces limites ne l'emportent pas sur les forces de nos travaux : 1) l'estimation des doses de tritium d'après les données sur les émissions réelles plutôt que sur la distance par rapport à la source, qui a été couramment utilisée dans des études antérieures comme donnée indirecte pour établir l'exposition au tritium et 2) l'utilisation d'un modèle de cohorte en tenant compte d'une période de latence suffisante entre l'exposition au tritium et le développement d'un cancer. Les deux points qui précèdent constituent des améliorations méthodologiques par rapport aux études précédentes. Nous défendons nos conclusions selon lesquelles les doses estimées de l'exposition au tritium à Pickering n'ont pas été associées à une augmentation du risque pour les sièges de cancer examinés. Dans les analyses de régression où nous avons explicitement examiné l'association entre les doses estimées de tritium et le développement d'un cancer, rien n'indiquait que l'exposition au tritium était associée de façon significative au risque de cancer du poumon ou de cancer du sein chez la femme. Nous n'avons pas pu examiner d'autres sièges de cancer, car nous ne disposions pas d'échantillons de taille suffisante. Cependant, dans l'analyse des années-personnes, le nombre de cas observés de tout siège de cancer, de cancer du sein chez la femme, de leucémie, de cancer du poumon et de cancer de la thyroïde chez les membres de la cohorte de Pickering n'étaient pas supérieurs aux taux de cancer pour l'ensemble de l'Ontario. Nous avons expliqué précédemment pourquoi il faudrait interpréter avec prudence le résultat selon lequel le risque de cancer était près de deux fois plus élevé chez les filles âgées de 6 à 19 ans.

**Susitha Wanigaratne, Eric Holowaty,
Hedy Jiang, Todd Norwood et
Mary-Anne Pietrusiak**

Références

1. Rothman KJ. Methodologic frontiers in environmental epidemiology. *Environ Health Perspect*. 1993;101(Suppl 4):19-21.
2. Kaatsch P, Spix C, Schulze-Rath R, Schmiedel S, Blettner M. Leukaemia in young children living in the vicinity of German nuclear power plants. *Intl J Cancer*. 2008;122(4):721-6.
3. Nuckols JR, Ward MH, Jarup L. Using geographic information systems for exposure assessment in environmental epidemiology studies. *Environ Health Perspect*. 2004;112:1007-15.
4. Gilbert ES. Ionising radiation and cancer risks: what have we learned from epidemiology? *Int J Radiat Biol*. 2009;85(6):467-82.
5. Ontario Power Generation. 2011 results of radiological environmental monitoring programs. Toronto (Ont.) : Ontario Power Generation; 2012. PDF (9,23 Mo) téléchargeable à partir du lien : <http://www.opg.com/pdf/Nuclear%20Reports%20and%20Publications/002%202011%20Radiological%20Environmental%20Monitoring%20Program%20%28REMP%29%20Report.pdf>
6. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Answers to frequently asked questions (FAQs) [Internet]. Vienne (AT) : Nations Unies; 2013 [consulté le 1^{er} novembre 2013]. Consultable en ligne à la page : <http://www.unscear.org/unscear/en/faq.html>
7. Little J, McLaughlin J, Miller A. Leukaemia in young children living in the vicinity of nuclear power plants. *Intl J Cancer*. 2008;122(4):x-xi.
8. Commission on Radiological Protection (SKK). Assessment of the epidemiological study on childhood cancer in the vicinity of nuclear power plants (KiKK Study): statement of the Commission on Radiological Protection (SKK) [Internet]. Bonn (DE) : Strahlenschutzkommission; 2008. PDF (916 Ko) téléchargeable à partir du lien : http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2008/Kikk_Studie_e.pdf?__blob=publicationFile
9. Lane R, Dagher E, Burtt J, Thompson PA. Radiation exposure and cancer incidence (1990 to 2008) around nuclear power plants in Ontario, Canada. *J Environ Prot*. 2013;4:888-913.