



# ÉVALUATION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX DES LABORATOIRES DE CHALK RIVER, 2012

Site de Chalk River (comprend les dossiers administratifs du Groupe Laboratoires nucléaires)

ENVP-509220-REPT-001

Révision 0

<input type="checkbox"/> EACL		<input type="checkbox"/> AECL	
<input type="checkbox"/> ACCEPTÉ COMME MENTIONNÉ		<input checked="" type="checkbox"/> ACCEPTÉ	
		<input type="checkbox"/> NON ACCEPTÉ	
Signature	Organisation représentée	Date	
	gén.	2014/06/05	
<p>« L'utilisation et la signification de la mention "ACCEPTÉ" sont régies par les modalités du bon de commande d'EACL, n° de référence <b>509220</b>, et son utilisation ne dégage en aucun cas le fabricant de ses obligations à l'égard d'EACL et/ou de son client. »</p> <p>UNRESTRICTED ILLIMITÉ</p>			

---

## SOMMAIRE

Un examen des effets écologiques (EEE) pour le site des laboratoires Chalk River (LCR) [81] avait été demandé en 2005 par la CCSN afin de démontrer, selon des données de surveillance de l'environnement, que les dispositions prises par EACL pour protéger l'environnement sont adéquates. Il s'agissait d'une évaluation quantitative préliminaire des risques écologiques (EQPR). L'Association canadienne de normalisation (CSA) a récemment achevé sa norme N288.6 sur l'évaluation des risques environnementaux (ERE) pour les installations nucléaires de catégorie I, selon des données de surveillance de l'environnement [37]. La norme s'applique à l'EQPR ainsi qu'à l'évaluation des risques pour la santé humaine (ERSH), à la fois pour les contaminants radiologiques et non radiologiques, et pour les facteurs de stress physiques. Elle s'applique également aux examens réguliers et aux mises à jour de l'ERE qui devient un document évolutif, servant de ligne directrice aux programmes de surveillance environnementale de l'installation, ainsi qu'à transmettre des stratégies de gestion du risque.

Ce rapport de l'ERE actualise l'EEE de 2005 en utilisant des données environnementales récentes, dont les données des études de suivi de l'EEE, et en suivant la norme N288.6 récente du CSA. Conformément à la norme, les objectifs précis sont : 1) d'évaluer le risque pour les récepteurs du biote humain et non humain pertinents, résultant de l'exposition à des contaminants et des facteurs de stress associés au site des LCR et à ses activités; 2) de recommander d'autres mesures de surveillance ou évaluations, le cas échéant, en fonction des résultats, afin de clarifier les risques ou de réduire les incertitudes dans l'évaluation.

La portée de l'ERE englobe les activités actuelles (court terme), et les effets sur la santé et l'environnement causés potentiellement par ces activités. La prochaine mise à jour de l'ERE (prévue en 2018) englobera également des considérations sur l'état final (long terme). Tous les rejets de contaminants actuels ainsi que l'incidence potentielle d'autres facteurs de stress sur l'environnement naturel sont pris en compte. Les pratiques antérieures ou les événements à l'extérieur des installations d'exploitation sont pris en compte lorsqu'il y a possibilité que ceux-ci entraînent le rejet d'un contaminant ou l'exposition des récepteurs aujourd'hui. L'exploitation future proposée n'est pas prise en considération ici, mais a été abordée dans des évaluations environnementales (EE). De même, la gestion du risque n'est pas abordée ici, mais est traitée dans le Programme des responsabilités nucléaires historiques. Il n'y a aucune autre exigence en matière de gestion du risque puisque les projets futurs n'auront aucun risque qui leur sera associé comme il a été déterminé dans les EE.

L'environnement naturel évalué dans cette ERE comprend tous les emplacements à l'extérieur des zones opérationnelles, sur le site et hors site, et sur lesquels l'exploitation du site des LCR pourrait avoir des effets nocifs. Ceux-ci incluent les rejets atmosphériques, les panaches d'eaux souterraines ou les panaches d'eaux de surface sortant des zones d'exploitation. Ces dernières comprennent les zones de gestion des déchets WMA-B, CA-2 et CA-1. Les anciennes zones d'exploitation qui sont actuellement non opérationnelles (p. ex. WMA-A, WMA-C, WMA-F) ont été considérées.

Une mise à jour de la description d'ust présentée et comprend une description des installations et des systèmes contrôlés, une description des effluents provenant des installations et des activités de surveillance environnementales, ainsi que la description des environnements naturels et physiques.

### Évaluation des risques pour la santé humaine

L'Évaluation des risques pour la santé humaine (ERSH) commence par la détermination des récepteurs humains d'intérêt, des contaminants radiologiques et non radiologiques présentant un risque potentiel (COPC), des emplacements où il y a exposition aux COPC, et des voies d'exposition pertinentes.

Les travailleurs sur le site des LCR sont potentiellement exposés aux contaminants environnementaux, à la fois chimiques et radiologiques, mais ces expositions sont prises en considération et maîtrisées au moyen du programme de santé et de sécurité au travail (OHSP) et du programme de radioprotection (PRP). Étant donné que l'exposition des travailleurs et des visiteurs sur le site est maintenue à des niveaux sécuritaires grâce aux programmes OHSP et PRP, les récepteurs sur le site ne seront plus abordés dans l'ERSH.

Les membres du public à l'extérieur du site sont potentiellement exposés à de faibles niveaux de contaminants hydriques ou atmosphériques. Tous les groupes critiques potentiels ont été inclus dans le calcul de la limite de rejet dérivée (LRD) pour le site, où les groupes critiques limites ont été identifiés [41]. Cette ERSH porte sur les radionucléides qui pourraient être présents en quantités importantes en suspension dans l'air et dans les effluents liquides des LCR. Les récepteurs pour l'ERSH sont les groupes hors site ayant été déterminés comme étant potentiellement les plus exposés aux radionucléides, comme il a été déterminé par le modèle de LRD pour le site [41].

Les récepteurs recevant la dose totale de contaminants atmosphériques la plus élevée des LCR (basée sur le pourcentage de LRD et les résultats de la surveillance environnementale) sont les résidents situés à Balmer Bay, à 6,8 km au nord-ouest et en amont du site. Les habitants de Chalk River sont légèrement plus près du site des LCR, mais moins exposés puisqu'ils ne sont pas dans la direction du vent prédominant NO-SE. Les résidents des fermes les plus exposées se trouvent à la ferme de Sheenboro, à environ 10,5 km au sud-est du site des LCR, en aval du côté du Québec. Plusieurs fermes sont plus près des LCR, mais elles sont moins exposées compte tenu de la direction du vent prédominant. Les récepteurs résidentiels de Balmer Bay et les récepteurs de la ferme de Sheenboro ont été pris en compte aux fins d'examen dans l'ERSH.

Les récepteurs recevant la dose totale de contaminants hydriques la plus élevée des LCR (basée sur le pourcentage de LRD et les résultats de la surveillance environnementale) sont les riverains de Harrington Bay, situé à 8,6 km en aval du côté du Québec, ainsi que les habitants de Petawawa et de Pembroke, situés à 17,9 km et 30,1 km en aval, respectivement. Les habitants de ces collectivités ont été considérés aux fins d'examen dans l'ERSH.

Pour les rejets atmosphériques, l'argon 41, les gaz nobles et le tritium à Balmer Bay, ainsi que l'iode 131 à la ferme de Sheenboro ont été identifiés comme COPC d'après des rejets supérieurs à 0,1 % de la LRD. L'argon 41 et le tritium proviennent principalement des rejets du réacteur NRU, les gaz nobles proviennent surtout des rejets de l'installation Mo-99; et l'iode-131 provient principalement des rejets du réseau de silos verticaux situés dans l'aire de stockage WMA-B. Ces quatre radionucléides sont abordés dans l'ERSH.

Pour les rejets hydriques, aucun radionucléide n'excédait le critère de 0,1 % de la LRD. Ce pourcentage de la LRD représente une dose de 1  $\mu$ Sv et est une petite fraction de la dose de 10  $\mu$ Sv, considérée comme négligeable. Ces rejets de radionucléides n'ont pas été abordés dans l'ERSH.

Les rejets non-radionucléides dans l'atmosphère sont également envisagés du point de vue de la santé humaine. Les gaz acides NO<sub>x</sub> et SO<sub>x</sub>, et les particules (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>), provenant de diverses sources sur le site, ont des concentrations dépassant les critères de qualité d'air ambiant de l'Ontario [158]. Cependant, les concentrations estimées à Balmer Bay, l'emplacement le plus exposé hors site, étaient bien au-deçà des critères de qualité d'air ambiant de l'Ontario. Ces substances n'ont pas été étudiées dans l'ERSH.

Les expositions aux radionucléides et les doses de rayonnement qui en découlent ont été estimées par Ingram [89] pour des récepteurs composites de Balmer Bay et de la ferme de Sheenboro. L'immersion dans l'air, l'inhalation et l'ingestion de produits maraîchers ont été évaluées en fonction des mesures faites à Balmer Bay. La voie de l'ingestion pour le lait a été évaluée en fonction des mesures du lait d'une

exploitation laitière de Deep River. La voie de l'ingestion pour la viande a été évaluée en fonction des mesures du porc et du bœuf dans une ferme près de Chapeau, au Québec. Toutes les mesures ont été corrigées pour que les doses calculées représentent les doses incrémentielles provenant de l'exploitation des LCR.

Les estimations de la dose au public pour les récepteurs de Balmer Bay / Sheenboro (adultes et enfants) étaient un ordre de grandeur de moins que la limite de dose au public de 1 mSv/an. Par conséquent, la santé du public est considérée comme étant protégée à ces bas niveaux d'exposition à la radioactivité provenant des LCR. Les estimations de la dose représentent une fraction de la dose imputable au rayonnement naturel (la moyenne canadienne est de 1,8 mSv/an) [30].

Étant donné que les récepteurs de Balmer Bay / Sheenboro reçoivent les doses les plus élevées du site des LCR, la preuve qu'ils sont protégés implique que d'autres groupes de la population près des LCR sont aussi protégés. Néanmoins, le principe ALARA (niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre) est appliqué aux LCR afin de réduire les émissions au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre.

### Évaluation des risques écologiques

L'évaluation quantitative préliminaire des risques écologiques (EQPR) débute avec la détermination des récepteurs écologiques d'intérêt, des contaminants radiologiques et non radiologiques présentant un risque écologique potentiel (COPEC), les facteurs de stress présentant un risque potentiel (SOPC), les emplacements où il y a exposition aux COPEC, et les voies d'exposition pertinentes.

Les récepteurs écologiques sélectionnés représentent un ensemble type de groupes taxonomiques, d'habitats, d'habitudes alimentaire et de niveaux trophiques qui permet d'extrapoler les résultats à des espèces similaires sur le plan écologique. Cet ensemble comprend des espèces communes et répandues, compte tenu des fonctions écologiques importantes qu'elles remplissent dans l'écosystème, de même que des espèces rares ou dont les populations sont en décroissance, compte tenu de leur valeur sociale reconnue plus importante et du fait qu'elles peuvent être particulièrement vulnérables à l'activité humaine. Tous les groupes principaux d'espèces sont représentés, notamment les poissons, les mammifères, les amphibiens et les reptiles, les plantes vasculaires et les invertébrés. Les espèces sélectionnées représentent les milieux aquatiques, terrestres et humides, ainsi que différentes stratégies d'alimentation, notamment herbivore et insectivore.

La liste des récepteurs a fait l'objet de discussions avec des intervenants lors de l'examen des effets écologiques réalisé en 2005, de manière à ce que les connaissances locales soient bien représentées et que les espèces d'importance particulière pour la collectivité, ainsi que pour les associations de conservation de la nature, les unités gouvernementales et les naturalistes locaux, soient prises en considération. Le martinet ramoneur (une espèce que le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada [COSEPA] considère comme menacée) a été ajouté dans le cadre de cette ERE en raison de préoccupations relatives aux individus qui utilisent la colonne de ventilation de l'installation de production de Mo-99 comme dortoir. La vitesse de l'air de la colonne de ventilation de l'installation de production de molybdène est assez faible pour que les oiseaux puissent y entrer, tandis qu'ils ne peuvent entrer dans la colonne de ventilation du NRU parce que la vitesse y est trop élevée.

Les concentrations de contaminants ont été obtenues à partir des plus récentes données disponibles de surveillance de sites (effluents atmosphériques et liquides, eau de surface des sites, eau souterraine, sédiments et sols). Les concentrations mesurées et les concentrations estimées ont été comparées à des critères d'examen préalable, qui comprenaient les directives fédérales et provinciales applicables en matière de qualité de l'environnement, ainsi que des données toxicologiques tirées de la littérature. Les concentrations dans les effluents ont été comparées aux directives relatives à la qualité de l'eau de surface, sans dilution. Les concentrations de radionucléides dans l'eau, les sédiments et le sol ont été

comparées aux critères d'examen préalable élaborés par le Department of Energy des États-Unis [58], ainsi qu'à des critères d'examen préalable qui ont été obtenus à partir des méthodes de Chouhan et coll. [43] [42]. Les radionucléides présents dans l'air ont été examinés relativement à des critères établis selon Holford [87] et d'autres sources.

Tout contaminant chimique ou radionucléide qui dépassait les critères d'examen préalable à un endroit ou l'autre a fait l'objet d'un examen plus poussé dans le cadre de l'évaluation des risques écologiques à titre de contaminant potentiellement préoccupant sur le plan écologique à cet endroit, à moins qu'il se soit révélé être en deçà de la limite supérieure des conditions ambiantes. Les concentrations de fond locales des métaux dans l'eau de surface et les sédiments ont été fournies par les études menées à titre de suivi de l'examen des effets écologiques de 2005. Dans le cas des radionucléides, en plus de ceux qui ont été reconnus comme contaminants potentiellement préoccupants sur le plan écologique, d'autres radionucléides considérés comme contribuant de manière appréciable aux doses à chaque endroit ont été inclus dans le calcul des doses de manière à obtenir des valeurs qui s'approchent des doses totales de rayonnement.

L'évaluation de l'exposition à chaque endroit utilisait une combinaison de concentrations mesurées de contaminants potentiellement préoccupants sur le plan écologique et de concentrations estimées pour les milieux où des mesures n'ont pas été effectuées. Les estimations comportaient un calcul de la répartition entre les sédiments et l'eau, de même qu'un calcul de l'absorption dans les tissus des organismes à partir des milieux. Les facteurs d'absorption étaient établis à partir de données du site s'il y en avait.

Les doses ont été calculées à partir des concentrations de tous les milieux pour l'ensemble de la biocénose dans le cas des radionucléides et pour les oiseaux et les mammifères pour les non-radionucléides, et ce, afin d'effectuer la comparaison avec les valeurs de référence de doses. Dans le cas des autres organismes et des contaminants non radiologiques, les concentrations d'exposition sont comparées directement avec les concentrations de référence applicables. Dans la plupart des endroits, il a été possible d'estimer des valeurs d'exposition moyenne et maximale (concentrations ou doses, selon le cas). Ces valeurs d'exposition ont été utilisées pour l'estimation des risques.

L'estimation des risques se fait en divisant les valeurs d'exposition par les valeurs de référence pour ainsi calculer les quotients de risque (QR) pour chaque récepteur pertinent, à chaque endroit d'évaluation. Les valeurs de référence de dose de rayonnement ont été empruntées à l'UNSCEAR [197] selon les recommandations de la norme CSA N288.6.

Dans le cas des contaminants potentiellement préoccupants sur le plan écologique qui ne sont pas radioactifs, les valeurs de référence ont été tirées de diverses sources dans la littérature. Un QR supérieur à 1 indique un potentiel d'effets négatifs, particulièrement s'il est établi à partir de l'exposition moyenne à l'endroit de l'évaluation. Les QR établis à partir des concentrations maximales peuvent surestimer le risque pour les oiseaux et les mammifères, dont l'exposition peut être réduite à une moyenne résultant de leurs nombreux déplacements. Aux points de rejet, les poissons ont été considérés comme vivant dans une zone située à proximité de l'extrémité du tuyau.

L'eau souterraine n'a pas été considérée comme un milieu d'exposition à l'intérieur des zones d'émission. Cependant, une analyse de l'eau souterraine a été effectuée en périphérie des zones de gestion des déchets pour déterminer les contaminants qui pourraient être préoccupants dans les eaux de surface en aval. Il y a une exception à cela dans l'ERE : l'exposition à l'eau souterraine a été prise en considération pour les organismes du sol dans la zone d'écoulement d'eau souterraine dans la rivière des Outaouais.

Plusieurs facteurs de perturbation physiques ont été pris en considération dans l'évaluation des risques écologiques, notamment, la possibilité d'effets thermiques en raison de l'évacuation de l'eau de refroidissement à l'exutoire des installations, les effets d'entraînement ou d'aspiration à la prise d'eau de refroidissement, la mortalité d'animaux sur la route et les altérations continues des milieux naturels.

---

## Doses de rayonnement

Dans la plupart des endroits autour du site des LCR, les doses de rayonnement sont inférieures aux valeurs de référence de 100  $\mu\text{Gy/h}$  et 400  $\mu\text{Gy/h}$  portant respectivement sur les animaux terrestres et les organismes aquatiques (2 400 et 9 600  $\mu\text{Gy/j}$ ). Quelques endroits dépassent ces valeurs de référence, en particulier les milieux humides atteints par les profils de diffusion de strontium radioactif dans l'eau souterraine.

Les doses supérieures aux valeurs de référence d'ensemble ne produisent pas nécessairement des effets négatifs. Cependant, les doses qui dépassent de beaucoup les valeurs de référence indiquent une possibilité d'effets négatifs et des endroits où une surveillance des effets ou une gestion des risques peut être pertinente. Précisons que des hypothèses prudentes ont été utilisées dans les évaluations de doses.

### *Sites aquatiques*

Selon les estimations, la dose aquatique moyenne la plus élevée se trouverait dans la forêt de la Source B (52 643  $\mu\text{Gy/j}$  pour les escargots et 5 066  $\mu\text{Gy/j}$  pour les musaraignes palustres). Les doses sont attribuables au Sr-90, qui provient de la zone de gestion des déchets WMA-B.

Les doses estimées moyennes les plus élevées pour le marécage Sud sont de 16 900  $\mu\text{Gy/j}$  pour les escargots. Les doses sont attribuables au Sr-90, qui provient de la zone de gestion des déchets WMA-A et é ou du puit de réacteur 2 situé dans la zone de dispersion des liquides.

La dose estimée moyenne la plus élevée pour le marécage Est est de 10 200  $\mu\text{Gy/j}$  pour les escargots. Les doses sont principalement attribuables au Sr-90, qui provient de la zone de dispersion des liquides.

Aux niveaux maximums d'exposition, les doses de rayonnement calculées sont plus importantes à chaque endroit, de 2 à 4 fois pour les escargots et les aulnes. Il s'agit dans les deux cas d'organismes caractérisés par une mobilité limitée, et certains individus pourraient subir une exposition maximale. Aucune des doses supérieures aux valeurs de référence n'affecte plus qu'une petite portion du bassin versant du lac Perch; il est donc improbable qu'elles soient importantes à l'échelle des populations.

Selon les calculs, les doses tombent en dessous des valeurs de référence pour tous les autres sites aquatiques à l'intérieur des terres, notamment pour le lac Perch et ses ruisseaux affluents, le cours d'eau Perch Creek, le cours d'eau Main Stream, le marécage Ouest, le cours d'eau Duke/Bulk, le cours d'eau Bulk Storage et les cours d'eau au bord de la rivière. Les doses étaient également inférieures aux valeurs de référence pour les organismes aquatiques dans les eaux proches des rives des zones de mélange dans la rivière des Outaouais dans le cas de tous les rejets d'effluents liquides.

### *Sites terrestres*

Dans la zone de gestion des déchets WMA\_A, la dose estimée moyenne la plus élevée était celle de la musaraigne cendrée (67 136  $\mu\text{Gy/j}$ ); cependant, il se peut que les doses réelles des oiseaux et des mammifères soient beaucoup plus faibles, en fonction de considérations relatives au domaine vital et à l'habitat. Les estimations des doses des plantes étaient moins élevées, mais la croissance de la végétation est limitée de manière à éliminer les aires offrant un habitat adéquat aux merles d'Amérique et à restreindre les aires offrant un habitat adéquat aux musaraignes. La dose des invertébrés du sol a été estimée à 49 000  $\mu\text{Gy/j}$ . Les doses de la zone de gestion des déchets WMA-A sont principalement attribuables au Cs-137.

Dans la zone de gestion des déchets WMA-F, qui contient de la terre contaminée provenant des activités passées de Port Hope, on prévoit pour la marmotte commune une dose moyenne de 6 180  $\mu\text{Gy/j}$  en raison de l'inhalation de radon dans le terrier. Cette dose est supérieure à 2 400  $\mu\text{Gy/j}$ ; cependant, la littérature semble indiquer que les doses des mammifères fouisseurs peuvent souvent dépasser 2 000  $\mu\text{Gy/j}$  dans les zones non contaminées. Les espèces non fouisseuses ne seraient pas exposées, puisque les déchets sont enfouis sous une couche de sol non contaminée.

Dans le puits chimique (« CP » : 23 905  $\mu\text{Gy/j}$ ) et le puits de réacteur 2 (« RP2 » : 43 892  $\mu\text{Gy/j}$ ) de la zone de dispersion de liquides, la dose estimée moyenne la plus élevée était celle de la musaraigne cendrée; cependant, les doses réelles des oiseaux et des mammifères sont probablement beaucoup moins élevées en raison de considérations relatives au domaine vital et à l'habitat. La dose des invertébrés du sol était de 19 400 (CP), 9 390 (puits de lavage, « LP ») et 34 100 (RP2)  $\mu\text{Gy/j}$ . Dans la zone de dispersion des liquides, les doses sont principalement attribuables au Cs-137.

À l'emplacement de la canalisation NRX – zone de dispersion des liquides, la dose estimée moyenne la plus élevée était celle des invertébrés du sol (106 210  $\mu\text{Gy/j}$ , surtout attribuable au Cs-137). Chez les vertébrés, c'est la musaraigne cendrée qui avait la dose la plus élevée (87 400  $\mu\text{Gy/j}$ , surtout attribuable au Cs-137). Les doses réelles des oiseaux et des mammifères seraient probablement beaucoup plus faibles si le domaine vital et l'habitat étaient pris en compte.

Dans tous les autres cas, les doses prévues des organismes terrestres à l'intérieur des zones de gestion des déchets ou dans les zones adjacentes étaient inférieures à 2 400  $\mu\text{Gy/j}$ . Des doses légèrement supérieures à cette valeur, en raison de la présence de tritium dans l'eau souterraine et la végétation, ont été estimées pour les aulnes qui poussent sur le bord de la rivière des Outaouais près de zones où des eaux souterraines correspondant au profil de diffusion NRU se déversent.

Les doses de rayonnement chez le cerf de Virginie (calcul basé sur les radionucléides mesurés dans les tissus des cerfs) et le loup de l'Est (selon le calcul estimé des radionucléides dans les tissus des loups) restent bien en deçà de 2 400  $\mu\text{Gy/j}$ . Ces doses proviennent surtout du Cs-137 dans les tissus (au-dessus des concentrations de fond) et de l'Ar-41 dans l'air.

Les doses de rayonnement du biote terrestre vivant aux endroits où les émissions atmosphériques atteignent la concentration maximale sont en général bien inférieures à 2 400  $\mu\text{Gy/j}$ . Les doses les plus élevées au niveau du sol, qui proviennent de l'Ar-41 autour du NRU, sont estimées à 1 434  $\mu\text{Gy/j}$  (calcul basé sur le maximum d'effluents et le facteur de dilution) ou à 8,4  $\mu\text{Gy/j}$  en moyenne annuelle (d'après la modélisation atmosphérique). Le biote terrestre qui reçoit des doses supérieures à 2 400  $\mu\text{Gy/j}$  représente quelques individus dans les limites des petites installations de gestion des déchets. Ces doses ne provoqueront vraisemblablement pas d'effets importants à l'échelle des populations.

Les martinets ramoneurs qui utilisent la colonne de ventilation de l'installation MPF reçoivent des doses plus élevées, probablement dominées par l'exposition aux gaz nobles. À cet endroit, la dose de Xe-133 reçue par un martinet a été estimée à 2 900  $\mu\text{Gy/j}$  en moyenne sur une période d'occupation de 10 semaines, soit légèrement plus que la dose de référence [48]. La vitesse de l'air de cette colonne est suffisamment faible pour que les oiseaux y pénètrent, alors qu'elle est trop élevée pour qu'ils entrent dans la colonne de ventilation du NRU.

## Effets chimiques

### *Sites aquatiques*

Aux endroits où il y a des récepteurs aquatiques, l'exposition de certains organismes à des substances chimiques, en particulier le cuivre et le fer, devrait être supérieure aux concentrations de référence (c.-à-d. les lignes directrices ou les concentrations de fond élevées). Dans la plupart des cas, les

quotients de risque sont marginaux (de l'ordre de 1 à 2). Les endroits où les quotients de risque (QR) sont supérieurs à 2 sont la forêt Spring B (Fe), le ruisseau Perch (Fe, TCDF, B(a)p), le ruisseau Duke (Fe, Pb, Cd), l'affluent 2 du lac Perch (Fe, TCDF), le marécage Est (Se, BPC, TCDF), le marécage Ouest (Fe, Se) et le marécage Sud (Se, Fe).

Les quotients de risque pour le Cd dans le ruisseau Duke sont basés sur un échantillon instantané de l'eau prélevé par Environnement Canada et n'ont pas été vérifiés par la surveillance des LCR. Le quotient de risque pour le benzo(a)pyrène dans le ruisseau Perch est basé sur un échantillon instantané des sédiments provenant du même relevé.

Le quotient de risque pour les BPC (total) et le TCDF (total) dans le marécage Est (QR = respectivement 18 et 24 pour le benthos) est basé sur les valeurs mesurées des sédiments qui dépassent les lignes directrices du CCME [28]. Les biphényles polychlorés (BPC) et les tétrachlordibenzofurannes (TCDF) proviennent des rejets passés de la fosse chimique.

Les quotients de risque pour le Se dans le sol du marécage Ouest et du marécage Sud (QR = 19,7 et 20,9 pour l'aulne) sont basés sur les valeurs mesurées dépassant les lignes directrices pour le sol du CCME [28] à ces endroits. D'après des données limitées, les concentrations de Se sont supérieures aux concentrations de fond.

Les mammifères et les oiseaux riverains des sites aquatiques situés à l'intérieur des terres ont des quotients de risque inférieurs à 1 pour la plupart des contaminants potentiellement préoccupants. Le Se, dont les quotients sont de l'ordre de 1 à 2 pour les concentrations moyennes dans le sol des marécages Est, Ouest et Sud, fait exception.

Le biote aquatique de l'étage infralittoral de la rivière des Outaouais est exposé aux rejets des exutoires sur les rives et à la migration des eaux souterraines dans l'étage infralittoral. Les QR des eaux près des rives étaient inférieurs à 1 selon les concentrations calculées de contaminants potentiellement préoccupants.

Les concentrations calculées de chlore dans la zone de rejet de l'exutoire de l'eau de refroidissement produisent un quotient de risque de 1,8 par rapport à la concentration de référence pour les invertébrés; cependant, la concentration de référence pour le poisson n'est pas dépassée. Les concentrations calculées dans la zone de rejet du déversoir des installations sanitaires, où la chloration a également lieu, ne dépassent pas les valeurs de référence pour le chlore.

Le chlore est rejeté dans l'étage infralittoral par l'intermédiaire des eaux souterraines; il s'ensuit que les concentrations dans l'eau interstitielle des sédiments sont supérieures aux lignes directrices du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) pour la qualité de l'eau; les concentrations maximales mesurées dans l'eau de la rivière (sous la glace) ne dépassent pas toutefois cette ligne directrice. La présence de chlore dans les eaux souterraines reflète l'influence du sel de voirie utilisé aux abords des LCR.

Le projet d'assainissement de la rivière des Outaouais [184] a caractérisé les sédiments aux environs du déversoir des procédés et a terminé l'identification provisoire des contaminants potentiellement préoccupants qu'ils renferment afin de poursuivre l'évaluation du risque écologique. Parmi les contaminants repérés se trouvent le mercure et divers radionucléides. Des études de la toxicité des sédiments ont été effectuées [188] [183]. Une évaluation distincte des risques écologiques (ERE) est en cours et devrait être terminée en 2014 (175-121240-REPT-002, *en préparation*). La prochaine itération de l'ERE, en 2018, résumera les résultats (recommandation n° 4).



### *Sites terrestres*

Les données limitées existant sur les concentrations de substances chimiques dans les sols de surface des aires de gestion des déchets n'indiquent pas d'effets chimiques nuisibles sur le biote terrestre de ces aires.

Une petite superficie (moins de 10 m<sup>2</sup>) de sol contaminé par de l'uranium naturel au parc de stockage de l'électricité produit des quotients de risque élevés pour les invertébrés du sol qui y vivent (QR = 6,7 [moyenne des sites Riverbank A et B]). Les risques pour les oiseaux et les mammifères devraient être bien plus faibles parce qu'ils utilisent pour s'alimenter une superficie beaucoup plus grande (QR = 1,2 pour la musaraigne cendrée).

L'élévation occasionnelle de la nappe phréatique et la contamination des sols de la rhizosphère qui s'ensuit peuvent exposer les invertébrés du sol des terres riveraines à proximité des lieux de rejet des eaux souterraines, et les aulnes qui y poussent, à la contamination. Selon les estimations de cette exposition, les concentrations de Cd, de Cu et de Zn dépassent peut-être légèrement les valeurs de référence (QR entre 1 et 2) en raison de ce mécanisme. Un QR plus élevé, égal à 26,2, a été estimé pour le fer (remarque : les QR ont été calculés à l'aide des concentrations maximales parce que les moyennes n'étaient pas disponibles).

Les concentrations annuelles moyennes dans l'air résultant des émissions de la centrale, calculées pour l'emplacement du pire point de contact, étaient inférieures à la concentration de référence applicable pour les NO<sub>x</sub> et supérieures pour les SO<sub>x</sub> (QR = 4,8). Aucun autre contaminant atmosphérique potentiellement préoccupant n'a été repéré.

### **Effets thermiques, entraînement et captage**

Les effets thermiques du rejet de l'eau de refroidissement du réacteur devraient être très peu importants, puisque l'augmentation de température mesurable dans la rivière est très faible et que le panache thermique est de faible ampleur. Selon le modèle, la zone dans laquelle la hausse de température pourrait dépasser 3 °C s'étend sur moins de 200 m en aval du déversoir des procédés.

Les relevés thermiques autour de l'exutoire de l'eau de refroidissement indiquent que la superficie où la température de l'eau de surface augmente de plus de 1 °C est à son maximum en novembre, un mois où elle atteint 2 600 m<sup>2</sup>. La vie aquatique est protégée lorsque les températures ne dépassent pas les températures ambiantes de plus de 3 °C. La superficie où l'augmentation de la température dépasse 3 °C est généralement nulle et inférieure à 140 m<sup>2</sup>. La superficie où des effets négatifs pourraient se faire sentir sur la vie aquatique représente donc une très petite fraction de la rivière.

C'est en août que les températures maximales de l'eau (TME) ont été mesurées pendant les relevés, la valeur maximale ayant été de 22,5 °C. Cette valeur est inférieure à l'éventail des TME estivales pour les espèces de poissons des eaux chaudes (25 °C à 32 °C). La TME estivale du cisco est moins élevée (17 °C); il éviterait probablement le panache, comme il éviterait d'autres parties de la rivière où les températures estivales naturelles vont de 19 °C à 22 °C. Pour la période de novembre à mars, les températures de l'eau ont constamment été inférieures à 10 °C, la valeur maximale de 9,8 °C ayant été atteinte en novembre. Les températures hivernales sont inférieures à l'éventail des températures qui pourraient nuire à la survie des espèces de poissons des eaux chaudes en hiver. Pour le cisco, la TME peut n'être que de 5 °C au milieu de l'hiver, ce qui n'est pas dépassé dans le panache. Les températures dans le panache thermique et autour de celui-ci ne nuiront vraisemblablement donc pas à la croissance ou à la survie des poissons de la zone.

Le captage touche quelque 5 349 poissons chaque année (2012) dans les prises d'eau du NRU et du NRX (surtout du NRU). Les principales espèces sont l'omisco et l'éperlan arc-en-ciel, qui représentaient

respectivement 49 % et 46 % du total dans les études menées en 2001 et en 2004. Des tendances similaires ont été observées en 2012. La masse totale des poissons pris est d'environ 40 kg/an (données de 2012). Cette perte équivaut en gros à la productivité de la biomasse des poissons estimée pour moins de 1 ha de rivière. C'est une perte qui semble modeste, mais qui peut être importante à l'échelle locale pour l'abondance des espèces les plus touchées. Deux esturgeons jaunes, une espèce en péril reconnue, ont été captés au NRU en 2001, dix en 2004, et un en 2012.

Ni larves ni œufs de poisson n'étaient présents dans les échantillons prélevés aux deux semaines à la centrale, mais du zooplancton vivant a été repéré. Des œufs de poisson ont été observés dans le NRX par le passé, mais peu d'eau passe par le NRX à l'heure actuelle et cette perte n'est pas importante pour les populations de poissons, comme le montrent le petit nombre et la faible biomasse des poissons captés ainsi que les récentes données hydroacoustiques sur l'abondance des poissons (voir la recommandation n° 6, en cours d'élaboration). Une évaluation de l'habitat entourant les prises d'eau et de la documentation sur les espèces captées semble indiquer qu'il est peu probable que les poissons utilisent ces endroits pour frayer. L'omisco et l'éperlan arc-en-ciel, les espèces dominantes piégées à la prise d'eau du NRU, fraient tous deux en général dans des ruisseaux plutôt que dans les eaux libres de la rivière des Outaouais.

### **Animaux sauvages tués sur la route**

Un faible nombre de grands mammifères (cerfs, orignaux, ours) sont tués dans des accidents de la route le long de la route d'accès aux Laboratoires de Chalk River (LCR). Le taux de mortalité est faible par rapport à la production annuelle des populations locales et ne devrait avoir aucune conséquence à l'échelle de la population.

Le suivi des reptiles tués sur la route a commencé en 2009. Treize tortues ont été tuées sur le chemin Plant Road de la fin de mai 2010 au milieu de juillet 2011. Deux zones de passage de tortues ont été définies et des panneaux de signalisation de passage de tortues y ont été installés. De plus, des clôtures anti-érosion ont été placées en bordure de l'accotement afin d'empêcher les tortues d'accéder à la chaussée. Des stratégies de réacheminement pour faciliter le déplacement des tortues sur le site sont prévues pour 2014.

Les activités de nivellement de la route pendant la période de nidification printanière ont été réduites à titre de mesure de conservation des tortues. De plus, un programme de gestion des nids a été mis en œuvre. Il consiste à localiser les nids et à les couvrir afin de les protéger contre les prédateurs. Les nids sont de nouveau exposés le jour de l'éclosion.

### **Sel de voirie**

Des quantités importantes de sel de voirie sont utilisées l'hiver sur les routes des LCR, ce qui peut avoir des effets localisés sur la faune (attraction de grands mammifères sur les routes où il y a des dangers liés à la circulation, empoisonnement par ingestion chez les oiseaux). Il est peu probable que ces effets soient plus importants que les effets du sel de voirie le long des autres chaussées régionales ou dans les petites régions urbaines de l'Ontario. Le plan de gestion du sel des LCR indique les mesures qui seront prises pour utiliser et entreposer le sel de voirie de façon responsable, afin de minimiser les pertes accidentelles et les effets connexes.

### **Gaz à effet de serre**

Les gaz à effet de serre sont plus préoccupants à l'échelle régionale ou mondiale qu'à l'échelle locale. Les LCR émettent des gaz à effet de serre comme le CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustible à la centrale et des halocarbures, qui peuvent contribuer au réchauffement de la planète. Les émissions

totales de gaz à effet de serre des LCR, par rapport aux émissions nationales, représentent 0,0049 % du total national. La contribution des LCR à ce problème est donc négligeable.

### Autres facteurs agissant sur l'habitat

Les autres manipulations de l'habitat aux LCR, comme l'installation de clôtures et la création de coupe-feu, peuvent avoir des effets localisés sur les déplacements et la répartition des espèces sauvages. Ces effets seront vraisemblablement minimes et comparables aux effets d'activités semblables dans la région.

### Recommandations pour le programme de surveillance

Un ensemble de recommandations a été élaboré pour combler les lacunes identifiées, remédier à l'incertitude et accroître la transparence des intrants et des résultats de l'ERE avant la prochaine mise à jour prévue en 2018. EACL et la CCSN se sont entendus sur les critères de fermeture pour chacune des recommandations (avril 2013, voir la section 5.2).

D'autres détails concernant ces recommandations, notamment les descriptions, les gestionnaires de tâches, les travaux à réaliser, les produits livrables, les échéanciers et les commentaires sur le programme de surveillance environnementale sont abordés dans le plan quinquennal de l'ERE de 2012 (ENVP-509220-PLA-001, en cours).

1. A) Dans les 23 cas où l'on prévoit que les doses de rayonnement ou l'exposition à des produits chimiques (concentration ou dose) dépasseront les doses ou les critères de référence, il est recommandé qu'EACL vérifie les conditions d'exposition (concentrations de radioactivité dans le biote, concentrations de produits chimiques dans l'environnement), confirme la présence de récepteurs écologiques semblables à ceux évalués (y compris les espèces en péril) et procède à une surveillance continue, dans la mesure du possible, des effets pertinents pour le dépassement de la dose de référence ou des critères de référence (p. ex., dose de rayonnement au Rn222 pour la marmotte pour l'aire de gestion des déchets F; dose radiologique combinée pour les invertébrés du sol, l'herbe et les fougères odorantes pour l'aire de gestion des déchets A).

Dans les zones où les doses de référence et les critères de référence sont dépassés, ces mesures de concentration peuvent servir à préciser davantage les paramètres de transfert propres aux sites, comme les coefficients de partage (KD) et les facteurs de bioaccumulation (FBA).

- B) Évaluer les concentrations de fond pour les autres contaminants non radiologiques qui sont mesurés de façon régulière dans le cadre du programme de surveillance environnementale des LCR, mais pour lesquels aucune ligne directrice ou limite n'a actuellement été définie aux fins d'examen (c.-à-d. pour que nous sachions à l'avenir si nous sommes nettement au-dessus des concentrations de référence).

Dans certains cas où les critères de référence pour l'exposition à des produits chimiques ont été dépassés, il y a de l'incertitude au sujet des concentrations de fond locales.

- C) Dans les cas où l'on remarque que les doses de référence pour le rayonnement ou les critères de référence pour l'exposition à des produits chimiques ont été dépassés pour l'eau souterraine, vérifier si des données sur l'eau de surface existent pour confirmer les conditions d'exposition. S'il manque des données, il est recommandé qu'EACL mesure l'eau de surface au point de rejet (il est à noter que l'eau souterraine a fait l'objet d'un examen préalable, mais n'a pas été évaluée dans le cadre de l'ERE, puisqu'elle n'est pas considérée comme un milieu d'exposition pour le biote).

2. Assurer un suivi visant à démontrer l'efficacité de la nouvelle technologie de captage du panache qui doit être mise en œuvre dans le marécage Sud, en mettant l'accent sur le rétablissement des terres

humides après la mise en œuvre. Il devrait également y avoir un suivi afin de déterminer si les quotients de risques (QR) pour les SCPPE sont inférieurs à 1.

3. Maintenir des programmes de contrôle de la végétation dans les zones de gestion des déchets (aspect environnemental important pour les LCR), car cette mesure découragera la colonisation par le biote et réduira la possibilité que des doses comme celles estimées contaminent les organismes susceptibles de s'installer dans le puits chimique et le puits de réacteur 2. Il devrait y avoir des inspections régulières de la végétation afin de s'assurer que les programmes de contrôle sont efficaces. L'ERE suppose qu'aucune végétation autre que la couverture végétale ne sera autorisée à coloniser les aires de gestion des déchets. Des méthodes de contrôle manuel ou chimique pourraient être utilisées au besoin pour assurer le maintien des programmes.
4. L'évaluation des risques écologiques des sédiments dans la rivière des Outaouais, qui est en cours, devrait être achevée comme prévu en 2014. Les résultats à jour devraient être intégrés à la prochaine version de l'ERE (section 4.4.2.2).
5. Il faudrait procéder à une évaluation plus poussée de la dose de rayonnement et des effets sur les martinets ramoneurs, qui utilisent la colonne de ventilation de l'installation de Mo-99 comme dortoir, car cette espèce a été désignée comme une espèce en péril.
6. La surveillance de l'entraînement et de captage (E-C) des poissons devrait se poursuivre pour l'esturgeon jaune en 2013, en mettant l'accent sur l'apport du réacteur NRU. Pour d'autres espèces de poissons, les relations entre l'E-C, le débit entrant, la saison, la température et d'autres variables pertinentes pourraient être explorés dans le but éventuel d'établir des relations prédictives. S'il est validé, un modèle de prévision pourrait servir à estimer l'E-C au lieu d'effectuer une surveillance de routine. Le programme devrait suivre les conseils donnés à la clause 7.8.2 de la norme CSA N288.6-12 et les documents d'orientation technique de l'Electric Power Research Institute (EPRI) cités. La surveillance de l'entraînement devrait couvrir les œufs et les larves de poissons, ainsi que les macroinvertébrés aquatiques. La surveillance du captage couvrira les poissons capturés dans le filtre à débris.
7. Actuellement les engagements de l'inventaire national des rejets de polluants (INRP) sont respectés en ce qui concerne les particules (poussière de route) comme émissions fugitives provenant du transport, en particulier des routes en gravier. Les activités prévues du projet au cours des trois prochaines années comprennent de nombreuses fouilles du sol et celles-ci, de même que les zones ouvertes et dégagées, sont également des sources potentielles de particules qui ne font pas actuellement l'objet d'une évaluation et qui doivent être évaluées aux fins de déclaration à l'INRP.
8. Les paramètres d'évaluation et de mesure des risques doivent être clairement définis pour les valeurs environnementales précédemment définies par EACL (composantes valorisées de l'écosystème [CVE]). Celles-ci sont généralement liées aux caractéristiques des populations et des collectivités (p. ex., pour protéger la pêche sportive, les paramètres de mesure pourraient être « le pourcentage de mortalité des poissons pêchés pour le sport dans les habitats exposés »).
9. Aucune information ni méthode d'estimation n'est disponible pour évaluer la concentration de chlore au déversoir d'eaux pluviales 3 ou 4. Toutefois, l'eau chlorée pénètre dans l'eau de traitement, l'eau utilisée pour la lutte contre les incendies et l'eau d'entretien, qui sont utilisées sur place (une « odeur de chlore » a également été observée à l'occasion dans le déversoir d'eaux pluviales 4) (Annexe ix 1, Tableau A1.14). Ces endroits doivent faire l'objet d'une évaluation.

---

10. Les résultats seront envoyés aux gestionnaires des risques des LCR aux fins d'inclusion dans les plans de restauration des LCR une fois que les QR pour chaque secteur préoccupant visé par l'ERE (TABLEAU 5.3) auront été confirmés.