



Government of Canada **Gouvernement du Canada**

**Approche de gestion des risques
pour le
sélénium et ses composés
faisant partie du
Groupe des substances contenant du sélénium**

Environnement et Changement climatique Canada

Santé Canada

Décembre 2017

Canada 

No de cat. : En14-302/2017F-PDF
ISBN 978-0-660-24254-5

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de l'auteur. Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec l'informathèque d'Environnement et Changement climatique Canada au 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-997-2800 ou par courriel à ec.enviroinfo.ec@canada.ca.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement et Changement climatique, 2016.

Also available in English

Résumé de la gestion des risques proposée

Le présent document décrit les mesures de gestion des risques proposées pour le sélénium et ses composés. Pour répondre aux préoccupations relatives à l'environnement, Environnement et Changement climatique Canada propose des mesures visant à réduire les rejets anthropiques de sélénium dans l'eau, notamment par les secteurs suivants afin de tenir compte des préoccupations écologiques :

- **Mines de charbon** : en élaborant une approche réglementaire pour limiter les rejets de sélénium par ce secteur;
- **Mines de métaux** : en améliorant la collecte de renseignements en vertu du Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM) afin de déterminer si une gestion additionnelle des risques est requise;
- **Fusion et affinage des métaux communs** : en appliquant des mesures proposées pour les mines de métaux aux installations de fusion et d'affinage qui présentent des déclarations en vertu du REMM, et collaboration avec l'industrie pour recueillir des informations additionnelles au moyen d'une initiative volontaire touchant les installations restantes. Si l'initiative volontaire n'est pas possible, Environnement et Changement climatique Canada examinera d'autres méthodes de collecte de données, tel qu'un avis d'enquête obligatoire émis en vertu de l'article 71 de la LCPE.
- **Production d'électricité** : en mettant en œuvre des normes de rendement en vertu du Règlement sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone – secteur de l'électricité thermique au charbon qui est entré en vigueur en juillet 2015 et qui entraînera la réduction progressive des émissions de sélénium par les centrales thermiques classiques au charbon;
- **Agriculture** : Agriculture et Agroalimentaire Canada continuera de collaborer avec les autres ministères du gouvernement et l'industrie dans le cadre d'initiatives scientifiques appropriées, le cas échéant; et
- **Installations publiques de traitement des eaux usées** : en examinant l'effet du Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées pour déterminer si une gestion supplémentaire de risque est nécessaire en amont.

Santé Canada propose des mesures dans le domaine suivant afin de tenir compte des préoccupations touchant la santé humaine :

- **Produits de santé naturels** : Réduction de la dose journalière maximale autorisée de sélénium dans les monographies de la Direction des produits de santé naturels et sans ordonnance (DPSNSO) sur le sélénium et les suppléments de multivitamines/minéraux.

S'ils sont disponibles, des renseignements sur les aspects suivants devraient être fournis à la personne-ressource identifiée à la partie 8 du présent document,

dans les 60 jours suivant sa publication, afin d'éclairer le processus décisionnel en matière de gestion des risques environnementaux :

- **Fonderies et raffineries de métaux communs (qui ne présentent pas de déclarations en vertu du REMM)** : Volumes d'effluents aux points de rejet, les concentrations de sélénium total dans les effluents, dans l'environnement en amont et en aval des points de rejet, et dans les tissus des poissons vivant dans les plans d'eau récepteurs.
- **Centrales thermiques au charbon** : Volumes d'effluents aux points de rejet, les concentrations de sélénium total dans les effluents, dans l'environnement en amont et en aval des points de rejet, et dans les tissus des poissons vivant dans les plans d'eau récepteurs; et renseignements sur la contribution du secteur de l'électricité à ces rejets et renseignements sur l'élimination des cendres volantes, sur le traitement des eaux usées et sur les pratiques de surveillance.

Les mesures de gestion des risques décrites dans la présente Approche de gestion des risques peuvent évoluer en fonction des informations additionnelles obtenues pendant la période de consultation publique ou à la suite d'un examen des évaluations et des mesures de gestion des risques publiées pour d'autres substances du Plan de gestion des produits chimiques (PGPC), afin d'assurer une prise de décision efficace, coordonnée et cohérente.

Remarque : Le résumé ci-dessus est une liste abrégée des mesures proposées pour gérer le sélénium et ses composés et pour obtenir des renseignements sur les lacunes en matière d'information et les incertitudes. Pour de plus amples détails à ce sujet, veuillez consulter la partie 3 du présent document.

Table des matières

Résumé de la gestion des risques proposée	ii
1. Contexte	1
2. Enjeu	1
2.1 Conclusion de l'évaluation préalable finale	1
2.2 Recommandation en vertu de la LCPE	2
2.3 Période de consultation publique sur le cadre de gestion des risques	3
3. Gestion des risques proposée	3
3.1 Objectifs en matière d'environnement et de santé humaine	4
3.2 Mesures et objectif proposés en matière de gestion des risques.....	4
3.3 Avis concernant la consommation d'aliments par certaines sous- populations.....	9
3.4 Lacunes dans les renseignements sur la gestion du risque	9
4. Contexte	10
4.1 Utilisations actuelles et secteurs d'utilisation.....	10
5. Sources d'exposition et risques constatés	12
5.1 Sources naturelles	12
5.2 Rejets anthropiques dans l'environnement	13
5.3 Voies d'exposition importantes pour la santé humaine	18
6. Considérations relatives à la gestion des risques	19
6.1 Options de remplacement et autres technologies	19
6.2 Facteurs socio-économiques et techniques	19
7. Aperçu des mesures existantes de gestion des risques	20
7.1 Contexte de gestion des risques connexe au Canada	20
7.2 Produits.....	25
7.3 Lignes directrices	28
7.4 Contexte international pertinent de la gestion des risques.....	29
8. Prochaines étapes	30
8.1 Période de commentaires du public.....	30
8.2 Calendrier des actions	31
9. Références	33
ANNEXE A. Substances contenant du sélénium et figurant sur la Liste des substances intérieures	42

1. Contexte

La Loi canadienne sur la protection de l'environnement, 1999 [LCPE] (Gouvernement du Canada, 1999) confère à la ministre de l'Environnement et du Changement climatique et à la ministre de la Santé (les ministres) le pouvoir d'effectuer des évaluations pour déterminer si des substances sont toxiques pour l'environnement, ou nocives ou dangereuses pour la santé humaine en vertu de l'article 64 de la LCPE^{1,2}, et, le cas échéant, de gérer les risques connexes.

Dans le cadre de la deuxième phase du Plan de gestion des produits chimiques (PGPC), les ministres planifient l'évaluation et la gestion, s'il y a lieu, des risques potentiels pour la santé et l'environnement associés à environ 500 substances rassemblées en 9 groupes (Gouvernement du Canada, 2011). Les 29 substances indiquées à l'annexe A font partie du Groupe de substances contenant du sélénium, établi dans le cadre l'Initiative des groupes de substances dans le cadre du PGPC (Gouvernement du Canada, 2013a).

L'évaluation préalable finale du sélénium et de ses composés en vertu du Groupe de substances contenant du sélénium porte sur le groupement sélénium et par conséquent comprend les substances contenant du sélénium dans tous ses états d'oxydation (sélénite, sélénate, sélénium élémentaire et séléniure), le sélénium organique et toutes les formes de sélénium présentes dans l'environnement. L'évaluation couvre donc toutes les 29 substances contenant du sélénium et répertoriées dans le Groupe de substances contenant du sélénium.

2. Enjeu

2.1 Conclusion de l'évaluation préalable finale

Santé Canada et Environnement et Changement climatique Canada ont réalisé une évaluation scientifique conjointe du sélénium et de ses composés au Canada, en vertu des articles 68 et 74 de la LCPE, englobant le Groupe de substances contenant du

¹ Article 64 de la LCPE : Pour l'application de la présente partie et de la partie 6, mais non dans le contexte de l'expression « toxicité intrinsèque », est toxique toute substance qui pénètre ou peut pénétrer dans l'environnement en une quantité ou concentration ou dans des conditions de nature à :

- (a) avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou sur la diversité biologique;
- (b) mettre en danger l'environnement essentiel pour la vie;
- (c) constituer un danger au Canada pour la vie ou la santé humaine.

² La détermination de la conformité à l'un ou à plusieurs des critères énoncés à l'article 64 est fondée sur une évaluation des risques potentiels pour l'environnement ou la santé humaine découlant des expositions dans l'environnement en général. Pour les humains, cela comprend, sans, toutefois, s'y limiter, les expositions à l'air ambiant et intérieur, à l'eau potable, aux produits alimentaires et à l'utilisation de produits de consommation. Une conclusion établie en vertu de la LCPE n'est pas pertinente à une évaluation (ni n'empêche une telle évaluation) réalisée par rapport aux critères de risque prévus dans le *Règlement sur les produits dangereux*, qui fait partie du cadre réglementaire du Système d'information sur les matières dangereuses au travail pour les produits destinés à être utilisés au travail. De la même manière, la conclusion qui s'inspire des critères présentés dans l'article 64 de la LCPE n'empêche pas les mesures prises en vertu d'autres articles de la LCPE ou d'autres lois.

sélénium dans le cadre de l'Initiative des groupes de substances du PGPC. Un avis résumant les aspects scientifiques de l'évaluation préalable finale de ces substances a été publié dans la Partie I de la Gazette du Canada le 16 décembre 2017 (Environnement et Changement climatique Canada et Santé Canada, 2017).

Sur la base des renseignements disponibles, l'évaluation préalable finale conclut que le sélénium et ses composés répondent aux critères énoncés aux alinéas 64a) et c) de la LCPE, car ils peuvent pénétrer dans l'environnement en une quantité ou concentration ou dans des conditions de nature à avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou sur sa diversité biologique, et à constituer un danger au Canada pour la vie ou la santé humaine.

Les risques écologiques préoccupants, relevés dans l'évaluation préalable finale, sont surtout causés par les rejets de sélénium dans l'eau depuis certaines installations des secteurs des mines de charbon, des mines de métaux, de la fusion et l'affinage des métaux communs, de la production d'électricité, ainsi que depuis le secteur agricole et les installations publiques de traitement des eaux usées. Bien que le sélénium soit essentiel à la santé humaine, il existe des risques potentiels pour la santé de certaines sous-populations exposées ou potentiellement exposées à des concentrations élevées de sélénium. Certaines collectivités inuites qui consomment des aliments traditionnels constituent une sous-population présentant un risque élevé d'exposition. Les pêcheurs de subsistance qui consomment du poisson contenant des concentrations élevées de sélénium (p. ex., autour de certaines installations industrielles) et les personnes qui consomment un sous-ensemble de suppléments de multivitamines/minéraux contenant de fortes concentrations de sélénium sont deux autres sous-populations au Canada potentiellement exposées au sélénium à des concentrations élevées. Ainsi, le présent document sera centré sur ces activités et sur les sources d'exposition potentiellement préoccupantes (partie 5).

Il est à noter que les mesures proposées de gestion des risques qui sont décrites dans le présent document sont préliminaires et peuvent encore être modifiées. Pour de plus amples renseignements sur [l'évaluation préalable finale du sélénium et de ses composés](#).

2.2 Recommandation en vertu de la LCPE

Sur la base des résultats de l'évaluation préalable finale réalisée en vertu de la LCPE, les ministres recommandent que le sélénium et ses composés soient ajoutés à la Liste des substances toxiques, à l'Annexe 1 de la Loi³, conformément au paragraphe 77(2) de la LCPE. Conformément à l'article 91 de la LCPE, un projet de règlement ou d'instrument portant sur « des mesures de prévention et de contrôle » doit être publié dans la Partie I de la Gazette du Canada dans les 24 mois suivants la recommandation

³ Lorsqu'une substance satisfait à un ou plusieurs des critères énoncés à l'article 64 de la LCPE, les ministres peuvent proposer de ne prendre aucune mesure relativement à cette substance, d'ajouter cette substance à la *Liste des substances d'intérêt prioritaire* pour une évaluation plus poussée ou de recommander l'inscription de cette substance sur la *Liste des substances toxiques* de l'Annexe 1 de la Loi.

d'ajouter la substance à l'Annexe I. Une fois le projet annoncé, les ministres ont 18 mois de plus pour finaliser le règlement ou l'instrument (Environnement Canada, 2004). Si nécessaire, d'autres règlements ou instruments pourront être élaborés pendant cette période ou après (Environnement Canada, 2004).

Lorsque le sélénium et ses composés auront été ajoutés à la Liste des substances toxiques, toute substance contenant du sélénium qui contribue ou pourrait contribuer, actuellement ou dans le futur, à l'augmentation des concentrations de sélénium dans l'environnement au-delà des niveaux préoccupants pourrait être soumise aux mesures de gestion des risques. Lorsque les utilisations de substances contenant du sélénium ne présentent pas un risque pour l'environnement pendant leur cycle de vie, Environnement et Changement climatique Canada n'entend pas élaborer d'instruments de gestion des risques, mais continuera d'informer les parties intéressées de tout projet de gestion des risques et s'assurera qu'elles sont consultées en bonne et due forme.

Lors de la rédaction de l'évaluation préalable finale et de l'approche de la gestion du risque, les ministres ont pris en compte des commentaires et des renseignements reçus des intervenants pendant la période de consultation publique de 60 jours sur l'ébauche d'évaluation préalable et la portée de la gestion du risque.

2.3 Période de consultation publique sur le cadre de gestion des risques

Le cadre de gestion des risques posés par le sélénium et ses composés résume les mesures proposées de gestion des risques, envisagées au moment de sa publication le 18 juillet 2015. L'industrie et d'autres parties intéressées ont été invitées à formuler des commentaires sur ce cadre pendant une période de consultation de 60 jours. Les commentaires reçus à cet effet ont été pris en compte lors de la rédaction du présent document. Un résumé des [réponses faites aux commentaires reçus du public](#).

3. Gestion des risques proposée

La partie 3 présente les objectifs en matière d'environnement et de santé, et les objectifs pour la gestion des risques, ainsi que les mesures proposées pour les réaliser dans chaque secteur préoccupant, à savoir les mines de charbon, les mines de métaux, la fusion et l'affinage des métaux communs, la production d'électricité, l'agriculture, les installations publiques de traitement des eaux usées et les produits de santé naturels. Les mesures proposées pour d'autres secteurs rejetant du sélénium sont également mentionnées. Pour plus d'information sur le contexte de ces mesures et leur justification, veuillez consulter la partie 4, Contexte, et la partie 5, Sources d'exposition et risques constatés.

Nous prendrons en considération les nouvelles informations reçues pendant la période de consultation publique suivant la publication de la présente approche de gestion des risques ou provenant d'autres sources. Les mesures de gestion du risque exposées dans le présent document pourraient évoluer avec la prise en compte d'évaluations et

de mesures de gestion du risque publiées pour d'autres substances visées par le PGPC, assurant ainsi une prise de décision efficace, coordonnée et cohérente⁴.

3.1 Objectifs en matière d'environnement et de santé humaine

Les objectifs proposés en matière d'environnement et de santé humaine sont des énoncés quantitatifs ou qualitatifs décrivant ce qui devrait être fait pour répondre aux préoccupations en matière d'environnement et de santé humaine.

Pour ces substances, les objectifs proposés sont axés sur les sources d'exposition préoccupantes décrites à la partie 5, plus loin. À ce titre, l'objectif environnemental proposé pour le sélénium et ses composés est de réduire les rejets anthropiques de sélénium dans l'eau afin de ne pas dépasser les concentrations observées qui ont des effets néfastes pour les organismes aquatiques. L'objectif en matière de santé humaine est que les Canadiens absorbent suffisamment de sélénium, sans pour autant dépasser les niveaux d'absorption maximaux tolérables (p. ex., 400 µg/jour ou la concentration correspondante dans le sang total de 480 µg/L pour les adultes).

Les objectifs en matière d'environnement et de santé humaine pourraient être revus dans des documents subséquents de gestion des risques (p. ex., document de consultation relatif à un projet d'instrument).

3.2 Mesures et objectif proposés en matière de gestion des risques

Les objectifs de gestion des risques proposés fixent des cibles quantitatives ou qualitatives à atteindre par la mise en œuvre de règlements, d'instruments ou d'outils de gestion des risques s'appliquant à une substance donnée ou à un groupe de substances.

Les objectifs de gestion des risques pour le sélénium et ses composés sont : 1) la plus grande réduction possible sur les plans technique et économique des rejets de sélénium dans l'eau, compte tenu des facteurs socioéconomiques, et 2) la réduction de l'exposition des humains au sélénium par les produits de santé naturels ingérés par voie orale et destinés à l'utilisation chronique et à long terme, en particulier les

⁴ Les règlements, instruments ou outils de gestion des risques proposé(s) seront sélectionnés d'une manière exhaustive, cohérente et efficace, conformément à la Directive du Cabinet sur la rationalisation de la réglementation (Secrétariat du Conseil du Trésor (SCT), 2012a) du gouvernement du Canada et au Plan d'action pour la réduction du fardeau administratif (SCT, 2012b). De plus, le gouvernement du Canada a mis en œuvre la règle du « un pour un » et la Lentille des petites entreprises (SCT, 2012b). Le « un pour un » et la perspective des petites entreprises ne visent que les règlements. Selon les instruments de gestion des risques sélectionnés, ils pourraient s'appliquer.

La règle du « un pour un » est conçue pour réduire le fardeau administratif global qui pèse sur les entreprises canadiennes. La règle permettra de réduire le fardeau administratif de deux façons : d'abord en supprimant un règlement actuel si un nouveau règlement entraîne un fardeau administratif, et lorsqu'un nouveau règlement ou un amendement accroît le fardeau administratif, qu'une part égale du fardeau administratif soit déduite du règlement actuel.

La Perspective des petites entreprises consiste à s'assurer que les besoins propres aux petites entreprises sont pris en compte et que l'on détermine quelle est l'approche la moins accablante, mais la plus efficace pour répondre à ces besoins.

suppléments de multivitamines/minéraux occasionnant une dose de sélénium dépassant 200 µg/jour.

Les objectifs de gestion des risques pourraient être revus dans des documents subséquents traitant de la gestion des risques.

Pour atteindre ces objectifs de gestion des risques ainsi que les objectifs en matière d'environnement et de santé humaine, les mesures proposées de gestion des risques envisagées pour le sélénium et ses composés chercheront à réduire les rejets de sélénium dans l'eau par les secteurs préoccupants recensés dans l'évaluation préalable finale. De plus, les ministères étudieront des moyens de réduire l'exposition au sélénium occasionnée par les produits de santé naturels consommés oralement, comme il est décrit dans ce qui suit. Les rejets de sélénium dans l'eau peuvent être gérés et surveillés. Cependant, en raison du cycle continu du sélénium une fois qu'il est incorporé dans les réseaux alimentaires aquatiques, sa récupération dans les sédiments et les tissus des poissons sera probablement plus longue (Janz et coll., 2014).

Les mesures proposées pour les secteurs préoccupants (mines de charbon, mines de métaux, affinage des métaux communs, production d'électricité, agriculture, installations publiques de traitement des eaux usées et produits de santé naturels) sont décrites plus bas, ainsi que celles visant d'autres secteurs qui rejettent du sélénium. Le contexte et la justification de ces mesures sont examinés à la partie 5.

3.2.1 Mines de charbon et mines de métaux

Les mines varient grandement selon la nature des minerais qu'on y extrait et des stériles qui y sont produits. On s'attend donc à ce que les mines présentent diverses concentrations de sélénium dans leurs effluents, variant de peu importants à suffisamment élevés pour être une source de préoccupation.

3.2.1.1 Mines de charbon

Environnement et Changement climatique Canada élabore actuellement une approche réglementaire potentielle pour les rejets de sélénium par le secteur de l'extraction du charbon. Cette question fera l'objet d'une consultation des parties intéressées dans le cadre du processus réglementaire.

3.2.1.2 Mines de métaux

En ce qui concerne les mines de métaux, une quantité importante de renseignements sur les rejets de sélénium ont déjà été colligés en vertu des exigences de déclaration du Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM), et des exigences additionnelles des permis délivrés en vertu de la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires applicables aux mines et aux installations de traitement de l'uranium. Des renseignements ont également été communiqués par l'industrie minière au cours de l'examen décennal du REMM. Les modifications proposées au REMM bonifient les

exigences actuelles de surveillance des effets environnementaux, ce qui permettra de mieux définir les futures exigences de conformité au règlement. Les modifications proposées demanderont la tenue d'une nouvelle étude des tissus des poissons si une concentration seuil de sélénium dans les effluents était dépassée. Les modifications proposées ont été publiées dans la Partie I de la Gazette du Canada le 13 mai 2017, en vue d'une période officielle de 60 jours de consultation du public.

3.2.2 Fusion et affinage des métaux communs

Dans le secteur de la fusion et de l'affinage des métaux communs, les installations varient grandement en raison des matières premières utilisées, des procédés employés et des produits. On s'attend donc à ce que ces installations présentent diverses concentrations de sélénium dans leurs effluents, variant de peu importantes à assez élevées pouvant être une source de préoccupation. Les fonderies et les raffineries qui déclarent leurs données en vertu du REMM (six installations sur douze au Canada) seraient probablement couvertes par les contrôles réglementaires potentiels pour les mines de métaux, comme il en est fait mention plus haut. Afin d'obtenir des données additionnelles sur les concentrations de sélénium dans les effluents, Environnement et Changement climatique Canada se propose toutefois de travailler avec les six autres installations restantes qui ne déclarent pas de données en vertu du REMM, dans le cadre d'une initiative volontaire. Si une initiative facultative n'était pas possible, ECCC examinerait d'autres méthodes de collecte de données, comme un avis d'enquête obligatoire émis en vertu de l'article 71 de la LCPE. Ainsi, Environnement et Changement climatique Canada pourra déterminer les mesures de gestion des risques qu'il convient d'élaborer, le cas échéant, pour les installations qui ne déclarent pas de données en vertu du REMM.

Bien que la cible des mesures de gestion des risques soit les rejets de sélénium et de ses composés dans l'eau, les émissions des fonderies et des raffineries dans l'atmosphère pourraient contribuer aussi grandement à la charge environnementale de sélénium au voisinage de ces installations.

En octobre 2012, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement a convenu de mettre en œuvre, sauf au Québec, le Système de gestion de la qualité de l'air (SGQA) pancanadien. Le SGQA constitue une approche globale qui s'appuie sur plusieurs éléments liés entre eux afin de réduire la pollution de l'air au Canada (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2014a). Les exigences de base relatives aux émissions industrielles (EBEI) constituent l'un de ces éléments. De concert avec les parties intéressées, le gouvernement du Canada a récemment élaboré des EBEI pour les fonderies et les raffineries, et il cherche actuellement à les mettre en œuvre par l'intermédiaire d'ententes sur la performance environnementale (EPE) avec les entreprises du secteur.

Entre 2005 et 2015, les émissions de matières particulaires et de dioxyde de soufre ont respectivement été réduites de 51 % et 46 %. On prévoit qu'avec la mise en œuvre des EBEI, les émissions de matières particulaires et de dioxyde de soufre seront réduites

d'avantage d'environ 50 % en 2019 par rapport à 2015. Les matières particulaires contiennent la majeure partie des métaux et des métalloïdes émis dans l'air, notamment le sélénium. On prévoit donc que les émissions de sélénium seraient également réduites, ce qui serait un résultat secondaire de la réduction des émissions de matières particulaires. En outre, les techniques de réduction par lavage des gaz utilisées pour retirer les contaminants des effluents gazeux contenant du dioxyde de soufre devraient également capter le sélénium. Le degré de réduction du sélénium variera grandement selon la technologie de réduction sélectionnée. Bien que, dans le cadre du programme EBEI, on ne surveille pas spécifiquement le sélénium dans les émissions ou dans l'environnement, on s'attend à ce que les données annuelles sur les émissions déclarées par les fonderies et les raffineries à l'INRP indiquent une réduction manifeste du sélénium.

3.2.3 Production d'électricité

Un risque d'exposition au sélénium occasionné par le secteur de la production d'électricité a été relevé pour les centrales thermiques au charbon jouxtant une mine de charbon. Les sites d'échantillonnage n'ont pas permis d'établir avec précision le pourcentage des concentrations de sélénium attribuables uniquement au secteur de la production d'électricité, car les centrales au charbon sont généralement situées au voisinage des mines de charbon.

Malgré les incertitudes entourant la proportion de sélénium émis par le secteur de la production d'électricité, d'autres mesures fédérales visant ce secteur auront des effets positifs sur les rejets de sélénium. En septembre 2012, le gouvernement du Canada a publié le Règlement sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone – secteur de l'électricité thermique au charbon. Ce règlement établit une norme de rendement stricte pour les nouveaux groupes de production d'électricité alimentés au charbon et ceux qui ont atteint la fin de leur vie utile. La mise en œuvre de ce règlement donnera lieu à une transition vers des processus permanents peu émetteurs ou non émetteurs de production d'électricité. En éliminant progressivement les centrales thermiques au charbon classiques, le règlement réduira les risques de rejets de sélénium associés à la production d'électricité à partir du charbon, au fil du temps. Les exigences de norme de performance, en vertu du règlement, sont entrées en vigueur le 1^{er} juillet 2015. De plus, comme il l'a annoncé en novembre 2016, le gouvernement fédéral entend accélérer l'élimination progressive des centrales classiques au charbon en modifiant ces règlements pour que toutes ces centrales soient fermées d'ici 2030, ce qui réduira davantage le risque de rejets de sélénium au fil du temps.

3.2.4 Agriculture

Compte tenu du risque potentiel identifié dans l'évaluation préalable finale pour ce secteur, Agriculture et Agroalimentaire Canada collaborera au besoin avec les autres ministères fédéraux et l'industrie dans le cadre d'initiatives scientifiques appropriées, le cas échéant.

3.2.5 Installations publiques de traitement des eaux usées

Les données utilisées pour cette évaluation proviennent d'un échantillon réduit des nombreuses installations publiques de traitement des eaux usées au Canada. Sur la base des renseignements disponibles, les risques occasionnés par le secteur des eaux usées sont faibles, et ils sont potentiellement limités à quelques installations.

Le sélénium n'est pas utilisé dans le traitement des eaux usées; il est rejeté dans les systèmes des eaux usées à partir de sources en amont. Le sélénium peut également être présent naturellement dans les eaux usées qui pénètrent dans les installations de traitement des eaux usées.

En 2012, Environnement et Changement climatique Canada a publié le Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées (RESAEU), qui établit les normes, réalisables par le traitement secondaire des eaux usées, pour la qualité des effluents rejetés par les installations de traitement des eaux usées. Comme les systèmes d'eaux usées sans traitement primaire, ou autre, sont améliorés afin de respecter minimalement les normes de ce règlement, on s'attend à une réduction des rejets de sélénium dans l'environnement au fil du temps. Il est à prévoir que ce règlement peut couvrir le sélénium rejeté par les effluents des eaux usées à partir de sources en amont, par exemple les diverses usines qui dirigent leurs effluents aux installations publiques de traitement des eaux usées, et l'utilisation par les consommateurs de produits contenant du sélénium qui sont rejetés à l'égout.

Si des mesures sont jugées nécessaires pour gérer un risque constaté après la mise en œuvre du RESAEU, Environnement et Changement climatique Canada choisira en priorité des mesures qui visent à réduire les rejets de sélénium par le ou les émetteurs d'origine.

3.2.6 Produits de santé naturels

Après la publication de l'ébauche d'évaluation préalable et le cadre de gestion des risques, la DPSNSO a proposé une baisse de la dose quotidienne maximale de sélénium en se fondant sur les monographies de la DPSNSO sur le sélénium et les multivitamines/minéraux. Ces monographies ont fait l'objet d'une période de commentaires par le public de 30 jours qui s'est terminée le 9 mars 2016. La DPSNSO a pris en compte les commentaires formulés et les renseignements fournis par les parties intéressées, en vue de préparer la version finale des monographies révisées. La DPSNSO a proposé que la dose quotidienne maximale autorisée en vertu de ces monographies soit réduite de 400 à 200 µg/jour, étant donnée l'absorption moyenne quotidienne au 95^e centile, par le régime alimentaire, pour différents groupes d'âge faisant partie de la sous-population des adultes (c.-à-d. 19-71 ans et plus). L'Institute of Medicine (IOM) a établi, pour les adultes, un apport maximal tolérable (AMT) de 400 µg/jour pour le sélénium, qui représente l'absorption totale par les aliments, l'eau et les suppléments. Les actuels besoins moyens estimatifs (BME) et l'actuel apport nutritionnel recommandé (ANR) pour le sélénium chez les adultes, sauf pour la

grossesse et la lactation, n'ont pas été modifiés et ont été établis à 45 et 55 µg/jour, respectivement. Santé Canada cherchera à finaliser la dose quotidienne maximale révisée pour le sélénium en se fondant sur les monographies de la DPSNSO sur le sélénium et les multivitamines/minéraux.

3.2.7 Autres initiatives

La mesure de performance de certains des instruments de gestion des risques environnementaux s'appuiera en partie sur les données divulguées à l'INRP. Environnement et Changement climatique Canada a déjà abaissé le seuil de déclaration à l'INRP du sélénium et de ses composés en 2011 (passant de 10 tonnes à 100 kg de matières fabriquées, transformées ou autrement utilisées). Comme le précise l'évaluation préalable finale, le nouveau seuil fait l'objet d'exigences de déclaration accrues et devrait mieux indiquer l'importance des rejets de sélénium dans l'environnement. Pour cette raison, l'année 2011 servira d'année de référence pour la mesure de la performance de certaines activités de gestion des risques associés aux rejets de sélénium dans l'environnement.

3.3 Avis concernant la consommation d'aliments par certaines sous-populations

Bien que Santé Canada n'émette pas d'avis visant les aliments obtenus par la chasse ou la cueillette pour consommation personnelle (aliments traditionnels ou prélevés localement), Santé Canada, sur demande des autorités concernées en santé publique (les provinces et les territoires), fournira une évaluation des risques pour la santé et des conseils sur les risques potentiels que présentent les substances dans certains aliments traditionnels ou pour l'interprétation des résultats de la biosurveillance. La publication d'un avis relatif à la gestion des risques découlant de ces évaluations, comme l'émission d'avis sur la consommation, est la responsabilité des autorités de santé publique pertinentes. Santé Canada continuera de communiquer de façon proactive avec les autorités concernées en santé publique et les parties intéressées au sélénium et à ses composés.

3.4 Lacunes dans les renseignements sur la gestion du risque

Afin de mieux éclairer l'évaluation des risques et les décisions concernant la gestion proposée des risques pour l'environnement, des renseignements additionnels sont requis au sujet des aspects suivants :

Fonderies et raffineries de métaux communs qui ne présentent pas de déclarations en vertu du REMM : Volumes d'effluents aux points de rejet; concentrations de sélénium total dans les effluents, dans l'environnement en amont et en aval des points de rejet.

Centrales thermiques au charbon qui ne sont pas construites près d'une mine de charbon : Volumes d'effluents aux points de rejet; concentrations de sélénium total

dans les effluents, dans l'environnement en amont et en aval des points de rejet, et dans les tissus des poissons qui vivent dans les plans d'eau récepteurs; renseignements sur la contribution du secteur de l'électricité à ces rejets et renseignements sur l'élimination des cendres volantes, sur le traitement des eaux usées et sur les pratiques de surveillance.

Installations de traitement des eaux usées : Au fur et à mesure que le RESAEU entre en vigueur (la première date d'échéance pour la mise à niveau est la fin de 2020) et que des mesures sont jugées nécessaires, des échantillons d'eaux des influents et des effluents, en amont et en aval des installations publiques de traitement des eaux usées seront peut-être prélevés pour déterminer l'effet de ce règlement sur les concentrations de sélénium total.

4. Contexte

4.1 Utilisations actuelles et secteurs d'utilisation

Le sélénium est un élément naturellement présent et très répandu dans la nature et les divers milieux (p. ex., eau, air, sol et plantes). Le sélénium et ses composés peuvent être utilisés dans les plastiques (comme composant des pigments), le caoutchouc (accélérateur de la vulcanisation du caoutchouc), l'agriculture (amendement des sols, nourriture pour animaux, pesticides), les peintures (comme composant de pigments), les céramiques et le verre (comme composant de pigments), le matériel électronique, les médicaments, y compris les produits de santé naturels (comme ingrédient médicamenteux dans les suppléments de multivitamines/minéraux et les shampooings antipelliculaires), les aliments enrichis, les aliments destinés à des usages diététiques spéciaux, les cosmétiques, les produits de consommation, les lubrifiants et les applications métallurgiques. Le sélénium peut également être rejeté en raison des activités humaines (p. ex., extraction minière et combustion de combustibles fossiles). Nous avons examiné les renseignements colligés sur ces utilisations et ces secteurs et les avons présentés en détail dans l'évaluation préalable finale. Vous trouverez plus bas un résumé des utilisations et des secteurs pour lesquels l'évaluation préalable finale a trouvé un risque potentiel.

4.1.1 Production de sélénium

Au Canada, aucune mine de métaux n'extrait exclusivement du sélénium. Le sélénium peut être récupéré pour être raffiné en vue de sa vente sur le marché, ou il peut être présent dans les minerais sous forme de contaminant. Entre 2005 et 2012, la production canadienne de sélénium a oscillé entre 97 000 kg en 2010 et 191 000 kg en 2008 (Ressources naturelles Canada, 2014).

4.1.2 Mines de charbon et mines de métaux

Élément naturel de la croûte terrestre, le sélénium est présent dans les minerais métalliques et certaines formations rocheuses. L'extraction souterraine et à ciel ouvert du charbon et des métaux, notamment l'extraction des minerais et leur traitement ainsi

que la gestion subséquente des déchets, est une activité anthropique qui peut rejeter du sélénium dans l'environnement. En raison de contraintes techniques et économiques, le sélénium n'est pas extrait du charbon (U.S. Geological Survey, 2014; Fthenakis, Kim, & Wang, 2007).

4.1.3 Fusion et affinage des métaux communs

Certaines fonderies et raffineries traitent les concentrés de minerai, provenant de mines canadiennes ou importés, qui contiennent du sélénium, et le sélénium récupéré constitue alors un produit intermédiaire, un résidu ou le produit principal (Environnement et Changement climatique Canada, 2017d).

4.1.4 Fabrication, importation et utilisations de sélénium et de substances, produits et articles fabriqués contenant du sélénium

Un examen des publications scientifiques nous indique que dans le monde les secteurs ou les activités qui peuvent utiliser ou produire du sélénium ou ses composés sont variés et nombreux. Au Canada, l'identité et le volume des produits fabriqués contenant du sélénium et vendus dans le commerce sont en grande partie inconnus. Des données limitées sur l'utilisation de composés de sélénium spécifiques au Canada ont été obtenues dans le cadre de deux avis publiés en vertu de l'article 71 de la LCPE. Nous indiquons ci-dessous seulement les secteurs qui présentent un risque potentiel, constaté dans l'évaluation préalable finale et attribuable à l'utilisation du sélénium et de ses composés.

4.1.4.1 Agriculture

Les producteurs peuvent utiliser des produits contenant du sélénium ou enrichis en sélénium pour s'assurer que le bétail reçoive les nutriments essentiels. Dans les parcs d'engraissement du bétail, on peut utiliser des compléments alimentaires riches en sélénium. Des amendements au sélénium peuvent également être épandus sur les sols déficients en cet élément (Environnement et Changement climatique Canada, 2017g).

4.1.4.2 Produits de santé naturels

Le sélénium figure, à titre d'ingrédient médicinal, dans la Base de données d'ingrédients de produits de santé naturels (BDIPSN), et il est identifié comme ingrédient médicinal dans les monographies de la DPSNSO sur le sélénium et les multivitamines/minéraux. Ces monographies décrivent divers matières et ingrédients constituant une source de sélénium et utilisés dans les produits de santé naturels. Le sélénium figure également comme ingrédient homéopathique dans la BDIPSN. Le sulfure de sélénium figure comme ingrédient médicinal dans la BDIPSN, et il est identifié comme ingrédient médicinal dans les monographies de la DPSNSO sur les produits antipelluculaires. Les composés du sélénium sont présents dans les produits de santé naturels actuellement homologués, les produits les plus courants étant, entre autres, les suppléments de

multivitamines/minéraux, les shampooings antipelliculaires et les médicaments homéopathiques (Santé Canada, 2016b; Santé Canada, 2016a).

4.1.5 Fabrication et présence accidentelles dans l'environnement

Les données sur la fabrication ou la présence accidentelles de sélénium dans divers secteurs ont été obtenues en partie par l'intermédiaire des rapports présentés à l'INRP et par la surveillance environnementale et des études sur les concentrations de sélénium dans les œufs et les ovaires des poissons, les tissus des poissons et les eaux de surface près de sources ponctuelles connues.

Le sélénium est présent naturellement ou accidentellement dans les matières premières extraites des mines de charbon ou de métaux ou exploitées pour produire de l'électricité. Un sous-ensemble de ces activités présente un risque potentiel en raison des rejets de sélénium dans l'environnement. Nous avons également constaté un risque potentiel associé à la présence de sélénium dans les influents des installations publiques de traitement des eaux usées et les rejets subséquents de sélénium dans l'environnement.

Le sélénium et ses composés présents dans la faune, qu'ils soient de source naturelle ou anthropique, présentent un risque d'exposition élevé pour les populations qui consomment certains aliments traditionnels (p. ex., les Inuits et les pêcheurs de subsistance).

5. Sources d'exposition et risques constatés

5.1 Sources naturelles

Le sélénium (symbole : Se) est un élément naturellement présent dans la croûte terrestre. Il est habituellement associé chimiquement aux roches sédimentaires et plus particulièrement aux formations d'oxyde ferreux et des schistes noirs. Le sélénium est présent dans divers minéraux, notamment la pyrite, la chalcopyrite, la pyrrhotite et la sphalérite (Reimann & de Caritat, 1998). Il est aussi présent naturellement dans le pétrole brut, les gisements de charbon et de cuivre et le bois.

Les rejets naturels de sélénium sont l'activité volcanique, les feux de forêt, l'altération des sols et des roches riches en sélénium, les embruns marins et la volatilisation depuis les plantes et les plans d'eau (Mosher & Duce, 1987; Nriagu, 1989; Presser, Sylvestre, & Low, 1994). Selon les estimations, ces émissions naturelles constituent environ 60 % des émissions mondiales de sélénium dans l'atmosphère (Nriagu, 1989; Mosher & Duce, 1987). Cela indique que les émissions anthropiques ne sont pas négligeables par rapport aux sources naturelles, et que le cycle naturel du sélénium est perturbé par les activités humaines (Environnement et Changement climatique Canada et Santé Canada, 2017).

5.2 Rejets anthropiques dans l'environnement

L'évaluation préalable finale a déterminé que les rejets anthropiques de sélénium dans l'environnement présentaient un risque, en particulier les rejets directs dans le milieu aquatique par certains secteurs énumérés ci-dessous.

5.2.1 Mines de charbon

En novembre 2016, huit mines de charbon avaient déclaré à l'INRP des rejets de 13 360 kg de sélénium dans l'eau en 2014. Ces installations avaient également déclaré la gestion sur place de 28 802 kg de sélénium. Ces données comprennent le sélénium contenu dans les résidus et les rejets de charbon brut (Inventaire national des rejets de polluants, 2014).

Toute activité humaine qui perturbe ou exploite les sols ou les formations rocheuses riches en sélénium mobilisera cet élément. Les mines de charbon peuvent contribuer grandement à la présence de sélénium dans l'environnement lorsque le sélénium est présent dans les roches associées au charbon. Le sélénium peut être rejeté avec les effluents des mines de charbon, car le sélénium et le charbon peuvent cohabiter dans des environnements géologiques similaires. En outre, le ruissellement potentiel de l'eau, provenant des déchets miniers, après des précipitations peut aboutir dans les plans d'eau à proximité. La lixiviation et le transport direct des eaux enrichies en sélénium vers les plans régionaux (étangs, réservoirs, lacs et rivières) peuvent également être causés par la gestion des stériles (Environnement et Changement climatique Canada, 2017a).

Les études disponibles et sélectionnées concernant les concentrations de sélénium à proximité des mines de charbon ont été pour la plupart réalisées en Alberta et en Colombie-Britannique, où se trouvent la plupart des installations canadiennes. Les concentrations élevées de sélénium dans les œufs et les ovaires des poissons, dans les tissus des poissons et dans les sédiments près de certaines mines de charbon indiquent un risque néfaste potentiel pour les organismes aquatiques et benthiques.

5.2.2 Mines de métaux

En novembre 2016, 59 mines et raffineries de métaux (y compris les mines et installations de traitement d'uranium) avaient déclaré à l'INRP des rejets de 3 579 kg de sélénium dans l'eau, 856 kg dans l'air et 84 kg sur la terre en 2014. Ces installations ont également déclaré la gestion sur place de 1 244 935 kg de sélénium. Les données sur la gestion comprennent des informations sur la gestion des résidus miniers et des stériles qui sont généralement entreposés sur place. (Inventaire national des rejets de polluants, 2014). On doit noter que le rejet accidentel ponctuel de la mine Mount Polley, en 2014 a été exclu de ces chiffres.

En plus des rejets documentés des exploitations minières, le ruissellement potentiel de l'eau à partir des déchets miniers, après des précipitations, peut aboutir dans les plans d'eau voisins (Environnement et Changement climatique Canada, 2017c).

À cet égard, il faut faire des distinctions importantes entre les mines en exploitation, les mines fermées et les mines abandonnées ou orphelines.

Afin de se conformer au Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM), pris en vertu de la Loi sur les pêches, les mines de métaux modernes actuellement exploitées doivent respecter les limites de qualité des effluents et étudier les effets de leurs effluents sur l'environnement.

Une mine est fermée, une fois que ses ressources minérales sont épuisées ou que les activités ne sont plus rentables. Il faut alors procéder de façon ordonnée, sécuritaire et respectueuse de l'environnement. Cependant, les sites miniers peuvent continuer à rejeter des effluents dans l'environnement longtemps après l'arrêt de l'exploitation. Pour atténuer ces rejets, le traitement et la surveillance de l'eau contaminée au point de rejet final du site sont souvent effectués dans le cadre des activités après la fermeture. Dans le cas des mines fermées, un propriétaire connu est toujours responsable du respect des lois et des règlements (Gouvernement du Canada, 2013b).

Les mines orphelines ou abandonnées sont des sites où l'exploration avancée, l'exploitation minière ou la production minière ont cessé sans que la remise en état n'ait été terminée et dont la propriété revient à l'État (le gouvernement fédéral ou celui de la province) selon le champ de compétence, parce que le dernier propriétaire était financièrement incapable ou peu disposé à fermer correctement le site ou parce qu'il était introuvable. Les mines orphelines ou abandonnées sont particulièrement préoccupantes à cet égard, car elles n'ont peut-être pas été désaffectées de façon appropriée et, par conséquent, leurs effluents pourraient contenir des concentrations élevées de contaminants. (Mackasey, 2000; Gouvernement du Canada, 2013b; Castrilli, 2007). Les mines abandonnées sont le résultat de fermetures irresponsables avant l'entrée en vigueur des lois et règlements actuels.

En vertu des exigences actuelles, les promoteurs doivent fournir aux autorités réglementaires les plans de fermeture des mines, et disposer des fonds pour les réaliser, avant de commencer toute activité minière. Les autorités réglementaires utiliseront ces plans de fermeture et ces fonds pour remettre en état les sites si les promoteurs ne sont pas en mesure de le faire (Cowan Minerals Ltd., 2010).

Les concentrations mesurées de sélénium dans les milieux environnementaux à proximité des mines de métaux partout au Canada ont été tirées de divers rapports, études et bases de données. Les sources de renseignement comprennent les rapports présentés au Programme des études de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) d'Environnement et Changement climatique Canada, dans le cadre du REMM. Ces renseignements, qui sont présentés dans l'évaluation préalable finale et ses documents connexes, indiquent que les rejets de sélénium associés à l'exploitation des mines et à

la gestion des déchets sur place sont probablement la cause des concentrations élevées de sélénium trouvées près de ces sites. Dans ce secteur, les concentrations de sélénium dans les œufs et les ovaires des poissons, dans les tissus des poissons et dans les sédiments près des sources de rejets peuvent dépasser les concentrations sans effet prévu pour les organismes aquatiques et les organismes benthiques (Environnement et Changement climatique Canada, 2017c).

5.2.3 Fusion et affinage des métaux communs

Le sélénium peut être rejeté dans les eaux de surface et dans l'air à la suite de la fusion et de l'affinage des métaux communs. En décembre 2016, 11 installations de fusion et d'affinage des métaux communs avaient déclaré à l'INRP des rejets de 2 398 kg de sélénium dans l'eau et de 9 068 kg dans l'air en 2014. Ces installations avaient également déclaré la gestion sur place de 738 kg et l'élimination hors site de 39 279 kg de sélénium contenu dans des résidus (Inventaire national des rejets de polluants, 2014).

Les concentrations de sélénium mesurées dans l'environnement à proximité d'installations de fusion et de raffinage à travers le Canada sont disponibles dans divers rapports, études et bases de données. Selon certaines indications, certaines fonderies de métaux communs peuvent contribuer aux concentrations élevées de sélénium dans les sols et les sédiments après plusieurs années de déversement dans l'eau, d'émissions dans l'atmosphère et de retombées atmosphériques. Il appert également que les concentrations élevées de sélénium dans les plans d'eau et dans les tissus des poissons près de certaines fonderies et raffineries peuvent être associées à leur exploitation (Environnement et Changement climatique Canada, 2017d). Par conséquent, on a jugé que ce secteur présente un risque potentiel pour les organismes aquatiques, terrestres et benthiques.

5.2.4 Production d'électricité

En novembre 2016, 13 centrales électriques avaient déclaré à l'INRP des rejets de 16 kg de sélénium dans l'eau et de 821 kg dans l'air en 2014. Ces installations avaient également déclaré la gestion sur place et l'élimination hors site de 11 123 et 5 694 kg de sélénium, respectivement (Inventaire national des rejets de polluants, 2014).

La combustion du charbon peut produire les formes volatiles et particulaires de sélénium qui se diffusent dans l'atmosphère. Des mesures de réduction des émissions dans les centrales thermiques au charbon accroissent le taux d'élimination des cendres volantes et du soufre, et ces mesures permettent de recueillir du sélénium en même temps que le soufre. Les eaux usées produites par les épurateurs de cheminée par voie humide, ainsi que le ruissellement ou les effluents depuis les haldes de déchets et des étangs de décantation des cendres volantes peuvent également constituer des sources importantes de sélénium dissous ou adsorbé sur les particules, vers des milieux aquatiques (Environnement et Changement climatique Canada, 2017e). Au Canada,

certaines installations brûlant du charbon ne rejettent pas d'eaux usées dans l'environnement, car elles utilisent un système en circuit fermé qui traite et recycle l'eau contaminée (Mémoire envoyé au Programme de gestion des produits chimiques, 2015; aucune référence).

On a utilisé les concentrations de sélénium mesurées dans les sédiments et les eaux de surface du lac Wabamun (Alberta pour évaluer les rejets par les centrales thermiques au charbon jouxtant des mines de charbon. En raison de l'absence d'autres industries majeures à proximité du lac, ces concentrations sont attribuées aux activités combinées des centrales et des mines de charbon. Les concentrations dans les tissus des poissons ont aussi été obtenues du Programme national sur les contaminants des poissons et d'autres études réalisées partout au Canada. Les concentrations de sélénium dans certains de ces échantillons de tissus de poissons dépassaient les concentrations sans effet prévu. Par conséquent, nous jugeons qu'il existe un risque potentiel pour les organismes aquatiques et benthiques (Environnement et Changement climatique Canada, 2017e).

5.2.5 Agriculture

En novembre 2016, les rejets totaux de sélénium déclarés à l'INRP par tous les fabricants de produits chimiques à usage agricole et autres distributeurs et vendeurs en gros de fournitures agricoles étaient inférieurs à un kilo en 2014 (Inventaire national des rejets de polluants, 2014). Les activités agricoles peuvent donner lieu à des rejets diffus de sélénium dans l'eau, occasionnés par l'alimentation animale et l'épandage de fumier, d'engrais et de biosolides, lesquels sont subséquentement transportés par lixiviation et ruissellement hors des sols agricoles. Or, ces rejets ne sont pas déclarés à l'INRP (Environnement et Changement climatique Canada, 2017g).

Le sélénium est un élément naturellement présent dans l'environnement à des concentrations élevées dans le sol des Prairies canadiennes et de l'Ouest canadien (Conseil national de recherches du Canada, 1983). Le ruissellement du sélénium, à la suite de précipitations naturelles et de l'irrigation des sols agricoles, pourrait accroître la concentration de cet élément dans les plans d'eau voisins des zones d'agriculture intensive (Environnement et Changement climatique Canada, 2017g). Le ruissellement depuis les parcs d'engraissement où l'on fournit aux animaux des compléments alimentaires enrichis en sélénium peut être particulièrement préoccupant (Lemly, 2004). De même, l'amendement des sols avec le sélénium peut entraîner une hausse à court terme de la teneur des eaux de ruissellement en cet élément (Wang, Alfthan, Aro, Lahermo, & Vaananen, 1994). L'épandage de fumier et de biosolides pour enrichir le sol en nutriments essentiels peut également être une source importante de sélénium (Environnement et Changement climatique Canada, 2017g).

Les concentrations mesurées de sélénium dans les tissus des poissons pêchés près des zones agricoles, en vertu du Programme national de suivi et de surveillance des contaminants dans le poisson, indiquent un risque potentiel pour les organismes aquatiques (Environnement et Changement climatique Canada, 2017g). En outre, un

modèle était utilisé pour estimer la contribution en parallèle de plusieurs sources de sélénium aux sols agricoles. Dans ce modèle, les sources les plus importantes de sélénium étaient, selon les prévisions, le fumier suivi des biosolides. Les engrais et les retombées atmosphériques constituent des sources mineures. Ce modèle a également servi à prévoir les concentrations de sélénium dans les sols des Prairies canadiennes, ce qui a révélé un risque potentiel, mais faible pour les organismes terrestres (Environnement et Changement climatique Canada, 2017g).

5.2.6 Installations publiques de traitement des eaux usées

En général, le traitement des eaux usées est une source d'entrée commune de substances dans l'eau, ainsi qu'un point d'entrée potentiel dans le sol découlant de la gestion subséquente des biosolides. Les rejets de sélénium par les installations publiques de traitement des eaux usées sont dus aux produits de consommation et aux rejets des industries dans les influents de ces installations. En novembre 2016, neuf installations publiques de traitement des eaux usées avaient déclaré à l'INRP des rejets de 1 360 kg de sélénium dans l'eau en 2014 (Inventaire national des rejets de polluants, 2014).

Des échantillons d'influents bruts, d'effluents primaires et d'effluents finals, ainsi que des échantillons de boue et de biosolides, ont été prélevés dans les installations de traitement des systèmes d'eaux usées qui ont participé au Programme de contrôle et de surveillance en vertu du PGPC (Environnement et Changement climatique Canada, 2017f).

Sur les 25 systèmes de traitement des eaux usées qui ont participé au Programme de contrôle et de surveillance en vertu du PGPC, cinq ont déclaré à l'INRP des rejets de sélénium. Le chevauchement limité entre les deux programmes de surveillance pour les systèmes d'eaux usées peut être expliqué par leurs caractéristiques respectives. En effet, les 25 sites sélectionnés par le Programme de contrôle et de surveillance en vertu du PGPC ont été choisis pour former un échantillon représentatif des installations partout au Canada. Les renseignements recueillis visent à caractériser l'exposition de l'environnement à de multiples substances d'intérêt en vertu du PGPC, et non seulement le sélénium. Tout comme pour l'INRP, les installations sont tenues de déclarer uniquement leurs rejets de sélénium si elles atteignent certains seuils.

5.2.7 Fer et acier, extraction et traitement des sables bitumineux, fabrication du verre

Comme l'indique l'évaluation préalable finale, dans le cas des secteurs du fer et de l'acier, de l'extraction et du traitement des sables bitumineux et de la fabrication du verre, le risque potentiel que représentent le sélénium et ses composés pour les organismes aquatiques, benthiques ou terrestres est faible. De plus, le risque n'a pas été jugé représentatif de l'activité de ces secteurs ni n'a pu être attribué à un seul d'entre eux, et leur contribution respective au risque n'est pas claire. Par conséquent,

Environnement et Changement climatique Canada ne propose pas de mesures de gestion des risques pour ces secteurs.

5.3 Voies d'exposition importantes pour la santé humaine

Le sélénium est un nutriment essentiel à la santé humaine. Tous les Canadiens sont exposés au sélénium, surtout par les aliments. Les niveaux d'absorption du sélénium par les Canadiens sont jugés adéquats compte tenu de leurs besoins nutritifs.

Aux concentrations supérieures à celles dont le corps a besoin pour bien fonctionner, le sélénium peut devenir néfaste pour la santé. L'intoxication au sélénium est le principal effet sur la santé dû à l'exposition chronique à des concentrations élevées de sélénium. Les symptômes de l'intoxication au sélénium comprennent la perte de cheveux, la perte des ongles, la déformation des ongles, la faiblesse, une diminution des fonctions cognitives et des troubles gastro-intestinaux. L'intoxication au sélénium est la base de nombreuses valeurs de référence réglementaires internationales, y compris l'apport maximal tolérable (AMT) fixé pour les populations américaine et canadienne par l'Institute of Medicine des États-Unis.

Le sélénium total mesuré dans le sang donne une mesure de l'exposition intégrée par toutes les voies (orale, cutanée, inhalation) et de toutes les sources, y compris les milieux naturels, les aliments et les produits. D'après les mesures du sang, l'exposition à des concentrations élevées de sélénium n'a pas été constatée chez la population canadienne générale, y compris les enfants ni dans les populations des Premières nations qui vivent sur des réserves au sud du 60^e parallèle.

Cependant, l'évaluation a relevé que les trois sous-populations que nous décrivons plus bas sont exposées à des concentrations élevées d'après les mesures du sang (2 à 28 % des Inuits) ou présentent un risque élevé d'exposition d'après d'autres estimations de l'exposition (pêcheurs de subsistance et Canadiens consommant des suppléments de multivitamines/minéraux). Il y a lieu de noter que l'exposition à des concentrations élevées n'entraîne pas nécessairement des signes cliniques d'intoxication au sélénium ni d'autres effets. D'autres facteurs peuvent contribuer à de tels effets (p. ex., forme de sélénium à laquelle les personnes sont exposées, et consommation d'autres nutriments dans le régime alimentaire).

5.3.1 Populations inuites

Chez les populations inuites vivant dans diverses collectivités du nord du Canada, 2 à 28 % présentaient une concentration de sélénium dans le sang qui était supérieure à 480 µg/L, une concentration dans le sang jugée équivalente à la valeur AMT de 400 µg/jour, tandis que 7 % présentaient une concentration de sélénium dans le sang dépassant 1 000 µg/L, une concentration à laquelle l'intoxication au sélénium a été observée chez les populations humaines. Ces expositions accrues étaient probablement dues à la consommation d'aliments traditionnels, puisque le sélénium se bioaccumule dans la chaîne alimentaire aquatique et qu'on a relevé de fortes concentrations chez plusieurs espèces, dont le phoque annelé, le béluga et le narval.

5.3.2 Pêcheurs de subsistance

Les pêcheurs de subsistance peuvent être exposés à des concentrations élevées de sélénium, notamment les membres des Premières nations qui consomment du poisson pêché en aval de certaines industries (p. ex., mines de charbon, mines de métaux, fonderie et raffinage, centrales électriques jouxtant une mine de charbon) et qui présente de fortes concentrations de sélénium. Des avis concernant la consommation le poisson ont été diffusés à certains endroits où existe un risque, comme il est indiqué à la sous-section 7.2.1. Les activités de gestion des risques visant à diminuer les concentrations dans l'eau ou le poisson, comme il est décrit à la section 3.2, devraient réduire cette exposition.

5.3.3 Canadiens qui consomment des suppléments de multivitamines/minéraux

Les Canadiens qui sont exposés de façon normale aux aliments et à l'eau potable et qui consomment en plus des suppléments de multivitamines/minéraux contenant des concentrations élevées de sélénium pourraient être exposés à des concentrations élevées (voir la sous-section 3.2.6).

6. Considérations relatives à la gestion des risques

6.1 Options de remplacement et autres technologies

Dans le cas des secteurs préoccupants au point de vue environnemental et dans lesquels le sélénium est accidentellement présent, on n'entrevoit pas de substance de remplacement ou d'autres technologies ou procédés qui constitueraient une solution pratique pour minimiser les rejets de sélénium. L'approche efficace pour la plupart des secteurs consisterait plutôt à employer des technologies additionnelles de réduction des effluents (p. ex., traitement additionnel des effluents sur place ou hors site), le cas échéant, et si cela est économiquement possible.

Le sélénium peut avoir des effets positifs sur les processus végétaux, mais on n'a pas confirmé qu'il soit essentiel aux plantes (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2009a; Germ, Stibilj, & Kreft, 2007). Cependant, c'est un micronutriment essentiel pour les animaux, en raison du rôle de la sélénocystéine, un acide aminé essentiel (Stadtman, 1996). Ainsi, dans les régions agricoles où les sols sont déficients en sélénium et, plus important encore, où le bétail ne consomme pas suffisamment de sélénium dans son alimentation, il n'y a pas de produit pouvant remplacer les produits enrichis en sélénium.

6.2 Facteurs socio-économiques et techniques

Des facteurs socio-économiques seront aussi pris en compte lors de l'élaboration des règlements, instruments ou outils, comme il est indiqué dans la Directive du Cabinet sur la gestion de la réglementation (SCT 2012a) et les conseils présentés dans le

document du Conseil du Trésor, Évaluation, choix et mise en œuvre d'instruments d'action gouvernementale. (Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2007)

7. Aperçu des mesures existantes de gestion des risques

7.1 Contexte de gestion des risques connexe au Canada

7.1.1 Mines de charbon et mines de métaux

Au Canada, la protection de l'environnement est une responsabilité partagée entre les différents paliers de gouvernement. La gestion des ressources naturelles est du ressort des provinces. Les territoires peuvent également disposer de compétences similaires si les compétences fédérales leur ont été dévolues. Comme nous le décrivons ci-dessous, les lois provinciales et territoriales jouent un rôle important dans l'atténuation des impacts environnementaux des activités minières.

Malgré de nombreuses variantes, les lois provinciales et territoriales partout au pays présentent des structures similaires. Par exemple, la plupart des lois sur les mines exigent des promoteurs qu'ils obtiennent des permis pour les divers stades d'un projet minier (p. ex., exploration, construction, exploitation, remise en état). La demande d'un tel permis doit souvent être accompagnée des renseignements exigés par la loi, par exemple une description des activités prévues, le programme environnemental proposé et un plan de remise en état (Castrilli, 2007; Badlwin & Fipke, 2010).

Dans le cadre de la procédure de demande de permis, ou de concert avec celle-ci, les lois provinciales de protection de l'environnement et d'évaluation des impacts environnementaux peuvent exiger que le promoteur réalise une évaluation des impacts environnementaux. En raison de la nature et de l'ampleur de leurs activités, les projets miniers sont habituellement soumis à une telle exigence.

Si les impacts prévus d'un projet proposé sont trop importants, les autorités réglementaires pourront refuser de délivrer un permis. Elles peuvent également prendre des mesures visant à réduire au minimum les impacts sur l'environnement lorsqu'elles délivrent un permis en l'assujettissant à des conditions. Ces dernières peuvent prendre de nombreuses formes, par exemple exiger du promoteur qu'il déclare ses rejets ou imposer des limites de rejets (Castrilli, 2007; Badlwin & Fipke, 2010).

Enfin, il est important de noter que de nombreux autres permis et licences auxiliaires peuvent être requis pour les phases d'exploration, de mise en valeur et d'exploitation d'une mine. En voici quelques exemples : permis de rejet de déchets, permis requis pour modifier, détruire ou endommager la faune, permis d'eau, etc. (Badlwin & Fipke, 2010). Les obligations juridiques associées à l'obtention de ces permis additionnels peuvent également contribuer à réduire les impacts sur l'environnement.

En plus de devoir répondre aux exigences des lois provinciales applicables, les promoteurs peuvent être également tenus, par la Loi canadienne sur la protection de

l'environnement (2012) d'expliquer les effets environnementaux dans les domaines de compétence fédérale, notamment ceux relatifs aux peuples autochtones, aux effets interprovinciaux, aux pêches et aux oiseaux migrateurs (Hart & Hoogeveen, 2012).

En vertu de la Loi sur les pêches, le gouvernement fédéral a le pouvoir de réglementer les effluents de tout secteur, y compris les mines de charbon et les mines de métaux.

Dans le cas des mines de métaux, le Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM), pris en vertu de la Loi sur les pêches, autorise le dépôt des substances nocives figurant à l'Annexe 4 dans les eaux naturelles où vit le poisson, en respectant les limites réglementaires. De plus, le règlement exige que les mines de métaux procèdent à des études de suivi des effets sur l'environnement (ESEE), définies à l'Annexe 5 du Règlement, afin de déterminer, le cas échéant, les effets sur les poissons, les habitats du poisson et les ressources en pêche. Les ESEE comportent divers volets : surveillance biologique, caractérisation des effluents, surveillance de la qualité de l'eau, détermination de la toxicité sublétales. Bien que ce ne soit pas exigé par la réglementation, les mines sont aussi encouragées à étudier et à mettre en œuvre des mesures correctives possibles pour déterminer la cause des effets (Environnement et Changement climatique Canada, 2015).

Même si les rejets de sélénium ne sont pas autorisés en vertu de l'Annexe 4, cet élément figure néanmoins à l'Annexe 5 du REMM, et on a établi sa présence en concentrations potentiellement importantes dans les effluents de certaines installations.

En 2012, Environnement Canada a entrepris un examen décennal du REMM. À la fin de la période de préconsultation en 2015, plusieurs propositions avaient fait l'objet de discussions, y compris la façon de gérer le mieux possible les rejets de sélénium par les mines de métaux, et la pertinence d'élargir la portée du règlement pour couvrir d'autres types de mines, par exemple les mines de charbon. Après les consultations, des modifications proposées au REMM ont été publiées le 13 mai 2017 et ont fait l'objet d'une période de commentaires par le public de 60 jours, qui a pris fin le 12 juillet 2017. Pour ce qui est des mines de métaux, les données continueront d'être obtenues en vertu du REMM, tandis que pour les mines de charbon, une approche réglementaire distincte est actuellement à l'étude.

7.1.1.1 Mines d'uranium

Comme les autres mines de métaux, les mines d'uranium sont assujetties aux exigences du REMM, imposées en vertu de la Loi sur les pêches. Cependant, puisque l'uranium est une substance nucléaire, les activités des mines d'uranium sont également assujetties à la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), qui impose des contrôles réglementaires additionnels.

La LSRN constitue le cadre réglementaire des matières nucléaires au Canada. Lorsqu'elle est entrée en vigueur en 2000, elle a été suivie de la création de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Afin d'assurer la protection de

l'environnement, et de la santé et la sécurité des personnes, la CCSN est tenue par la loi de délivrer des permis pour les activités nucléaires autorisées, y compris l'extraction minière de l'uranium (Gouvernement du Canada, 2016a). Le processus d'autorisation et les obligations des titulaires de permis, à chaque stade du cycle de vie des mines d'uranium, sont prescrits par le Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium (Gouvernement du Canada, 2016b). Dans le cadre de ses activités de surveillance réglementaire, la CCSN procède également à la vérification de la conformité concernant les mines en exploitation et déclassées (Gouvernement du Canada, 2015).

Pour réaliser son mandat, la CCSN a le pouvoir et la responsabilité de gérer les substances dangereuses ainsi que les substances nucléaires (Commission canadienne de sûreté nucléaire, 2014). Dès 2004, la CCSN avait constaté que les rejets de sélénium pouvaient avoir des effets sur les populations de poisson en aval des points de rejet de certaines mines d'uranium et usines de concentration d'uranium. Ce constat a mené à une série d'évaluations et d'études des risques par l'industrie, la CCSN et le milieu universitaire, dont les résultats ont été utiles pour l'évaluation du sous-secteur des mines et usines de concentration d'uranium (Environnement et Changement climatique Canada, 2017b), ce qui a permis de comprendre beaucoup mieux le comportement du sélénium dans l'environnement (Janz et coll., 2014).

Selon l'approche réglementaire de la CCSN à l'égard du sélénium, toutes les mines et usines de concentration d'uranium incluent le sélénium dans leur programme de protection de l'environnement, en vertu de leur permis. Par conséquent, sa présence doit être déterminée dans l'évaluation des risques pour l'environnement, propres au site, les programmes de surveillance des effluents et des environnements récepteurs doivent en tenir compte, et le risque qu'il représente doit être géré dans le cadre d'un système de gestion environnementale. Les activités de gestion des risques associés au sélénium, propres à chaque site, vont actuellement de la surveillance régulière des effluents et de l'environnement (p. ex., eau, sédiments, tissus des poissons), à l'ajout de systèmes de traitement du sélénium, selon les programmes de protection de l'environnement propres aux différents sites.

En raison de la surveillance réglementaire de la CCSN, les rejets de sélénium dans les mines et usines de concentration d'uranium sont contrôlés et ils ont été grandement réduits afin de protéger l'environnement. Les concentrations et les rejets préoccupants pour l'environnement sont déclarés annuellement dans le Rapport de surveillance réglementaire des mines et des usines de concentration d'uranium au Canada, présenté par le personnel de la CCSN à la Commission lors d'une réunion publique diffusée sur le Web. Ces rapports peuvent être téléchargés depuis le site [Web de la CCSN](#).

7.1.2 Fusion et affinage des métaux communs

En 2006, Environnement Canada a publié dans la Gazette du Canada un Avis obligeant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution de la part de fonderies

et affineries de métaux communs et les usines de traitement du zinc. L'avis décrit les exigences relatives à la préparation et la mise en œuvre de plans de prévention de la pollution, visant les substances toxiques spécifiques rejetées par ces installations. L'avis comprend des limites de rejet annuelles pour les matières particulaires, qui contiennent la plupart des métaux et métalloïdes émis dans l'air, notamment le sélénium. Il existe également des limites annuelles de rejet qui ciblent le dioxyde de soufre. En vertu de cet avis, les installations doivent tenir compte d'un certain nombre de facteurs, notamment le respect du Code de pratiques écologiques pour les fonderies et affineries de métaux communs, qui recommande des limites pour les émissions de particules dans l'atmosphère et des limites d'émission de dioxyde de soufre dans l'air. Le Code de pratiques écologiques pour les fonderies et affineries de métaux communs suggère également le respect des recommandations du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) sur la qualité de l'eau pour les paramètres chimiques et certains métaux. Dans ces recommandations, une limite de 1 µg/L est présentée pour le sélénium total.

7.1.3 Production d'électricité

En janvier 2003, Environnement Canada a publié les Lignes directrices sur les émissions des centrales thermiques nouvelles, en vertu de la LCPE. Ces lignes directrices indiquent les limites concernant les émissions de dioxyde de soufre (SO₂), d'oxydes d'azote (NO_x) et de matières particulaires (MP) provenant des nouvelles chaudières à vapeur alimentée par des combustibles fossiles (Environnement Canada, 2003).

Le 11 octobre 2006, le CCME a sanctionné les Standards pancanadiens relatifs aux émissions de mercure visant à réduire les émissions de mercure provenant du secteur de production d'énergie électrique alimenté au charbon. Le rapport d'étape de 2012 indique une augmentation du taux de captage de mercure qui est passé de 28 % à 56 % depuis l'année de référence fixée à 2003, et donc une réduction totale de près de 70 % des émissions de mercure. On prévoit des réductions des émissions de sélénium comme avantage parallèle, mais celles-ci dépendront de la nature de la technologie sélectionnée pour réduire les émissions de mercure. Par exemple, l'installation d'un système d'injection de dioxyde de carbone actif et d'un séparateur à couche filtrante doit réduire les émissions des autres métaux, substances organiques et matières particulaires. Les émissions de sélénium ne sont pas répertoriées dans le rapport d'étape (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2014b).

Le Règlement sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone – secteur de l'électricité thermique au charbon, qui est entré en vigueur en 2015, fixe une norme de rendement stricte pour les nouveaux groupes de production d'électricité alimentés au charbon et ceux qui ont atteint la fin de leur vie utile. Le règlement devrait engendrer des avantages parallèles en ce qui concerne les rejets de métaux, notamment le sélénium, à divers degrés selon les mesures entreprises par les installations (p. ex., fermeture, installation de technologies de captage et de stockage de dioxyde de carbone ou le passage à des carburants à faible taux d'émissions). De plus, comme le

gouvernement fédéral l'a annoncé en novembre 2016, il entend accélérer la fermeture progressive des centrales classiques au charbon en modifiant ces règlements pour que toutes ces centrales soient fermées d'ici 2030, ce qui réduira davantage le risque de rejets de sélénium au fil du temps.

7.1.4 Agriculture

Le sélénium est un nutriment essentiel pour les animaux. Les concentrations de fond de sélénium dans certaines régions canadiennes sont insuffisantes pour produire un fourrage contenant les concentrations adéquates de sélénium requises pour le bétail. Pour y remédier, on peut ajouter des suppléments de sélénium soit dans la nourriture pour animaux soit dans les sols.

Les amendements contenant du sélénium peuvent être appliqués directement sur les sols pauvres; cependant, ils sont habituellement appliqués avec des engrais. Lorsque le sélénium est mélangé à un engrais avant son importation ou sa vente, il est assujéti à la Loi sur les engrais (courriel envoyé en 2014 par l'Agence canadienne d'inspection des aliments au Bureau d'évaluation du risque des substances existantes, Santé Canada; aucune référence).

En vertu du Règlement de 1983 sur les aliments du bétail⁵, le sélénium peut être ajouté à des aliments complets, définis au sens du règlement, en concentrations atteignant 0,3 mg/kg, selon le bétail auquel il est destiné (Gouvernement du Canada, 1983). Le sélénium peut être ajouté aux aliments pour animaux en concentrations atteignant 0,3 mg/kg pour les poulets, les dindes, le porc, les vaches laitières en croissance, le bœuf de boucherie, les moutons, les chèvres, les canards et les oies, et à des concentrations de 0,1 mg/kg pour les salmonidés et les lapins (Agence canadienne d'inspection des aliments, 2015).

Les normes de l'ACIA concernant les engrais et les métaux en supplément ont été élaborées afin d'assurer que les produits réglementés par la Loi sur les engrais et ses règlements connexes, présentent un risque minimal, en termes d'effets nocifs, pour les humains, les plantes, la santé des animaux et l'environnement. Elles sont fondées sur l'ajout cumulatif maximal total de métaux dans les sols sur une période de 45 ans, par rapport à la concentration maximale admissible de métaux dans le produit en soi. L'ajout cumulatif total maximal de métaux provenant des engrais et des suppléments pour les sols, sur une période de 45 ans, est de 2,8 kg/ha de sélénium.

L'épandage et l'utilisation des engrais et des suppléments, y compris le fumier, les eaux usées traitées (biosolides) et le compost, relèvent des provinces. Par exemple, en Ontario, l'épandage d'engrais est régi par la Loi sur la gestion des éléments nutritifs et

⁵ L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) procède à des préconsultations en vue d'une refonte complète du *Règlement sur les aliments du bétail*, notamment en ce qui touche les concentrations maximales de nutriments, comme le sélénium, autorisées dans les aliments du bétail. Dans le cadre de ce processus, l'ACIA collabore avec la Direction des aliments de Santé Canada afin d'établir des concentrations dans les aliments qui assurent la protection des denrées canadiennes.

ses règlements, qui établissent des doses d'application maximales et des distances minimales entre les zones d'application et les récepteurs sensibles, notamment les puits et les eaux de surface (Gouvernement de l'Ontario, 2014).

Pour ce qui est des normes la qualité de l'eau visant à protéger l'agriculture, le CCME recommande une concentration de 20 µg/L pour l'irrigation continue, de 50 µg/L pour l'irrigation intermittente et de 50 µg/L pour l'eau d'alimentation du bétail (Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement, 1987). La limite recommandée pour le sélénium dans les sols agricoles est de 1 mg/kg en poids sec (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2009b).

7.1.5 Installations publiques de traitement des eaux usées et autres secteurs

Le Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées (RESAEU), pris en vertu de la Loi sur les pêches, comprend des normes minimales obligatoires sur la qualité des effluents qui peuvent être respectées en courant à un traitement secondaire des eaux usées (Environnement Canada, 2013). Bien que le RESAEU ne vise pas directement le sélénium, l'exigence d'un traitement additionnel dans certaines usines de traitement des eaux usées (UTEU) publiques devrait avoir des retombées positives pour les secteurs industriels qui rejettent leurs effluents en direction d'une UTEU publique. Les concentrations de sélénium mesurées dans les boues biologiques et les biosolides traités, échantillonnés dans diverses UTEU au Canada dans le cadre du Programme de contrôle et de surveillance en vertu du PGPC, corroborent cette hypothèse.

7.2 Produits

7.2.1 Aliments

En vertu du Règlement sur les aliments et drogues, le sélénium ne peut être ajouté aux aliments, sauf les préparations pour nourrissons, les préparations pour régimes liquides, dans les aliments présentés comme étant conçus pour un régime à très faible teneur en énergie, dans les substituts de repas ou dans les suppléments nutritifs. Les quantités minimales et maximales de sélénium que l'on peut ajouter à chacun de ces types d'aliments sont précisées (Gouvernement du Canada, 1978). Les aliments enrichis peuvent aussi contenir du sélénium ajouté, mais seulement après examen par Santé Canada et à condition qu'ils répondent aux exigences en matière de composition et d'étiquetage (courriel envoyé en 2015 par la Direction des aliments à la Direction de la sécurité des milieux, Santé Canada; aucune référence).

Santé Canada participe souvent aux évaluations environnementales de projets de développement, par exemple dans le cas des mines qui sont assujetties à la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012). Dans ce contexte, Santé Canada est invité à examiner, entre autres, les aspects touchant les risques pour la santé humaine dans les évaluations, faites par le promoteur, des impacts sur le poisson et les autres aliments traditionnels, y compris les scénarios d'exposition, les méthodes, les

valeurs de référence toxicologique, les motifs. Santé Canada fournit également des connaissances et des renseignements pertinents aux décideurs.

Sur demande, Santé Canada a aussi examiné les renseignements et étayé l'évaluation des données sur le sélénium pour ce qui est des poissons dans les eaux canadiennes où l'on trouve des concentrations élevées de sélénium, renseignements sur lesquels sont fondées les décisions prises par les autorités compétentes concernant les stratégies de gestion des risques, notamment les avis concernant la consommation de poisson (2014, communication personnelle de la Direction des aliments à la Direction de la sécurité des milieux, Santé Canada; aucune référence).

Depuis 2003, des autorités autres que Santé Canada ont émis des avis sur la consommation de poisson des lacs Beaverlodge et Martin dans l'est de la région de l'Athabasca en Saskatchewan, en raison des concentrations élevées de sélénium dans les poissons, attribuables aux activités passées des mines d'uranium (Commission canadienne de sûreté nucléaire, 2013a; Commission canadienne de sûreté nucléaire, 2013b; Saskatchewan Ministry of Environment, 2014). Selon les avis concernant la consommation du poisson, les pêcheurs de subsistance doivent restreindre leur consommation à une portion (0,375 kg) sur une période d'une à quatre semaines, selon le type de poisson (Saskatchewan Ministry of Environment, 2014).

Bien que cela ne relève pas de Santé Canada, la pertinence d'émettre des avis concernant la consommation du poisson a également été évaluée pour d'autres sites miniers au Canada, y compris pour la rivière Saskatchewan Nord et pour la vallée de la rivière Elk en Colombie-Britannique, où des concentrations élevées de sélénium ont été mesurées dans le poisson et dans l'eau (Jacques Whitford Axys Ltd. and Intrinsic Environmental Sciences Inc., 2009; Teck Resources Limited, 2013a; Teck Resources Limited, 2013b).

La Colombie-Britannique a déterminé des valeurs seuils de dépistage du sélénium pour la consommation du poisson. Pour une consommation élevée (0,22 kg/jour), modérée (0,11 kg/jour) et faible (0,03 kg/jour) de poisson, les valeurs seuils sont respectivement de 1,8 µg Se/g (p/p), 3,6 µg Se/g (p/p) et 18,7 µg Se/g (p/p),<. Lorsque ces valeurs seuils sont dépassées, le ministère de l'Environnement avise le ministère de la Santé, qui déterminera les mesures à prendre et, s'il y a lieu, publiera un avis au public (British Columbia Ministry of Environment, 2014).

Selon le Guide Consommation du poisson de l'Ontario, le sélénium est un métal parfois présent dans les tissus du poisson, mais c'est à l'occasion seulement qu'on en trouve à une concentration justifiant des mises en garde contre la consommation du poisson (ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario, 2017).

Au Québec, les Critères de qualité de l'eau de surface prescrivent une concentration maximale de 4,2 mg/L de sélénium dans l'eau afin d'empêcher la contamination du poisson destiné à la consommation (ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2013;

ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2002).

Le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN) a été lancé en 1991, en réponse aux préoccupations relatives à l'exposition des personnes à des concentrations élevées de contaminants chez les espèces sauvages qui constituent un élément important du régime alimentaire traditionnel des Autochtones du Nord. Le PLCN affecte des fonds à la recherche et aux activités connexes dans cinq principaux domaines : recherche en santé humaine; communications, capacité et sensibilisation; coordination nationale-régionale-internationale et partenariats avec les Autochtones; surveillance et recherche communautaires; surveillance et recherche environnementales. Un certain nombre de projets de recherche réalisés dans le cadre du PLCN ont inclus le sélénium, notamment le sélénium utilisé comme nutriment assurant la protection contre l'exposition au mercure (Gouvernement du Canada, 2013c). Santé Canada participe au Comité de gestion scientifique du PLCN (2014, communication personnelle de la Direction des aliments à la Direction de la sécurité des milieux, Santé Canada, aucune référence).

7.2.2 Produits antiparasitaires

Au Canada, le sélénium est un composant qui entre dans la préparation de produits antiparasitaires homologués en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires. Les produits de ce type comprennent les rodenticides, les peintures antisalissures et les désinfectants pour surfaces dures.

7.2.3 Produits de santé

Le sélénium, le sulfure de sélénium et le sélénite de sodium figurent dans la Base de données sur les produits pharmaceutiques (BDPP) comme ingrédients dans les médicaments vétérinaires, tandis que le sélénium est également employé comme médicament pour les humains, sous forme de solutions d'électrolytes intraveineuses (Santé Canada, 2017). Les médicaments sont autorisés à la vente au Canada une fois qu'ils ont été examinés par le biais du processus d'examen des médicaments qui vise à en assurer l'innocuité, l'efficacité et la qualité (Santé Canada, 2015).

Les monographies de la DPSNSO sur le sélénium et les multivitamines/minéraux proposent une dose quotidienne maximale de 200 µg/jour, d'après les valeurs AMT de l'IOM pour les adultes, dose qui s'applique au sélénium absorbé par les aliments, l'eau et les suppléments (Santé Canada, 2007; Santé Canada, 2016a) (courriel envoyé en 2016 par la Direction des produits de santé naturels et sans ordonnance à la Direction de la sécurité des milieux, Bureau de gestion du risque, aucune référence). La monographie de la DPSNSO sur les produits antipelluculaires propose une concentration maximale de 2,5 %.

7.2.4 Cosmétiques

L'utilisation du sélénium et de ses composés, sauf le sulfure de sélénium (7488-56-4), dans les produits cosmétiques figure sur la Liste critique des ingrédients dont

l'utilisation est restreinte ou interdite dans les cosmétiques (communément appelée « liste critique ») qui est un outil administratif que Santé Canada utilise pour informer les fabricants et d'autres parties intéressées que certaines substances, si elles sont présentes dans un cosmétique, peuvent contrevenir à l'interdiction générale prévue à l'article 16 de la Loi sur les aliments et drogues ou à une disposition du Règlement sur les cosmétiques (Santé Canada, 2014).

7.2.5 Autres produits

Le Règlement sur les lits d'enfant, berceaux et moïses et le Règlement sur les jouets et Règlement sur les barrières extensibles et les enceintes extensibles, pris en vertu de la Loi canadienne sur la sécurité des produits de consommation, indiquent que les peintures et les autres matières de revêtement de surface sur ces produits ne doivent contenir aucun composé de sélénium si plus de 0,1 % p/p de ce composé se dissout dans de l'acide chlorhydrique à 5 % après y avoir été agité pendant 10 minutes à 20 °C (Santé Canada, 2016c; Santé Canada, 2011; Santé Canada, 2016d).

7.3 Lignes directrices

7.3.1 Lignes directrices fédérales, provinciales et territoriales sur la qualité de l'environnement

La plupart des lignes directrices provinciales et territoriales concernant le sélénium font référence aux recommandations du CCME sur la qualité de l'eau, lesquelles recommandent des concentrations de 1 µg/L pour l'eau douce, 20 µg/L pour l'irrigation continue, 50 µg/L pour l'irrigation intermittente et 50 µg/L pour l'eau d'alimentation du bétail (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2009b; Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement, 1987).

La Colombie-Britannique est cependant une exception notable à cet égard. En 2014, le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique a publié ses lignes directrices à jour concernant le sélénium dans l'eau. Les lignes directrices actualisées recommandent des concentrations pour la qualité de l'eau douce et de l'eau salée (2 µg/L), les tissus des poissons entiers (4 µg/g, poids sec), les œufs et les ovaires des poissons (11 µg/g, p/s), et les tissus des muscles (4 µg/g, poids sec) (British Columbia Ministry of Environment, 2014).

7.3.2 Eau potable

Les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, préparées par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable et publiées par Santé Canada, fixent une concentration admissible maximale de 0,05 mg/L (50 µg/L) pour le sélénium dans l'eau potable (Santé Canada, 2013). Chaque province et territoire utilise ces recommandations pour établir ses propres limites ou réglementations exécutoires concernant la qualité de l'eau potable.

7.4 Contexte international pertinent de la gestion des risques

7.4.1 États-Unis

En juin 2016, l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis a publié les critères nationaux définitifs visant à protéger la vie aquatique contre les effets du sélénium. Les limites de l'exposition chronique sont les suivantes : 15,1 mg/kg en poids sec dans les œufs ou les ovaires des poissons, 8,5 mg/kg en poids sec dans le corps entier des poissons, 11,3 mg/kg en poids sec dans le muscle des poissons, 1,5 µg/L dans les systèmes aquatiques lenticules, et 3,1 µg/L dans les systèmes aquatiques lotiques (United States Environmental Protection Agency, 2016). Il y a lieu de noter que l'EPA considère que le sélénium est une substance bioaccumulative.

L'IOM est une organisation sans but lucratif, indépendante du gouvernement, qui fournit des avis impartiaux et faisant autorité aux décideurs et au public. L'IOM est la constituante « santé » de la National Academy of Sciences aux États-Unis (Institute of Medicine, 2013). Pour les adultes, l'IOM a établi un besoin moyen estimatif (BME) de 45 µg/jour, un apport nutritionnel recommandé (ANR) de 55 µg/jour et un apport maximal tolérable (AMT) de 400 µg/jour pour le sélénium. La Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis a également adopté pour les adultes une valeur AMT de 400 µg/jour pour l'absorption de sélénium par les aliments, l'eau et les suppléments (courriel envoyé en 2014 par la Direction des produits de santé naturels et sans ordonnance à la Direction de la sécurité des milieux, Bureau de gestion du risque, aucune référence).

Les concentrations minimale et maximale de sélénium pour les préparations pour nourrissons sont indiquées dans le Code of Federal Regulations (U.S. Department of Health and Human Services, 2016).

Aux États-Unis, l'EPA a établi une limite dans l'eau potable de 50 µg/L (United States Environmental Protection Agency, 2012).

Aux États-Unis, la FDA permet l'utilisation de « levure de sélénium » dans les aliments destinés aux poulets, aux dindes, aux porcs, aux bovins de boucherie et aux bovins laitiers à des concentrations ne dépassant pas 0,3 ppm de sélénium ajouté (U.S. Department of Health and Human Services, 2013).

L'EPA des États-Unis a établi des valeurs seuils de sélénium pour la consommation du poisson, soit 20 µg Se/g (p/p) pour les pêcheurs récréatifs et de 2,5 µg Se/g (p/p) pour les pêcheurs de subsistance (United States Environmental Protection Agency, 2000).

7.4.2 Autres pays

L'Union européenne (UE) et quelques autres pays, dont plusieurs États membres, recommandent une limite de sélénium dans l'eau potable de 10 µg/L (Ireland Environmental Protection Agency, 2011; Northern Ireland Environment Agency, 2011;

Gdańsk University of Technology, 2006; The Council of the European Union, 1998; Government of India, 2012; Australian Government, 2011).

En vertu du Règlement relatif aux produits cosmétiques de l'Union européenne (UE), aucun composé du sélénium, exception faite du sulfure de sélénium, ne peut être utilisé dans les produits cosmétiques. Le sulfure de sélénium peut être utilisé dans les shampoings antipelliculaires en concentrations inférieures à 1 % en poids, et sa présence doit être indiquée sur l'étiquette (Parlement européen et Conseil, 2009).

Le Royaume-Uni a fixé une valeur limite d'absorption quotidienne de 450 µg, dont 350 µg peuvent provenir de compléments alimentaires (Expert Group on Vitamins and Minerals, 2003).

L'Australie et Singapour autorisent la présence de 150 à 200 µg/jour dans les compléments alimentaires (courriel envoyé en 2014 par la Direction des produits de santé naturels et sans ordonnance à la Direction de la sécurité des milieux, Bureau de gestion du risque, aucune référence).

L'Australie et la Nouvelle-Zélande ont élaboré des lignes directrices conjointes pour la qualité de l'eau douce et de l'eau marine, avec une valeur seuil de 11 µg/L (sélénium total) visant à assurer la protection de 95 % des espèces d'eau douce. Ces lignes directrices sont actuellement réévaluées (Governments of Australia and New Zealand, 2000).

L'Afrique du Sud a établi une valeur d'effet chronique⁶ de 5 µg/L pour ce qui est des effets toxiques du sélénium sur les organismes aquatiques (Department of Water Affairs and Forestry, 1996).

L'Inde a établi une norme fixant à 50 µg/L la concentration maximale de sélénium dans tous les effluents industriels rejetés dans les eaux de surface, les zones marines et côtières, et les égouts publics (Government of India, 2012).

7.4.3 Organisation mondiale de la Santé

En raison des incertitudes inhérentes à la base de données scientifique, l'Organisation mondiale de la santé recommande une valeur provisoire de 40 µg/L pour le sélénium dans l'eau potable (Organisation mondiale de la santé, 2011).

8. Prochaines étapes

8.1 Période de commentaires du public

⁶ Cette valeur est définie comme étant la concentration d'un constituant à partir de laquelle il existe une probabilité importante d'effets chroniques mesurables touchant jusqu'à 5 % de l'espèce dans la communauté aquatique.

L'industrie et les parties intéressées sont invitées à soumettre des commentaires sur le contenu de la présente Approche de gestion du risque ou d'autres renseignements qui pourraient contribuer à une prise de décision éclairée (comme le résume la section 3.4). Les observations et les renseignements doivent être présentés avant le 14 février 2018.

Vous devriez envoyer tout commentaire ou autre renseignement relativement au présent document à l'adresse suivante :

Environnement et Changement climatique Canada
Division de la gestion des produits chimiques
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Téléphone : 1-800-567-1999 ou 819-938-3232
Télécopieur : 819-938-3231
Courriel : eccc.substances.eccc@canada.ca

Nous invitons les parties intéressées par la question du sélénium et de ses composés à s'identifier. Elles seront informées des futures décisions au sujet du sélénium et de ses composés et ECCC pourrait les contacter pour obtenir de plus amples renseignements.

À la suite de la période de commentaires sur l'approche de gestion des risques, le gouvernement du Canada entreprendra l'élaboration d'instruments de gestion des risques, le cas échéant. Les commentaires reçus sur l'approche de gestion des risques seront pris en compte dans la sélection ou l'élaboration de ces instruments. Une période de consultation aura également lieu au cours de l'élaboration de ces instruments.

8.2 Calendrier des actions

Publication des réponses aux commentaires du public sur l'approche de gestion des risques : du 16 décembre 2017 au 14 février 2018.

Présentation d'études ou de renseignements additionnels concernant le sélénium et ses composés : au plus tard le 14 février 2018.

Publication des réponses aux commentaires du public sur l'approche de gestion des risques : au plus tard décembre 2019.

Publication de l'instrument ou des instruments proposés, le cas échéant : au plus tard 24 mois suivant la publication de l'évaluation préalable finale.

Consultation sur l'instrument ou les instruments proposés, le cas échéant : période de consultation publique de 60 jours débutant à la date de publication de chaque instrument proposé.

Publication de l'instrument ou des instruments finaux, le cas échéant : au plus tard 18 mois suivant la publication de chaque instrument proposé.

9. Références

- Agence canadienne d'inspection des aliments. (17 avril 2015). 4.6 Supplémentation des aliments du bétail en sélénium. Consulté dans le site Internet RG-1 Directives Réglementaires : Procédures d'enregistrement et normes d'étiquetage : <http://www.inspection.gc.ca/animaux/aliments-du-betail/directives-reglementaires/rg-1/chapitre-4/fra/1329341411340/1329341520337?chap=6>.
- Australian Government. (2011). National Water Quality Management Strategy - Australian Drinking Water Guidelines 6. Consulté le 5 février 2014, dans le site Internet du Conseil national de recherche en santé et en médecine : http://www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/publications/attachments/eh52_aust_drinking_water_guidelines_1.pdf.
- Baldwin C. et Fipke J. (2010). Canadian Mining Law. Consulté le 8 avril 2016, dans le site Internet de Lawson Lundell LLD : http://www.lawsonlundell.com/media/news/135_CanadianMiningLaw.pdf.
- British Columbia Ministry of Environment. (2014). Ambient Water Quality Guidelines for Selenium Technical Report Update. Consulté le 26 mai 2014, dans l'Internet : http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/wq_guidelines.html.
- Castrilli J. (novembre 2007). Report on the Legislative, Regulatory, and Policy Framework Respecting Collaboration, Liability, and Funding Measures in relation to Orphaned/Abandoned, Contaminated, and Operating Mines in Canada. Consulté en 2016, dans le site Internet de l'Initiative nationale pour les mines orphelines/abandonnées : <http://www.abandoned-mines.org/wp/wp-content/uploads/2015/06/JurisdictionalLegislativeReview2007.pdf>.
- Commission canadienne de sûreté nucléaire. (2013a). Compte rendu des délibérations, y compris les motifs de décision, Demande de renouvellement du permis d'exploitation d'une installation de déchets pour le site déclassé de la mine et de l'usine de concentration de Beaverlodge, 3 et 4 avril 2013. Consulté le 15 août 2014, dans le site Internet de la Commission canadienne de sûreté nucléaire : <https://www.cnsccsn.gc.ca/fra/the-commission/pdf/2013-04-03-Decision-Cameco-Beaverlodge-f-Edocs4167021.pdf>.
- Commission canadienne de sûreté nucléaire. (2013b). A Licence Renewal Cameco Corporation. The Decommissioned Beaverlodge Mine and Mill Site. Renouvellement de permis. Audience d'une journée sur la santé, le 4 avril 2013. Déposé par le personnel de la CSSN. CMD de référence : 12-H121, 11-M73, 10-M62, 09-H2. E-DOC#4051442.
- Commission canadienne de sûreté nucléaire. (2015). Commentaires de la Commission canadienne de sûreté nucléaire sur la portée de gestion des risques posés par le sélénium et ses composés dans le cas de l'étude du groupe des substances contenant du sélénium.
- Commission canadienne de sûreté nucléaire. (2014). Enquête et audience publique (Les enjeux de la filière uranifère au Québec). Consulté le 14 mars 2016, dans le

- site du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement :
<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/uranium-enjeux/documents/NAT26.pdf>.
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement. (2009a). Canadian Soil Quality Guidelines Selenium Environmental and Human Health Effects. PN 1438. ISBN 978-1-896997-90-2 PDF. Consulté le 20 juin 2016, dans le site du Conseil canadien des ministres de l'Environnement :
http://www.ccme.ca/files/Resourcessupportingscientificdocuments/soqq_se_scd_1438.pdf.
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement. (2009b). Tableau sommaire — Sélénium. Consulté le 4 février 2014, dans le site des Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement : <http://sts.ccme.ca/fr/index.html?lang=fr&factsheet=197>.
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement. (2014a). Système pancanadien de gestion de la qualité de l'air. Consulté le 6 janvier 2014, dans le site Internet du Conseil canadien de l'Environnement :
<https://www.ccme.ca/fr/resources/air/aqms.html>.
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement. (2014b). Standards pancanadiens sur les émissions de mercure provenant des centrales électriques alimentées au charbon. Consulté le 29 juin 2014, dans le site Internet du Conseil canadien des ministres de l'Environnement : <https://www.ccme.ca/fr/resources/air/mercury.htm>.
- Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement. (1987). Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux. Document préparé par le Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux.
- Conseil de l'Union européenne. (3 novembre 1998). Directive 98/83/CE du Conseil relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Consulté le 5 février 2014, dans le site EUR-Lex - Accès au droit de l'Union européenne :
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX%3A31998L0083>.
- Conseil national de recherche des É.-U. (1983). Selenium in Nutrition. Édition révisée. Subcommittee on Selenium, Committee on Animal Nutrition. Washington (DC), National Academy Press.
- Cowan Minerals Ltd. (novembre 2010). Policy Framework in Canada for Mine Closure and Management of Long-term Liabilities: A Guidance Document. Consulté le 19 août 2015, dans le site Internet de l'Initiative nationale pour les mines orphelines/abandonnées : <http://www.abandoned-mines.org/pdfs/PolicyFrameworkCanforMinClosureandMgmtLiabilities.pdf>.
- Department of Water Affairs and Forestry. (1996). South African Water Quality Guidelines, Volume 7: Aquatic Ecosystems, 2^e édition. Consulté le 14 juillet 2014, dans le site Water Quality Management (Afrique du Sud) :
http://www.dwaf.gov.za/Dir_WQM/docs/Pol_saWQguide.zip.
- Environnement Canada. (2003). Nouvelles lignes directrices sur les émissions des centrales thermiques. Consulté en juillet 2017, dans le site Internet du registre

- environnemental de Loi canadienne de protection de l'environnement : directives, objectifs et codes de pratique : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/directives-objectifs-codes-pratiques/nouvelles-lignes-directrices-emissions-thermiques.html>.
- Environnement Canada. (2004). Guide explicatif de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Consulté le 21 octobre 2015, dans le site Internet d'Environnement Canada : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/publications/guide-explicatif.html>.
- Environnement Canada. (2013). Eaux usées. Consulté le 2 juillet 2014, dans le site Internet d'Environnement Canada : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees.html>.
- Environnement et Changement climatique Canada. (2015). Atelier sur la recherche des causes : mines de métaux. Consulté le 16 mars 2016, dans le site Internet d'Environnement et Changement climatique Canada : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/gestion-pollution/publications/atelier-recherche-causes-mines-metaux/chapitre-4.html>.
- Environnement et Changement climatique Canada. (2017a). Document à l'appui 4.1 : Évaluation des rejets et des expositions pour le secteur des mines de charbon. Gatineau (Québec) : Environnement et Changement climatique Canada, Division de l'évaluation écologique.
- Environnement et Changement climatique Canada. (2017b). Document d'appui Section 4.2: Releases and exposure assessment for the uranium mining and milling sector. Gatineau (Québec) : Environnement et Changement climatique Canada, Division de l'évaluation écologique.
- Environnement et Changement climatique Canada. (2017c). Document d'appui Section 4.3: Releases and exposure assessment for the metal ore mining (excluding uranium) sector. Gatineau (Québec) : Environnement et Changement climatique Canada, Division de l'évaluation écologique.
- Environnement et Changement climatique Canada. (2017d). Document d'appui Section 4.4: Releases and exposure assessment for the base metals smelting and refining sector. Gatineau (Québec) : Environnement et Changement climatique Canada, Ecological Assessment Division.
- Environnement et Changement climatique Canada. (2017e). Document d'appui Section 4.6: Releases and exposure assessment for the power generation sector. Gatineau (Québec) : Environnement Canada, Division de l'évaluation écologique.
- Environnement et Changement climatique Canada. (2017f). Document d'appui Section 4.8: Releases and exposure assessment for the wastewater, solid waste and recycling sectors. Gatineau (Québec) : Environnement et Changement climatique Canada, Division de l'évaluation écologique.

- Environnement et Changement climatique Canada. (2017g). Document d'appui Section 4.9: Releases and exposure assessment for the agriculture sector. Gatineau (Québec), Environnement Canada, Division de l'évaluation écologique.
- Environnement et Changement climatique Canada et Santé Canada. (2017). Évaluation préalable finale du groupe du sélénium et de ses composés. Consulté dans le site Internet du Programme de gestion des produits chimiques : <https://www.canada.ca/content/canadasite/fr/environnement-changement-climatique/services/evaluation-substances-existantes/evaluation-prealable-selenium.html>
- Expert Group on Vitamins and Minerals. (mai 2003). Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals. Consulté le 2 février 2015, dans le site Internet du comité sur la toxicité de l'agence des normes alimentaires du gouvernement britannique : <https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/vitmin2003.pdf>.
- Fthenakis V., Kim H. et Wang W. (2007). Life cycle inventory analysis in the production of metals used in photovoltaics. Upton (New-York), Laboratoire national de Brookhaven, département de l'Énergie des sciences et technologies, du ministère de l'énergie des États-Unis.
- Gdańsk, université de technologie. (2006). Water Quality Control - Part VI. Polish and International regulations. Consulté le 5 février 2014, dans le site de l'université de technologie de Gdańsk (Pologne) : http://www.pg.gda.pl/chem/Dydaktyka/Analizyczna/WQC/WATER_REG.pdf.
- Germ M., Stibilj V. et Kreft, I. (2007). « Metabolic importance of selenium for plants ». The European Journal of Plant Science and Biotechnology, vol. 1, no 1. p. 91-97.
- Gouvernement de l'Ontario. (2014). Gestion des éléments nutritifs sur les fermes. Consulté le 26 mars 2014, dans le site Internet du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario : <https://www.ontario.ca/fr/page/gestion-des-elements-nutritifs-sur-les-fermes>.
- Gouvernement du Canada. (1978). Loi sur les aliments et drogues : Règlement sur les aliments et drogues (C.R.C., ch. 870).
- Gouvernement du Canada. (1983). Règlement de 1983 sur les aliments du bétail. Consulté le 4 février 2014, dans le site du ministère de la Justice du Canada : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-83-593/>.
- Gouvernement du Canada. (1999). Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), L.C., 1999, ch. 33. Gazette du Canada. Partie III. vol. 22, no 3. Ottawa : Imprimeur de la Reine.
- Gouvernement du Canada. (2011). « Loi sur la protection de l'environnement (1999) Annonce de mesures prévues d'évaluation et de gestion, le cas échéant, des risques que certaines substances présentent pour la santé des Canadiens et de l'environnement ». Canada Gazette du Canada, partie I, vol. 145, n° 41 – 8 octobre 2011, p. 3125-3129.
- Gouvernement du Canada. (2013a). Profil du groupe des substances contenant du sélénium. Consulté le 2 juillet 2014, dans le groupe du Programme de gestion

- des produits chimiques :
<https://web.archive.org/web/20140313082113/http://chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/group/selenium/profil-fra.php>.
- Gouvernement du Canada 2013b. Guide sur l'exploration et l'exploitation minières pour les communautés autochtones. Consulté le 19 août 2015, dans le site de Ressources naturelles Canada :
<https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/mineralsmetals/files/pdf/abor-auto/mining-guide-fra.pdf>.
- Gouvernement du Canada. (2013c). Programme les contaminants dans le Nord. Consulté le 15 août 2014, dans le site du ministère des Services aux autochtones Canada :
<https://web.archive.org/web/20130621020122/http://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1100100035611/1100100035612> et
<https://web.archive.org/web/20140313010711/http://www.science.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=730B7CF4-1>.
- Gouvernement du Canada. (2015). Mines et usines de concentration d'uranium. Consulté le 14 mars 2016, dans le site de la Commission canadienne de sûreté nucléaire : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/uranium/mines-and-mills/index.cfm#RegulatingUraniumMinesandMills>.
- Gouvernement du Canada. (2016a). Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (L.C. 1997, c. 9). Consulté le 14 mars 2016, dans le site Internet du ministère de la Justice : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/N-28.3/page-1.html>.
- Gouvernement du Canada. (2016b). Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium (DORS/2000-206). Consulté le 14 mars 2016, dans le site Internet du ministère de la Justice du Canada : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2000-206/index.html>.
- Government of India. (2012). Central Ground Water Board - Indian Standard Drinking Water Specification (2nd Revision). Consulté en juillet 2017, dans le site Internet du ministère des ressources hydrique, aménagement des rivières et remise en état du Gange : <http://cgwb.gov.in/Documents/WQ-Standards.pdf>.
- Governments of Australia and New Zealand. (2000). Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality: Volume 1 - The guidelines. Consulté le 14 juillet 2014, dans le site Internet du ministère de l'environnement et de l'énergie du gouvernement australien :
<https://environment.gov.au/system/files/resources/53cda9ea-7ec2-49d4-af29-d1dde09e96ef/files/nwqms-guidelines-4-vol1.pdf>.
- Hart R. et Hoogeveen D. (juillet 2012). Introduction to the Legal Framework for Mining in Canada. Consulté le 8 avril 2016, dans le site de MiningWatch Canada :
<http://miningwatch.ca/publications/2012/7/18/introduction-legal-framework-mining-canada>.
- Institute of Medicine (des États-Unis). (2013). Dans l'Internet :
<http://www.nationalacademies.org/hmd/About-HMD.aspx>.

- Inventaire national des rejets de polluants. (2014). Recherche des données déclarées par les installations. Consulté en novembre 2016, dans le site d'Environnement Canada : <http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/donnees-data/index.cfm?lang=Fr>.
- Ireland Environmental Protection Agency. (2011). The Provision and Quality of Drinking Water in Ireland - A report for the years 2008-2009. Consulté en juillet 2017, dans le site de l'Environmental Protection Agency : http://www.epa.ie/pubs/reports/water/drinking/DrinkingWater_web.pdf.
- Jacques Whitford Axys Ltd. et Intrinsik Environmental Sciences Inc. (mars 2009). Potential Human Health Impacts Related to Selenium in Fish from the North Saskatchewan River. Consulté en juillet 2014, dans le site Internet : <http://s04.static-shell.com/content/dam/shell-new/local/country/can/downloads/pdf/aboutshell/aosp/sirs-qa3-att-mar09.pdf>.
- Janz et coll. (2014). « Integrative Assessment of Selenium Speciation, Biogeochemistry, and Distribution in a Northern, Coldwater Ecosystem ». Integrated Environmental Assessment and Management— Volume 10, Number 4, 543-554.
- Lemly A. (2004). « Aquatic selenium pollution is a global environmental safety issue ». Ecotoxicology and Environmental Safety, vol. 59, p. 44-56.
- Mackasey W.O. (février 2000). Abandoned Mines in Canada. Consulté le 19 août 2015, dans le site MiningWatch Canada : <https://miningwatch.ca/publications/2000/2/17/abandoned-mines-canada>.
- Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario. (2017). Guide de consommation du poisson de l'Ontario. Consulté en avril 2017, dans : <https://www.ontario.ca/fr/page/consommation-du-poisson-de-lontario-2017-2018#section-1>.
- Ministère du Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques du Québec. (2002). Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce. Dans l'Internet : www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/guide/.
- Ministère du Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques du Québec. (2013). Critères de qualité de l'eau de surface : sélénium. Consulté le 18 août 2014 : www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0413.
- Mosher B. et Duce R. (1987). « A global atmospheric selenium budget ». Journal of Geophysical Research, vol. 92, no 11, p. 13289-13298.
- Northern Ireland Environment Agency. (octobre 2011). European and National Drinking Water Standards. Consulté en juillet 2017, dans le site du ministère de l'environnement : http://www.britewatertreatment.com/wp-content/uploads/2014/11/european_and_national_drinking_water_quality_standards_-_october_2011.pdf.
- Nriagu J. (1989). « Global cycling of selenium ». dans Ilnat M. dir., Occurrence and distribution of selenium p. 327-339. Boca Raton (Floride), CRC Press.

- Organisation mondiale de la santé. (2011). 12 Fiches de données chimiques. (En voie de traduction.) Consulté le 20 janvier 2014, Directive de qualité pour l'eau de boisson, dans l'Internet (en anglais) : http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/publications/2011/9789241548151_ch12.pdf?ua=1.
- Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne. (2009). Règlement (CE) n° 1223/2009 relatif aux produits cosmétiques. Consulté le 4 février 2014, dans le site EUR-Lex - Accès au droit de l'Union européenne : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R1223:20130711:fr:PDF>.
- Presser T.S., Sylvester M.A. et Low W.H. (1994). « Bioaccumulation of selenium from natural geologic sources in western states and its potential consequences ». Environmental Management. vol. 18, no 3, p. 423-436.
- Reimann C. et de Caritat P. (1998). Chemical elements in the environment - Factsheets for the geochemist and environmental scientist. Springer. Berlin Heidelberg (Allemagne). 398 p.
- Ressources naturelles Canada. (2014). Statistiques annuelles - Production minérale du Canada, par province et territoire. Consulté le 2 juillet 2014, dans le site de Ressources naturelles Canada : <http://sead.nrcan.gc.ca/prod-prod/ann-ann-fra.aspx>.
- Santé Canada. (2007). Monographie : Sélénium. Dans la Base de données d'ingrédients de produits de santé naturels : http://webprod.hc-sc.gc.ca/nhp/ndb-dipsn/monosReq.do?lang=fr#S_SINGLE.
- Santé Canada. (2011). Règlement sur les jouets (DORS/2011-17). Consulté en 2016, dans le site Web de la Législation : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fr/reglements/DORS-2011-17/index.html>.
- Santé Canada. (2013). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Document technique - Le sélénium. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario). (Numéro au catalogue : H144-13/4-2013F-PDF).
- Santé Canada. (2014). Liste critique des ingrédients des cosmétiques. Consulté dans le site Internet de Santé Canada, Sécurité des produits de consommation, Cosmétiques : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/cosmetiques/liste-critique-ingredients-cosmetiques-ingredients-interdits-usage-restreint.html>.
- Santé Canada. (2015). Comment les médicaments sont examinés au Canada. Site Internet de Santé Canada, Médicaments et produits de santé : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/medicaments-produits-sante/medicaments/feuillets-information/comment-medicaments-sont-examines-canada.html>.

- Santé Canada. (2016a). Base de données d'ingrédients de produits de santé naturels. Site Internet de Canada, Médicaments et produits de santé : <http://webprod.hc-sc.gc.ca/nhpid-bdipsn/ingredReq.do?id=2813&lang=fra>.
- Santé Canada. (2016b). Base de données des produits de santé naturels homologués. Site de Santé Canada, Médicaments et produits de santé, Produits de santé naturels : <https://health-products.canada.ca/lnhpd-bdpsnh/switchlocale.do?lang=fr&url=t.search.recherche>.
- Santé Canada. (2016c). Règlement sur les lits d'enfant, berceaux et moïses (DORS/2016-152). Dans le site Web de la Législation (Justice) : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2016-152/index.html>.
- Santé Canada. (2016d). Règlement sur les barrières extensibles et les enceintes extensibles (DORS/2016-179). Consulté en 2016, dans le site Web de la Législation (Justice) : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2016-179/index.html>.
- Santé Canada. (2017). Base de données sur les produits pharmaceutiques. Consulté en 2017, dans le site de Santé Canada, Médicaments et produits de santé, Médicaments : <https://health-products.canada.ca/dpd-bdpp/switchlocale.do?lang=fr&url=t.search.recherche>.
- Saskatchewan Ministry of Environment. (2014). Selenium in Fish. Data from SENES 2003 Report Beaverlodge Mine Site Environmental Effects Reassessment, non publié.
- Secrétariat du Conseil du trésor du Canada. (2007). Évaluation, choix et mise en œuvre d'instruments d'action gouvernementale. Consulté le 11 juillet 2014, dans le site du Secrétariat du Conseil du trésor du Canada : <https://www.canada.ca/fr/secretariat-conseil-tresor/services/gestion-reglementation-federale/lignes-directrices-outils/evaluation-choix-mise-oeuvre-instruments-action-gouvernementale.html>.
- Secrétariat du Conseil du trésor du Canada. (2012). Directive du Cabinet sur la gestion de la réglementation. Consulté le 11 juillet 2014, dans le site du Secrétariat du Conseil du trésor du Canada <https://www.canada.ca/fr/secretariat-conseil-tresor/services/gestion-reglementation-federale/lignes-directrices-outils/directive-cabinet-gestion-reglementation.html>.
- Stadtman T. (1996). « Selenocysteine ». Annu. Rev. Biochem vol. 65, p. 83-100.
- Teck Resources Limited. (2013a). Water Quality Plan. Consulté le 18 août 2014, dans le site de Elk Valley Water Quality : www.teckelkvalley.com/sites/vpl/pages/Water%20Quality%20Plan.
- Teck Resources Limited. (2013b). Our Challenge. Consulté le 18 août 2014, dans le site Elk Valley Water Quality : <http://www.teckelkvalley.com/sites/vpl/pages/Our%20Challenge>.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2013). Title 21 - Foods and Drugs, Part 573 - Food additives permitted in feed and drinking water of animal. Consulté en juillet 2017, dans le site des Code des Règlements fédéraux

(21CFR573.920) :

<https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=573.920>.

- U.S. Department of Health and Human Services. (avril 2016). Title 21 - Foods and Drugs, Part 107 - Infant Formula. Consulté en juillet 2017, dans le site Code of Federal Regulations (21CFR107.100) :
<https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfCFR/CFRSearch.cfm?fr=107.100&SearchTerm=infant%20formula>.
- U.S. Geological Survey. (2014). Mineral Commodity Summaries 2014. Consulté le 29 juin 2014, dans le site Minerals Information :
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>.
- United States Environmental Protection Agency. (2000). Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. Volume 1. Fish Sampling and Analysis. Third Edition. EPA 823-B-00-008. Novembre 2000. Washington (DC) : U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water.
- United States Environmental Protection Agency. (2012). Basic Information about Selenium in Drinking Water. Consulté le 20 janvier 2014, dans le site US EPA, Drinking Water Contaminants, Standards and Regulations :
<http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/selenium.cfm>.
- United States Environmental Protection Agency. (2016). Aquatic Life Criterion - Selenium Documents. Consulté le 8 avril 2016, dans le site United States Environmental Protection Agency : <https://www.epa.gov/wqc/aquatic-life-criterion-selenium-documents>.
- Wang D., Alfthan G., Aro A., Lahermo P. et Vaananen P. (1994). « The impact of selenium fertilisation on the distribution of selenium in rivers in Finland ». Agriculture, Ecosystems and Environment vol. 50, no 2, p. 133-149.

ANNEXE A. Substances contenant du sélénium et figurant sur la Liste des substances intérieures

No CAS	Nom de la substance	Catégorie de substance
7446-08-4	Dioxyde de sélénium (SeO ₂)	Inorganique
7446-34-6	Monosulfure de sélénium	Inorganique
7783-00-8	Acide sélénieux	Inorganique
7791-23-3	Dichlorure de séléinyinyle	Inorganique
10102-18-8	Sélénite de sodium	Inorganique
56093-45-9	Sulfure de sélénium	Inorganique
5819-01-2	Séléniure de didodécyle	Organométalliques
7488-56-4	Disulfure de sélénium (SeS ₂)	Inorganique
13410-01-0	Sélénate de sodium	Inorganique
21559-14-8	Bis(diéthylthiocarbamato-S)bis(diéthylthiocarbamato-S,S')sélénium	Organométalliques
12002-86-7	Séléniure d'argent (AgSe)	Inorganique
12069-00-0	Séléniure de plomb (PbSe)	Inorganique
12214-12-9	Séléniuresulfure de dicadmium (Cd ₂ SeS)	Inorganique
12626-36-7	Sulfoséléniure de cadmium (Cd(Se,S))	Inorganique
12656-57-4	Orange de sulfoséléniure de cadmium	UVCB-inorganiques
58339-34-7	Rouge de sulfoséléniure de cadmium	UVCB-inorganiques
67711-98-2	Scories, four à doré	UVCB-inorganiques
129618-35-5	Électrolytes, fabrication de cuivre	UVCB-inorganiques
152923-45-0	Boues et schlamms, concentré de mercure, condensat du gaz relâché lors du rôtissage	UVCB-inorganiques
69029-73-8	Résidus de lixiviation, tellure	UVCB-inorganiques
121053-28-9	Électrolytes, raffinage du cobalt	UVCB-inorganiques
10214-40-1	Sélénite de cuivre(2++)	Inorganique
12137-76-7	Séléniure de palladium (PdSe)	Inorganique
20405-64-5	Séléniure de dicuivre (Cu ₂ Se)	Inorganique
1306-24-7	Séléniure de cadmium (CdSe)	Inorganique
3425-46-5	Sélénocyanate de potassium	Inorganique
7782-49-2	Sélénium	Inorganique
7783-07-5	Séléniure de dihydrogène (H ₂ Se)	Inorganique
144507-49-3	Boues et schlamms, fabrication de l'acide sulfurique, tour de refroidissement au dioxyde de soufre, contenant du sélénium	UVCB-inorganiques