



Conseils pour l'évaluation
des effets sur la santé
humaine dans le cadre
d'une évaluation d'impact :

L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE



Santé
Canada

Health
Canada

Canada

Santé Canada est le ministère fédéral responsable d'aider les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé. Santé Canada s'est engagé à améliorer la vie de tous les Canadiens et à faire du Canada l'un des pays où les gens sont le plus en santé au monde, comme en témoignent la longévité, les habitudes de vie et l'utilisation efficace du système public de soins de santé.

Also available in English under the title:

Guidance for Evaluating Human Health Effects in Impact Assessment:
HUMAN HEALTH RISK ASSESSMENT

Pour obtenir plus d'information, veuillez communiquer avec :

Santé Canada
Indice de l'adresse 0900C2
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
Tél. : 613-957-2991
Sans frais : 1-866-225-0709
Télééc. : 613-941-5366
ATS : 1-800-465-7735
Courriel : publications-publications@hc-sc.gc.ca

© Sa Majesté le Roi du Chef du Canada, représentée par le ministre de la Santé, 2023

Date de publication : décembre 2023

La présente publication peut être reproduite sans autorisation pour usage personnel ou interne seulement, dans la mesure où la source est indiquée en entier.

Cat. : H129-54/6-2023F-PDF
ISBN : 978-0-660-68835-0
Pub. : 230596

TABLE DES MATIÈRES

1	ACRONYMES ET UNITÉS.....	1
2	OBJET DU DOCUMENT	3
3	INTRODUCTION ET CONTEXTE.....	4
4	RÔLES ET RESPONSABILITÉS	9
4.1	SANTÉ CANADA.....	9
4.2	GOUVERNEMENTS PROVINCIAUX ET TERRITORIAUX	10
5	OBJET D'UNE ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE DANS PLUSIEURS MILIEUX.....	11
6	ÉTABLISSEMENT DE LA NÉCESSITÉ D'UNE ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE.....	12
7	MÉTHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE MENÉE DANS LE CADRE D'UNE ÉVALUATION DE PROJET	14
7.1	ÉNONCÉ DU PROBLÈME.....	14
7.1.1	Identification des limites de l'étude	15
7.1.2	Identification des contaminants potentiellement préoccupants.....	16
7.1.3	Identification des récepteurs humains	18
7.1.4	Identification des voies d'exposition.....	19
7.1.5	Modèle conceptuel de site	21
7.2	ÉVALUATION DE L'EXPOSITION	21
7.2.1	Exposition de courte durée.....	23
7.2.2	Scénarios d'évaluation	23
7.2.3	Caractérisation de l'exposition	25
7.2.4	Caractérisation des récepteurs potentiels	28
7.3	ÉVALUATION DE LA TOXICITÉ.....	29
7.3.1	Substances chimiques à seuil	30
7.3.2	Substances chimiques sans seuil.....	30
7.4	CARACTÉRISATION DES RISQUES	30
7.4.1	Substances chimiques à seuil	31
7.4.2	Substances chimiques sans seuil	32
7.4.3	Mélanges de substances chimiques	32
7.4.4	Scénario de base dépassant les niveaux de risques acceptables	33
7.5	ANALYSE D'INCERTITUDE ET DE SENSIBILITÉ.....	34
7.5.1	Incertitude	34
7.5.2	Analyse de sensibilité	35



7.6	DÉTERMINATION DE L'ÉTENDUE DES EFFETS ET DES RISQUES	36
7.7	RECOMMANDATIONS	38
8	SURVEILLANCE	40
8.1	QUAND ET POURQUOI METTRE EN ŒUVRE DES MESURES DE SURVEILLANCE	40
8.1.1	Plans de surveillance	41
9	RÉFÉRENCES	42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 7.1 :	Exemples de voies d'exposition potentielles	20
Tableau 7.2 :	Détermination des risques pour la santé humaine	37
Tableau C.1 :	Exemples de contaminants potentiellement préoccupants typiques par type d'activité et secteur industriel	51
Tableau F.1 :	Caractéristiques des récepteurs humains recommandées	67

LISTE DES FIGURES

Figure 6.1 :	Considérations liées à une ERSR quantitative	12
Figure G.1 :	Analyse requise pour sélectionner les VTR servant à évaluer les effets autres que le cancer attribuables aux expositions intermittentes.	75

ANNEXES

ANNEXE A	GLOSSAIRE	44
ANNEXE B	LISTE DE VÉRIFICATION D'UNE ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE	46
ANNEXE C	RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES À PROPOS DU DÉPISTAGE DES SUBSTANCES CHIMIQUES POTENTIELLEMENT PRÉOCCUPANTES.....	50
ANNEXE D	EXEMPLE DE MODÈLE CONCEPTUEL DE SITE.....	55
ANNEXE E	ÉQUATIONS LIÉES À L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION ET À LA CARACTÉRISATION DES RISQUES	56
ANNEXE F	CARACTÉRISTIQUES DES RÉCEPTEURS HUMAINS	66
ANNEXE G	ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ATTRIBUABLES AUX EXPOSITIONS CHRONIQUES ET NON CHRONIQUES AUX SUBSTANCES CHIMIQUES.....	68

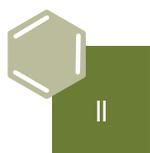
Le présent document peut être cité de la façon suivante :

Santé Canada. 2023. *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE*. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario).

Vous pouvez faire parvenir vos questions ou vos commentaires à l'adresse suivante :

Division de l'évaluation d'impact, Ottawa (Ontario) K1A 0K9

Courriel : ia-ei@hc-sc.gc.ca



1

ACRONYMES ET UNITÉS

ACRONYME OU UNITÉ	SENS
µg	microgramme
ACS Plus	analyse comparative entre les sexes plus
AEIC	Agence d'évaluation d'impact du Canada (aussi appelée « l'Agence »)
Agence	Agence d'évaluation d'impact du Canada (aussi appelée AEIC)
CC	coefficient de cancérogénicité
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
COV	composé organique volatil
CPP	contaminant potentiellement préoccupant
CRf	concentration de référence
DJT	dose journalière tolérable
DRf	<i>dose de référence</i>
EI	évaluation d'impact
EIS	évaluation d'impact sur la santé
ERSH	évaluation des risques pour la santé humaine
FBA	facteur de bioaccumulation
FBC	facteur de bioconcentration
HAP	hydrocarbure aromatique polycyclique
HP	hydrocarbure pétrolier
IR	indice de risque
K _{OE}	<i>coefficient de partage octanol-eau</i>
LDI	lignes directrices individualisées

LEI	Loi sur l'évaluation d'impact
LSCM	limite supérieure de l'intervalle de confiance de la moyenne
MCS	modèle conceptuel de site
mg/kg pc/jour	milligramme par kilogramme de poids corporel par jour
mg/m³	milligramme par mètre cube
MPT	matière particulaire totale
PCDD	dibenzodioxine polychlorée
PCDF	dibenzofurane polychloré
PM_{2,5}	particules de diamètre inférieur à 2,5 µm, ou particules fines
PM₁₀	particules de diamètre inférieur à 10 µm, ou particules grossières
RAC	risque additionnel de cancer
RU	risque unitaire
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VTR	valeur toxicologique de référence
ZEL	zone d'étude locale
ZER	zone d'étude régionale



2

OBJET DU DOCUMENT

Le présent document fournit des conseils généraux sur la nécessité d'effectuer une évaluation des risques pour la santé humaine (ERSH) dans les évaluations d'impact (EI) fédérales des grands projets d'exploitation des ressources et d'infrastructure proposés au Canada. Il traite des principes, des pratiques actuelles de même que des renseignements de base dont Santé Canada tient compte au moment d'évaluer l'ERSH ou tout autre document présenté par les promoteurs de projet dans le cadre du processus d'EI.

Ce document a été préparé dans le but de favoriser un processus d'examen de projets efficace et transparent. Aux renseignements de base fournis ici doivent s'ajouter les renseignements supplémentaires concernant les projets proposés. Ce document qui s'adresse à l'Agence d'évaluation d'impact du Canada (l'Agence) et aux intervenants participant au processus d'EI présente les secteurs d'engagement standards de Santé Canada ainsi que ses priorités afin qu'il y ait suffisamment de données probantes pour appuyer la prise de décisions judicieuses. Dans le cadre de son évaluation, Santé Canada pourrait suggérer que l'Agence, des commissions ou d'autres personnes recueillent des renseignements dont il n'est pas explicitement question dans le présent document afin d'évaluer les effets sur la santé de projets proposés. Étant donné que les conseils fournis dans ce document sont généraux et visent à appuyer le processus d'EI, la portée de l'examen de Santé Canada pourrait aussi être modifiée de façon à prendre en compte les conditions spécifiques de chaque projet.

Santé Canada considère que le présent document décrit les meilleures pratiques et approches de l'ERSH. Chaque projet et son évaluation étant uniques, ces pratiques et approches ne peuvent toutefois pas s'appliquer à toutes les situations. Les ERSH menées dans le cadre d'évaluations de projets proposés diffèrent d'autres ERSH en raison de leur nature prédictive et de la nécessité de caractériser les effets futurs qui pourraient découler de ces projets.

Santé Canada met périodiquement à jour ses documents d'orientation et, cherchant continuellement à s'améliorer, accueille favorablement les commentaires et les corrections à l'adresse suivant : ia-ei@hc-sc.gc.ca.

Les documents d'orientation suivants sont disponibles dans la même collection :

- *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LA QUALITÉ DE L'AIR;*
- *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LES ALIMENTS TRADITIONNELS;*
- *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE ET DE L'EAU UTILISÉE À DES FINS RÉCRÉATIVES;*
- *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LE BRUIT;*
- *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LES EFFETS RADIOLOGIQUES.*

Veuillez vous assurer d'avoir en main la version la plus récente disponible en consultant les Publications du gouvernement du Canada : <https://www.publications.gc.ca/site/fr/accueil.html>.

3

INTRODUCTION ET CONTEXTE

Les principaux objectifs du programme d'EI de Santé Canada sont d'informer et d'améliorer la compréhension des risques pour la santé humaine associés aux projets proposés, afin d'aider à prévenir, réduire et atténuer les effets négatifs et favoriser les effets positifs. Santé Canada met à disposition son expertise et ses connaissances pour aider l'Agence, les commissions d'examen et d'autres intervenants à évaluer les effets potentiels d'un projet sur la santé.

À titre d'autorité fédérale, Santé Canada fournit l'expertise ou les connaissances dont elle dispose pour soutenir l'évaluation des effets sur la santé humaine de projets pris en considération de manière individuelle et cumulative en vertu de la *Loi sur l'évaluation d'impact* (LEI). Ce complément d'expertise peut changer ou évoluer au fil du temps. Le ministère offre une expertise scientifique et il n'exerce aucun rôle réglementaire. Ce sont finalement les organismes d'examen qui décideront de la façon dont sera utilisée cette expertise dans le cadre du processus d'EI.

En comparaison avec la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale 2012*, la LEI élargit l'évaluation de la santé pour favoriser une meilleure compréhension du milieu naturel et soutient l'évaluation des effets socioéconomiques des projets. Elle exige, entre autre, la prise en compte des effets positifs et négatifs sur les conditions sanitaires et socioéconomiques de la population, y compris les peuples autochtones. En outre, la LEI prévoit l'obligation de consulter au cours de la phase de planification d'un projet les groupes autochtones susceptibles d'être concernés et d'intégrer les connaissances traditionnelles autochtones, le cas échéant, aux autres données probantes. La LEI exige également la prise en compte de l'interaction du sexe et du genre avec d'autres facteurs identitaires.

Analyse comparative entre les sexes plus

L'analyse comparative entre les sexes plus (ACS Plus) permet d'identifier et d'analyser les divers impacts de projets désignés sur différents groupes de population. Le « plus » dans ACS Plus indique que l'ACS ne se limite pas aux différences biologiques (sexe¹) et socioculturelles (genre²). Il fait ressortir l'origine de ces différences et la manière avec laquelle ces différences interagissent avec d'autres déterminants pour définir la santé et le bien-être. Il guide la façon avec laquelle le sexe et le genre sont pris en compte lors de l'élaboration, la planification et la mise en œuvre de l'EI de projets désignés. L'analyse comparative entre les sexes plus prend également en considération d'autres facteurs d'identité individuelle et sociale comme la race, la religion, la position sociale, le revenu, l'âge, la capacité et l'éducation; c'est ce que l'on appelle l'intersectionnalité³. La mise en œuvre de l'ACS Plus comporte la collecte de données appropriées, la compréhension du contexte et la nécessité de poser des questions analytiques pour déterminer si le projet devrait avoir des effets disproportionnés divers groupes de population. Une ACS Plus permet aux experts de mieux connaître les éventuels effets différentiels d'un projet sur des groupes distincts de personnes, dont les populations affectées ou touchées de manière disproportionnée et celles définies selon leur sexe et leur genre. Le fait

1 Le terme *sexe* renvoie à des caractéristiques physiques et physiologiques, y compris les chromosomes, l'expression génique, les niveaux d'hormones et la fonction hormonale, et l'anatomie du système reproducteur. <https://cihr-irsc.gc.ca/f/48642.html>

2 Le terme *genre* renvoie aux rôles, aux comportements, aux expressions et aux identités que la société construit pour les hommes, les femmes, les filles, les garçons et les personnes de divers sexes et de genre. <https://cihr-irsc.gc.ca/f/48642.html>

3 Approche du gouvernement du Canada – Analyse comparative entre les sexes plus. <https://cfc-swc.gc.ca/gba-acsc/approach-approche-fr.html>



de tenir compte comment un programme, une politique, un plan ou un produit peut avoir un impact différent sur les groupes permet à tous ceux impliqués de contribuer à éviter les pièges potentiels avant qu'ils ne deviennent un problème ou d'identifier des opportunités qui autrement n'auraient pas été envisagées.

Les principaux éléments de l'ACS Plus à prendre en compte lors de l'EI de projets désignés sont les suivants :

- Le projet identifie-t-il les diverses collectivités de femmes, d'hommes et d'enfants qui seront directement ou indirectement touchées par les activités du projet proposé?
- Les données concernant les impacts potentiels sont-elles ventilées par sexe, âge, langue et autres identités sociales des collectivités locales?
- Les points de vue des femmes, des hommes, des peuples autochtones et autres groupes touchés de manière disproportionnée concernés ont-ils été pris en compte lors de la conception du projet proposé?
- Quelles sont les incidences des effets sanitaires et socioéconomiques du projet proposé sur le bien-être des femmes, des hommes, des peuples autochtones et des populations touchés de manière disproportionnée?
- Quels types de mesures doivent être adoptés pour assurer une représentation équitable lors des processus de consultation et des étapes suivantes de l'EI?
- Quelles mesures doivent être adoptées pour améliorer les effets positifs ou atténuer tout effet négatif du projet désigné sur les femmes, les hommes, les enfants et autres groupes touchés de manière disproportionnée?

Établir l'ensemble des préoccupations et des intérêts des différents groupes ainsi que leurs impacts sur ces derniers en fonction de caractéristiques sociales comme le genre, l'âge, l'ethnicité, la profession et la durée de résidence peut contribuer à l'élaboration de stratégies d'atténuation et d'amélioration plus complètes.

L'évaluation d'impact sur la santé (EIS) est une démarche systématique, objective, à la fois souple et pratique d'évaluer les effets potentiels positifs et négatifs d'un projet sur la santé et le bien-être. Dans le cadre de projets désignés en vertu de la LEI, la raison d'être d'une EIS est de caractériser les effets prévus sur la santé, qu'ils soient positifs ou négatifs, et leur distribution au sein de la population. L'Agence détermine la portée des facteurs pris en compte, y compris leur pertinence pour l'EI, telle que décrite dans les lignes directrices individualisées (LDI) relatives à l'étude d'impact. Les étapes d'une EIS comprennent le dépistage, le cadrage, l'évaluation, la formulation de recommandations, la présentation d'un rapport, la surveillance et l'évaluation de l'efficacité du processus d'EIS, et son incidence sur la prise de décision.

Santé Canada, en collaboration avec ses principaux partenaires et détenteurs de droits – notamment des organisations autochtones, des partenaires fédéraux, les provinces et les territoires, et d'autres intervenants clés – a travaillé à l'élaboration de recommandations et d'outils relatifs à l'EIS permettant d'évaluer de façon plus complète les effets potentiels des projets proposés sur la santé. Le document fournit des conseils pour définir et aborder les conditions socioéconomiques générales qui sous-tendent la santé des collectivités et des peuples autochtones potentiellement concernés. Santé Canada a élaboré un document d'orientation provisoire concernant les EIS pour combler le vide entre la LEI entrée en vigueur le 28 août 2019 et la publication prochaine du document d'orientation et matériels complémentaires relatifs aux EIS par le ministère. Le document d'orientation provisoire est disponible sur demande à ia-ei@hc-sc.gc.ca.

Santé Canada met à profit son expertise en matière de risques pour la santé humaine associés à la qualité de l'air, à la qualité de l'eau potable et de l'eau utilisée à des fins récréatives, aux rayonnements ionisants, aux champs électromagnétiques, au bruit et aux aliments traditionnels au moment d'évaluer les renseignements fournis par les promoteurs à l'appui des projets proposés et de fournir des commentaires sur ces derniers. Santé Canada fournit également des informations générales au sujet des évaluations en matière de santé en lien avec les projets assujettis au processus d'examen fédéral de l'EI.

L'ANNEXE A est un glossaire des termes utilisés dans le présent rapport.

L'ANNEXE B présente une liste de vérification qui permet de vérifier si les principaux éléments d'une ERSH ont été réalisés et de déterminer à quel endroit cette information apparaît dans les documents de l'évaluation.

L'ANNEXE C fournit des renseignements supplémentaires sur le dépistage des contaminants potentiellement préoccupants (CPP).

L'ANNEXE D illustre un modèle conceptuel de site.

L'ANNEXE E dresse la liste des équations permettant d'évaluer l'exposition et de caractériser les risques.

L'ANNEXE F présente les caractéristiques des récepteurs humains.

L'ANNEXE G souligne les principes de l'approche actuellement employée par Santé Canada pour évaluer les risques de cancer et autres que le cancer attribuables à une exposition à des substances chimiques, les effets sur la santé de l'évaluation devant découler d'expositions chroniques (à vie) ou non chroniques (de courte durée).

Bien que la nécessité d'effectuer une ERSH dans le cadre d'une évaluation dépend des effets potentiels sur la santé d'un projet proposé, les résultats d'une ERSH détaillée peuvent permettre de mieux étayer scientifiquement les conclusions de cette évaluation. Les conclusions d'une ERSH (plus particulièrement celle de nature quantitative) peuvent servir à déterminer l'ampleur des effets potentiels sur la santé ainsi qu'à élaborer des mesures d'atténuation et des plans de surveillance appropriés, et des mesures d'assainissement ou des approches de gestion des risques. La section 6.0 établit le niveau de détail requis (p. ex., une ERSH qualitative ou quantitative) pour évaluer adéquatement les risques pour la santé de tout projet.

Une ERSH est généralement entreprise lorsque des personnes sont susceptibles d'être exposées par au moins une voie (p. ex., inhalation, consommation d'eau potable ou d'aliments traditionnels, ou radioexposition) à de fortes concentrations de substances chimiques ou à d'autres perturbations du milieu liées à un projet proposé. Son niveau de détail varie, allant de simple et qualitatif à complexe et quantitatif.

La complexité d'une ERSH repose généralement sur les facteurs suivants :

- le volume et le niveau de précision des données disponible sur les CPP;
- les concentrations prédites de CPP dans l'environnement;
- les personnes susceptibles d'être touchées par les niveaux accrus de CPP liés au projet proposé;
- les particularités du projet (comme sa taille, son emplacement et sa durée d'exploitation).



Il existe peu de conseils scientifiques sur la manière d'effectuer une ERSH dans plusieurs milieux dans le cadre d'une évaluation, les concentrations de substances chimiques dans ces milieux (p. ex., l'air, l'eau et les aliments traditionnels) étant estimées plutôt que mesurées, puisqu'il n'y a pas encore eu de contamination. Dans ce cas, l'ERSH vise à estimer les risques potentiels pour la santé humaine découlant de toutes les phases du projet (la construction, l'exploitation, la désaffectation et la postfermeture, selon le cas) et à répondre aux préoccupations des gouvernements et du public au sujet des effets prévus. Le présent document d'orientation fournit des renseignements généraux sur l'évaluation de l'exposition aux CPP par plusieurs voies. Il renvoie également à d'autres documents d'orientation de Santé Canada sur l'évaluation des risques pour en savoir davantage sur les différents aspects de l'ERSH.

Le présent document ne vise pas à fournir de renseignements sur l'EIS qui se définit comme une combinaison de procédures, méthodes et outils qui permettent de juger les effets possibles d'une politique, d'un programme ou projet sur la santé de la population et la distribution de ces effets au sein de la population (Organisation mondiale de la Santé, 1999). Bien que ses objectifs principaux soient similaires à ceux de l'ERSH (p. ex., la protection de la santé humaine), ce type d'évaluation examine souvent les répercussions sociales et économiques d'ordre général que pourrait avoir un projet proposé sur la population ainsi que les conditions de base, les conditions socioéconomiques futures et la santé physique et mentale d'une collectivité (p. ex., une augmentation des maladies transmissibles découlant d'un projet proposé en raison d'un contact accru entre les personnes). L'ERSH est souvent intégrée dans l'EIS, mais elle ne se concentre que sur les effets sur la santé résultant d'une exposition dans l'environnement.

Le présent document se penche sur les ERSH associées à des substances chimiques présentes dans l'environnement. Les *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LES EFFETS RADIOLOGIQUES* (Santé Canada, 2023a) fournissent des renseignements généraux sur l'évaluation des radionucléides (p. ex., le danger des rayonnements). Comme l'exposition professionnelle aux substances chimiques est généralement de compétence provinciale ou territoriale, Santé Canada ne passe pas en revue ces renseignements dans le cadre des évaluations de projets. Selon la nature du projet proposé, l'autorité effectuant l'évaluation peut également vouloir évaluer les impacts du bruit (particulièrement la perturbation du sommeil et la gêne) ou l'exposition aux substances chimiques de travailleurs en congé résidant dans la zone du projet proposé ou ses environs. Les *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LE BRUIT* (Santé Canada, 2023b) fournit des renseignements généraux sur l'évaluation des effets du bruit associés à un projet proposé.

Il existe divers outils et méthodes pour mener à bien les ERSH, et les directives fournies par les organismes de réglementation internationaux, nationaux et provinciaux ou territoriaux varient. Plusieurs provinces et territoires ont également élaboré des protocoles et des lignes directrices sur les ERSH qui devraient être consultés selon l'emplacement du projet proposé. Les ERSH font intervenir le jugement professionnel et devraient être effectuées par des spécialistes qui possèdent les compétences requises. Comme les projets comportent souvent des situations particulières qui ne sont pas prévues dans les documents d'orientation d'ordre général, les approches hors norme ou particulières utilisées devraient être suffisamment documentées et décrites pour en permettre l'examen technique. L'impact de telles approches sur les estimations des risques devrait également être évalué par rapport à l'application de méthodes normalisées.

La plupart des nombreux documents d'orientation technique publiés par Santé Canada sur les ERSH des sites contaminés s'appliquent également aux ERSH effectuées dans le cadre d'un processus d'évaluation. Toutefois, la principale différence entre les évaluations de sites contaminés et celles de projets futurs est l'absence de concentrations mesurées de substances chimiques qui pourraient augmenter dans l'environnement à cause du projet proposé. On compte donc davantage sur la modélisation prédictive (et les incertitudes inhérentes aux valeurs modélisées) que sur les données mesurées. En ce qui a trait à la méthodologie liée aux ERSH des sites contaminés, les documents d'orientation de Santé Canada portant sur des aspects particuliers de l'ERSH sont disponibles sur demande à <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/lieux-contamines/documents-orientation.html>.



4

RÔLES ET RESPONSABILITÉS

Au Canada, la protection de la santé humaine est régie par différents ordres de gouvernement. Santé Canada est le ministère fédéral qui aide les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé. Selon le projet proposé, les autorités de la santé provinciales ou territoriales peuvent également contribuer à protéger la santé humaine. Les renseignements généraux qui figurent dans le présent document peuvent servir aux évaluations qui prennent en compte les effets potentiels sur la santé humaine, mais ils sont spécialement conçus pour Santé Canada.

4.1 SANTÉ CANADA

Le rôle principal de Santé Canada dans toute évaluation est d'examiner la documentation présentée par le promoteur sur les effets prévus d'un projet proposé qui pourraient affecter la santé humaine par au moins une voie d'exposition. Il peut s'agir de renseignements concernant l'évaluation de base (avant-projet) ou les risques d'effets cumulatifs dans une région touchée. Santé Canada peut prendre en compte les aspects suivants au cours de cet examen :

- la pertinence des méthodologies utilisées;
- les effets prévus sur la santé humaine et toute comparaison avec des directives et des normes de santé;
- la détermination des effets potentiels sur la santé humaine découlant de modifications prévues de l'environnement;
- les conclusions tirées au sujet des effets potentiels sur la santé humaine, y compris les incertitudes identifiées dans l'évaluation, et les justifications les appuyant;
- les données probantes présentées pour justifier les conclusions ainsi que la validité scientifique des justifications relatives aux effets potentiels sur la santé humaine;
- l'adéquation et la durée des programmes de surveillance ou de suivi, des stratégies d'atténuation des risques et des approches de gestion des risques.

Santé Canada fait part de ses commentaires sur la documentation du projet aux autorités responsables de l'évaluation et peut recommander d'inclure certaines données dans l'évaluation du promoteur portant sur les effets potentiels sur la santé. Ces commentaires peuvent comprendre l'identification de lacunes et d'insuffisances en matière de données ainsi que des demandes de clarifications, de renseignements supplémentaires ou de justifications. Santé Canada exprime une opinion indiquant si l'ERSH a été effectuée selon les pratiques courantes, est défendable du point de vue scientifique et représente le scénario le plus défavorable envisageable en ce qui concerne les risques futurs pour la santé humaine. Santé Canada ne valide pas les modèles d'absorption, de devenir et de transport ni ne vérifie les résultats de modélisation servant à prédire les concentrations de contaminants dans les milieux environnementaux.

Santé Canada ne prend pas de décisions et n'approuve ni ne délivre de licences, de permis ou d'autorisations relatifs à l'évaluation d'un projet proposé. L'autorité responsable de l'évaluation déterminera si les commentaires de Santé Canada serviront à la préparation du rapport d'évaluation.

4.2 GOUVERNEMENTS PROVINCIAUX ET TERRITORIAUX

Bien que les renseignements figurant dans le présent document puissent être appliqués dans le cadre d'une évaluation autorisée en vertu de la législation provinciale ou territoriale, un promoteur devrait également consulter la législation, les recommandations et les règlements provinciaux, territoriaux et municipaux.



5

OBJET D'UNE ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE DANS PLUSIEURS MILIEUX

Les effets sur la santé humaine de l'exposition à des contaminants sont souvent évalués en fonction de changements apportés à des composantes de l'environnement et de leurs effets négatifs potentiels. Pour qu'un effet se produise, il doit y avoir une source (composante ou activité du projet) qui entraîne une modification mesurable de l'environnement et un effet correspondant sur la santé humaine (par une voie d'exposition fonctionnelle). Selon le type de projet et d'activité, le milieu environnemental – le sol, les sédiments, l'eau potable (l'eau de surface ou souterraine), l'eau utilisée à des fins récréatives, l'air ou les aliments traditionnels (p. ex., les poissons, les fruits de mer, les végétaux et le gibier) – peut être touché. Toute modification de l'environnement peut avoir une incidence sur la santé humaine s'il y a des personnes (dénommées alors récepteurs humains) qui entreprennent des activités dans la zone du projet proposé ou dans ses environs. Ces liens entre les modifications des composantes de l'environnement découlant du projet et la santé humaine peuvent alors être évalués dans le cadre d'une ERSR pour établir l'importance des effets du projet.



Une ERSR correctement menée peut accroître la solidité des conclusions de l'évaluation et vérifier si les préoccupations soulevées en matière de santé humaine sont justifiables. Elle peut servir à quantifier la probabilité de risques potentiels au sein d'une population exposée, à souligner la nécessité d'adopter des mesures d'atténuation en présence de niveaux d'exposition élevés ainsi qu'à orienter l'élaboration de plans de surveillance ou de suivi, de mesures d'assainissement ou d'approches de gestion des risques pour réduire tout risque inacceptable. Lorsqu'un projet proposé peut entraîner des effets sur plusieurs milieux environnementaux (p. ex., l'air, le sol, l'eau et les aliments) par plusieurs voies d'exposition, une ERSR qui évalue l'ensemble des voies d'exposition potentielles (c.-à-d. dans plusieurs milieux) constitue alors un outil efficace d'estimation des risques potentiels pour la santé humaine découlant du projet.

6

ÉTABLISSEMENT DE LA NÉCESSITÉ D'UNE ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE

La nécessité d'effectuer une ERSH et la portée de cette ERSH peuvent varier selon l'instance qui entreprend l'évaluation. Par exemple, la portée d'une évaluation de la santé des peuples autochtones peut différer de celle des peuples non autochtones, les peuples autochtones dépendant des aliments traditionnels. Il serait donc opportun d'examiner si le projet proposé pourrait toucher des régions utilisées par les peuples autochtones (p. ex., des terres où sont récoltés des aliments traditionnels, des aires récréatives ou des zones d'habitation).

Il est nécessaire d'entreprendre une ERSH lorsque le projet proposé peut entraîner des concentrations élevées de CPP dans un ou plusieurs milieux environnementaux. Le niveau de détail requis pour évaluer les effets potentiels sur la santé humaine peut varier d'un projet à l'autre; mais une approche qualitative (un examen préalable) pourrait suffire s'il n'existe aucune voie d'exposition prévisible de la population.

En présence de voies d'exposition fonctionnelles et d'un risque d'exposition humaine aux contaminants, l'évaluation quantitative des risques permet d'estimer les risques pour la santé humaine associés aux substances chimiques libérées par les diverses étapes du projet proposé. La section 7.0 fournit des renseignements complémentaires sur le niveau d'ERSH requis.

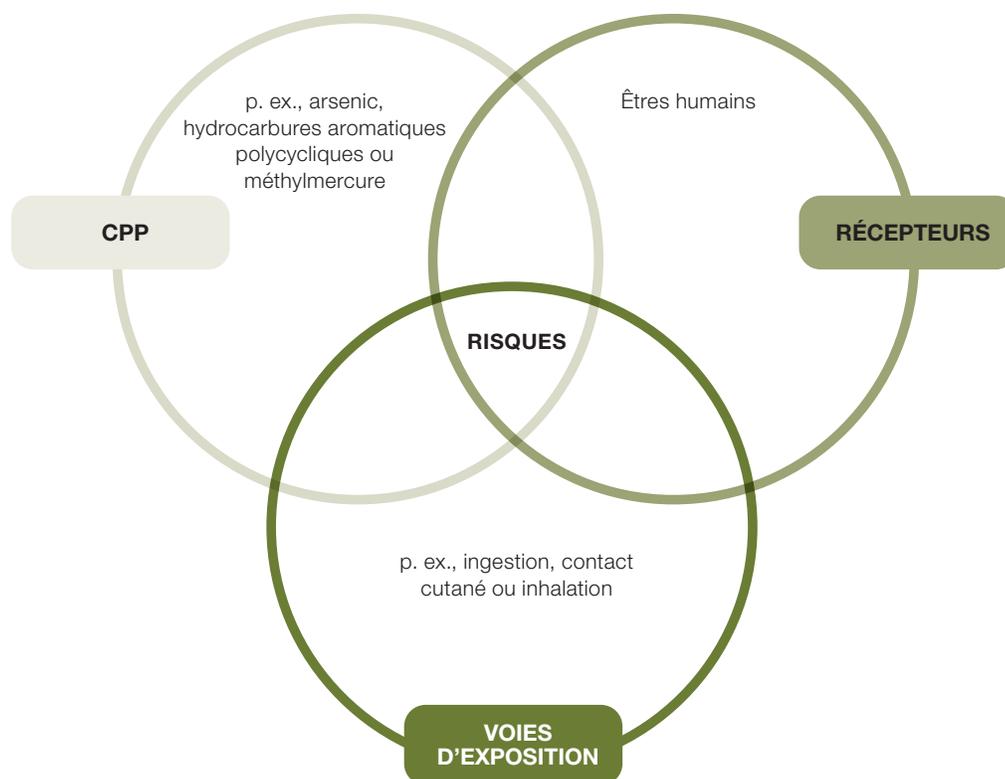


Figure 6.1 : Considérations liées à une ERSH quantitative



- les limites spatiales et temporelles de la contamination prévue;
- le type et la quantité de contaminants qui devraient être libérés (plus le contaminant est toxique ou la quantité libérée est importante, plus le risque potentiel est élevé);
- le nombre de milieux environnementaux qui devraient être touchés (p. ex., l'air, l'eau, le sol et les aliments traditionnels);
- le risque d'exposition humaine au milieu touché (p. ex., des sources d'eau potable, l'utilisation récréative de l'eau de surface ou la dépendance aux aliments traditionnels);
- l'emplacement des zones touchées et la proximité des personnes à ces zones;
- la sensibilité des personnes (p. ex., les conditions médicales sous-jacentes ou la présence d'écoles, de garderies ou d'hôpitaux);
- la durée de l'exposition aux CPP (c.-à-d. zone résidentielle vs occupation saisonnière vs occupation occasionnelle);
- les préoccupations des peuples autochtones en matière de santé, d'aliments traditionnels et d'utilisation du territoire traditionnel;
- les préoccupations du public en matière de santé.

Il ne s'agit toutefois pas d'une liste exhaustive – il faudrait toujours faire appel au jugement professionnel pour établir la nécessité et le niveau de détail d'une ERSH. Toute décision relative au type d'ERSH et à sa nécessité devrait être décrite et justifiée. Les résultats obtenus et les conclusions tirées en matière de santé humaine au cours de cette évaluation devraient être suffisamment détaillés et adaptés au projet et au type d'ERSH entreprise. Se référer à la liste de vérification d'une ERSH de l'*annexe B*.

7

MÉTHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE MENÉE DANS LE CADRE D'UNE ÉVALUATION DE PROJET

Les résultats d'une ERSH peuvent servir à orienter le volet d'évaluation de la santé humaine d'une EI ou encore à étayer les liens plausibles entre le projet proposé et la santé dans une EIS. Comme précédemment indiqué à la section 3.0, le plan d'ensemble d'une ERSH menée dans le cadre d'une évaluation de projet proposé est sensiblement le même que celui s'appliquant à un site contaminé existant, bien que le processus soit de nature beaucoup plus prédictive et que la terminologie et les exigences varient quelque peu. L'ERSH comporte généralement les étapes suivantes :

1. Énoncé du problème (section 7.1)
2. Évaluation de l'exposition (section 7.2)
3. Évaluation de la toxicité (section 7.3)
4. Caractérisation des risques (section 7.4)
5. Évaluation des incertitudes (section 7.5)
6. Conclusions – détermination de l'étendue des effets et des risques (section 7.6)
7. Recommandations (section 7.7)

Des conseils de nature technique portant sur la méthodologie rattachée à chacune de ces étapes sont fournis dans les documents d'orientation de Santé Canada sur l'évaluation quantitative préliminaire des risques (2021a) et l'évaluation quantitative détaillée des risques (2010a) ainsi que dans les *annexes B à G* du présent document. Ce dernier résume les principales étapes ci-dessus, tout en mettant l'accent sur les besoins en information spécifiques aux ERSH.

Tout le long de l'évaluation et de l'ERSH, il est important que le promoteur prenne en compte les commentaires issus des peuples autochtones et des processus de consultation publique. Les renseignements recueillis pourraient influencer sur la portée de l'ERSH, et permettre d'identifier les lacunes dans les données et les besoins en renseignements complémentaires.

L'évaluation des risques étant un processus itératif, la portée de l'ERSH pourrait être réexaminée au cours de l'évaluation ou s'il y a des changements apportés à l'étendue du projet. Les évaluations préliminaires permettraient, par exemple, d'ajouter ou d'éliminer des récepteurs ou des voies d'exposition. Si l'emploi d'hypothèses prudentes dans les évaluations préliminaires permet de relever des effets potentiels, il est recommandé d'effectuer une ERSH plus détaillée de façon à aborder les incertitudes présentes dans l'évaluation des risques.

7.1 ÉNONCÉ DU PROBLÈME

Cette étape de l'ERSH consiste à identifier les principaux facteurs à prendre en compte dans l'évaluation des risques. Elle traite brièvement des éléments suivants :

- l'identification des limites de l'étude (section 7.1.1)



- l'identification des CPP actuels et futurs (section 7.1.2)
- l'identification des récepteurs humains actuels et futurs (section 7.1.3)
- l'identification des voies d'exposition actuelles et futures (section 7.1.4)
- l'élaboration d'un modèle conceptuel de site (MCS) illustrant les liens existant entre les CPP, les récepteurs et les voies d'exposition (section 7.1.5)

L'énoncé du problème devrait normalement être mené à bien le plus tôt possible au cours de la phase de planification du projet (avant de présenter la description du projet), car il fournit des renseignements à propos des besoins et des lacunes en matière de données et contribue à l'élaboration de programmes d'échantillonnage de base permettant de combler ces lacunes autant sur le plan spatial que temporel.

7.1.1 Identification des limites de l'étude

Au cours de l'étape de l'énoncé du problème de l'ERSH, les limites de l'étude doivent être établies avant d'évaluer tout impact potentiel du projet. Ces limites sont de nature spatiale (étendue géographique des effets du projet) et temporelle (durée possible des effets sur l'environnement découlant des différentes phases du projet). Il convient de noter que les limites spatiales et temporelles peuvent différer d'une composante de l'environnement à l'autre (p. ex., l'air, l'eau ou la faune sauvage). L'ERSH devrait clairement justifier les hypothèses formulées selon les limites spatiales et temporelles et s'assurer que les risques pour la santé humaine sont adéquatement caractérisés. Par exemple, si les limites spatiales s'appliquant à la qualité de l'air sont semblables à celles de l'ERSH, ces limites devront être revues pour s'assurer d'englober les collectivités, les aires récréatives et les terres traditionnelles ou celles qui revêtent une importance culturelle pour les peuples autochtones qui seront évaluées dans l'ERSH. En ce qui a trait aux limites temporelles, la désaffectation ou la fermeture du projet constitue généralement la fin du projet. Toutefois, il pourrait s'avérer nécessaire d'évaluer la phase postfermeture de projets dont l'infrastructure demeurera sur place (comme un bassin de retenue des résidus qui pourrait provoquer une exposition humaine à des concentrations élevées de CPP) en raison de conséquences possibles sur la santé.

Limites spatiales

Les limites spatiales d'une EI devraient comprendre toute la région pouvant être touchée par le projet proposé et non uniquement l'empreinte de ce projet. Par exemple, les émissions atmosphériques peuvent se déplacer sur de longues distances avant de se déposer au sol et d'influer sur les concentrations dans les sols, l'eau, les sédiments et les aliments. Les évacuations d'eau peuvent influencer sur la qualité des eaux de surface et souterraines en aval de l'emplacement du projet ainsi que sur la qualité de l'eau en général, les sédiments et les aliments consommés. L'ERSH devrait décrire de façon détaillée les limites spatiales dans chaque milieu, et indiquer la quantité et le type d'émissions ainsi que le devenir et le transport des substances chimiques dans l'environnement au cours de chaque phase du projet. Les limites spatiales d'un projet proposé peuvent varier selon le milieu environnemental d'intérêt. S'il y a lieu, une zone d'étude locale (ZEL) ainsi qu'une zone d'étude régionale (ZER) plus vaste devraient être définies pour chaque milieu environnemental concerné.

Des cartes aux échelles appropriées, des graphiques et des figures devraient indiquer les limites spatiales de chaque milieu environnemental ainsi que l'emplacement potentiel des récepteurs humains actuels et futurs par rapport au projet, y compris leur distance au projet.

Limites temporelles

L'ERSH devrait clairement définir les limites temporelles des effets prévisibles sur l'environnement, ce qui permettra d'examiner le moment et la durée de vie des impacts potentiels du projet proposé en fonction des différentes phases du projet (voir la section 7.2.2). Les considérations de nature temporelle de l'ERSH peuvent également distinguer les expositions aiguës des expositions chroniques aux concentrations élevées de substances chimiques dans l'environnement et prendre en compte la durée des expositions chroniques. On pourrait également tenir compte de la durée de vie du projet et de la période pendant laquelle le projet pourrait avoir un effet sur l'environnement. Par exemple, comme un dépôt de déchets non recouvert peut continuer de générer de la poussière, l'ERSH devra examiner les effets potentiels sur la santé de l'exposition postfermeture à la poussière. Ou encore, comme le lessivage des bassins à résidus peut affecter la qualité des eaux de surface et souterraines en aval, la qualité de l'eau peut devoir être surveillée pendant des années après la fermeture du projet (p. ex., pour une mine).

7.1.2 Identification des contaminants potentiellement préoccupants

Cette étape vise à déterminer si le projet proposé provoquera des conditions favorables à une augmentation des concentrations de substances chimiques dans le milieu environnemental découlant des activités du projet. Ceci peut comprendre les émissions du projet proposé, mais également la dispersion ou la remise en mouvement dans l'environnement des substances chimiques dont la concentration de fond est élevée.

Les considérations suivantes peuvent servir à identifier dans l'ERSH les substances chimiques qui pourraient constituer des CPP associés à un projet proposé :

- les concentrations de plusieurs substances chimiques présentes dans un milieu environnemental avant le démarrage du projet (c.-à-d. les conditions de base);
- les concentrations de substances chimiques qui devraient être rejetées par les activités du projet au cours des phases de construction, d'exploitation, de désaffectation et de postfermeture (le cas échéant);
- les concentrations de substances chimiques qui, selon des modèles, seront présentes dans certains milieux de régions fréquentées par des récepteurs humains;
- les concentrations de substances chimiques accidentellement rejetées dans un milieu environnemental au cours des activités du projet (p. ex., du mercure d'origine naturelle pourrait être réintroduit dans l'environnement au cours de la mise en eau d'un réservoir, ou encore des sédiments existants contaminés pourraient être remis en suspension au cours de travaux de dragage ou de la construction d'un quai, ce qui pourrait affecter des zones encore non touchées ou les aliments aquatiques);
- les concentrations de substances chimiques qui pourraient être rejetées au cours d'un accident ou d'une défaillance, et les concentrations modélisées de ces substances chimiques dans les milieux environnementaux de régions fréquentées par des récepteurs humains qui sont susceptibles d'être touchés.

Toute substance chimique dont la concentration dans un milieu environnemental est susceptible d'être élevée en raison des activités du projet peut être d'abord considérée comme un CPP. Toutefois, s'il est établi que la somme des concentrations modélisées découlant des activités du projet et des concentrations de fond est en deçà des critères de dépistage du milieu touché, l'étape de l'énoncé du problème de l'évaluation des risques



pourra en conclure qu'il n'est pas nécessaire de traiter cette substance chimique comme un CPP dans une évaluation quantitative des risques. En l'absence de critères de dépistage associés à un milieu environnemental (p. ex., les aliments traditionnels), les CPP pourraient faire l'objet d'une évaluation quantitative des risques pour déterminer s'ils présentent des risques pour la santé en lien avec les concentrations prédites.

Les concentrations de substances chimiques présentes dans l'environnement dont se sert l'ERSH effectuée dans le cadre d'une EI reposent sur une combinaison de données mesurées liées aux conditions de base actuelles et de données modélisées liées aux conditions futures prévues (p. ex., modélisation de la qualité de l'air et taux de dépôt, et prévisions de la qualité de l'eau de surface).

L'énoncé du problème devra indiquer si l'échantillonnage de base permet de caractériser adéquatement les concentrations de fond actuelles dans tous les milieux environnementaux potentiellement touchés (p. ex., un nombre approprié d'échantillons de CPP prélevés dans chaque milieu en fonction de la ZEL ou ZER du projet, puis analysés). Il est alors recommandé d'utiliser des données récentes de surveillance de l'environnement qui proviennent de la région à l'étude pour qu'elles puissent être considérées comme représentatives des conditions de base. Des données indirectes issues de la littérature ou de bases de données existantes peuvent être utilisées tout en justifiant de façon adéquate pourquoi elles peuvent être considérées comme représentatives des conditions du site; cette utilisation peut toutefois affaiblir les conclusions de l'évaluation et nécessiter l'emploi d'hypothèses prudentes. L'ERSH devrait décrire de façon détaillée les limites et les incertitudes relatives aux données représentant les conditions de base. Ces limites devraient être examinées dans la section de l'ERSH consacrée à l'analyse des incertitudes (voir la section 7.5.1). Le recours à des sources documentaires, à d'autres bases de données (p. ex., celle du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique d'Environnement et Changement climatique Canada pour obtenir la qualité de l'air de référence) ou à des données de surveillance de l'environnement pour caractériser les conditions de base de l'ERSH devrait être étayé. L'utilisation d'un programme d'échantillonnage pour évaluer les conditions de base est abordée plus en détail dans les documents suivants :

- Santé Canada (2010b). *Guide supplémentaire sur l'évaluation des risques pour la santé humaine liés aux aliments d'origine locale (ÉRSH_{ALIMENTS})*.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) (2016). *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine*.

La décision d'examiner davantage une substance chimique dans une ERSH quantitative (aussi connue sous le nom de dépistage) devrait prendre en compte les concentrations de fond, les concentrations prédites, le dépassement des concentrations de fond, le dépassement des valeurs guides environnementales applicables, la toxicité humaine, la mobilité, la persistance et le potentiel de bioaccumulation ou de bioamplification (Santé Canada, 2010a). Une substance chimique ne devrait pas être éliminée d'une ERSH quantitative s'il n'existe aucune valeur guide fédérale pour cette substance dans le milieu touché. Elle devrait plutôt être évaluée en fonction de directives d'autres instances. En l'absence de telles directives et dans le cas où la concentration d'un CPP est supérieure à sa concentration de fond, cette substance chimique devra être prise en compte dans une ERSH quantitative et faire l'objet d'une évaluation plus poussée (à moins de pouvoir justifier de façon satisfaisante qu'elle n'est pas susceptible de poser un risque pour la santé). Il ne serait pas juste, par exemple, d'exclure une substance chimique d'une ERSH quantitative

en se basant sur le fait que les concentrations prédites dépassent de moins de 10 % les concentrations de fond, puisqu'il n'a pas été démontré que de telles concentrations ne pouvaient entraîner d'effets sur la santé humaine. Toute justification devrait être propre à la substance chimique et au site.

Tout CPP sans valeur guide et dont la concentration devrait être supérieure à la concentration de fond devrait être évalué davantage dans une ERSH et non en être exclu en se basant sur l'absence de valeur guide ou sur un faible dépassement prévu.

L'annexe C présente d'autres détails techniques à propos du dépistage des substances chimiques, dont les suivants :

- l'identification de substances chimiques susceptibles d'être émises ou produites par le projet et d'être présentes dans un milieu environnemental;
- l'identification de substances chimiques dont les concentrations de fond sont susceptibles d'être élevées;
- la justification/l'exclusion de substances chimiques inoffensives;
- l'identification de substances chimiques bioaccumulables ou bioamplifiables;
- l'identification de critères de dépistage appropriés;
- la comparaison des concentrations de substances chimiques aux critères de dépistage;
- la sélection des CPP à inclure dans une ERSH quantitative.

7.1.3 Identification des récepteurs humains

L'étape de l'énoncé du problème identifie également toutes les personnes – dénommées récepteurs humains – susceptibles d'être touchées par le projet proposé actuellement ou à l'avenir. Il s'agit de personnes présentes ou qui pourraient être présentes à l'avenir dans les limites spatiales du projet, ou susceptibles d'être touchées par le projet proposé, ainsi que de personnes possédant des résidences permanentes ou utilisant les lieux de manière temporaire (p. ex., des chalets, des activités de loisir, une occupation saisonnière ou une utilisation temporaire pour la récolte d'aliments traditionnels).

Lors de l'identification des récepteurs potentiels, une attention particulière devrait être accordée aux récepteurs potentiellement sensibles et aux populations vulnérables pouvant être exposés à des niveaux de risque accrus en raison de leur physiologie, de leur état de santé, de leur comportement ou de leur mode de vie. Cela comprend notamment les personnes âgées, les femmes enceintes ou qui allaitent, les nourrissons (particulièrement si les CPP sont bioamplifiables ou présentent des effets neurotoxiques ou fœtotoxiques potentiels) et les grands consommateurs d'aliments traditionnels de provenance locale qui pourraient subir une exposition accrue à des CPP. L'ERSH devrait aussi identifier les personnes susceptibles d'être exposées hors des limites spatiales du projet. Par exemple, un chasseur de la région peut rapporter des aliments possédant des concentrations élevées de CPP dans une région non touchée où ils pourront y être consommés par d'autres personnes (des membres de sa famille ou de la collectivité, des aînés, etc.).

Des renseignements relatifs au type et à la durée des activités (p. ex., la pêche, la récolte de végétaux, la chasse et la nage) des récepteurs sont exposés en détail dans l'énoncé du problème ainsi que dans la section de l'EI portant sur le savoir traditionnel et les



caractéristiques socioéconomiques. S'il y a lieu, le régime alimentaire et le mode de vie propres aux populations locales, y compris leur dépendance aux aliments traditionnels, devraient être pris en compte et pourraient servir à déterminer le type d'aliments traditionnels à prélever et à analyser dans le cadre de l'évaluation de base. Ces renseignements peuvent provenir de sources documentaires, de consultations antérieures menées par le promoteur auprès des populations locales ou d'enquêtes sur l'alimentation ou la consommation (voir les *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact* : LES ALIMENTS TRADITIONNELS publiés par Santé Canada en 2023c).

Tout emplacement possible des récepteurs, y compris son type (p. ex., maison, chalet ou aire récréative) et sa proximité au projet, devrait être clairement indiqué, que ce soit dans l'énoncé du problème ou les cartes et les figures apparaissant dans le rapport. La section de l'ERSH portant sur l'évaluation de l'exposition présente de façon détaillée les caractéristiques des récepteurs.

L'étape de l'énoncé du problème de l'évaluation des risques devrait également décrire de façon détaillée les lieux où les personnes seraient le plus durement touchées – par exemple, celles résidant le plus près des zones touchées ou encore celles exposées aux concentrations de CPP les plus fortes (p. ex., à proximité du point d'impact maximal). Le document devrait également clairement identifier les régions où les personnes seraient moins exposées, mais potentiellement plus à risque en raison de leur sensibilité accrue (p. ex., les hôpitaux, les garderies et les résidences pour personnes âgées).

7.1.4 Identification des voies d'exposition

Cette étape vise à identifier toutes les voies par lesquelles des personnes peuvent être exposées à des CPP – appelées voies d'exposition. Une voie d'exposition consiste en une source de contaminants, un mécanisme de rejet, un mécanisme de transport dans le ou les milieux pertinents, un point d'exposition (le récepteur) et une voie de pénétration. La voie de pénétration est la voie par laquelle un CPP vient en contact avec une personne (p. ex., l'ingestion d'aliments, d'eau ou de sol, l'inhalation de particules ou de composés volatils, et le contact cutané).

L'étape de l'énoncé du problème devrait décrire de façon détaillée les voies d'exposition applicables, soit toutes les voies par lesquelles des personnes peuvent venir en contact avec les substances chimiques rejetées par le projet proposé. Si des personnes sont susceptibles d'être présentes dans les environs du projet, mais qu'une voie d'exposition est jugée non fonctionnelle (c.-à-d. qu'il n'y a pas d'exposition), cette voie pourra être éliminée de l'analyse, avec justification à l'appui. Par exemple, lorsque l'eau de surface ou souterraine ou les aliments d'une région ne sont pas ou ne seront probablement pas destinés à la consommation humaine, le rapport peut indiquer que ces voies sont incomplètes et qu'aucune autre évaluation n'est requise. Ou encore, la voie par ingestion d'eau souterraine pourra être considérée comme incomplète et éliminée de l'analyse pour tout projet proposé qui ne devrait pas entraîner de contamination de l'eau souterraine (p. ex., un terminal portuaire). Toutes les voies d'exposition potentielles d'une ERSH devraient être considérées comme fonctionnelles, à moins de pouvoir justifier de façon satisfaisante leur exclusion (p. ex., l'eau souterraine n'est pas ou ne sera pas destinée à la consommation humaine, ou le projet ne contaminera pas l'eau souterraine).

Toutes les voies complètes ou fonctionnelles, de même que les groupes de récepteurs concernés, devraient figurer dans l'énoncé du problème (des schémas peuvent servir à illustrer les voies d'exposition potentielles). Un dépistage supplémentaire peut être effectué pour exclure les voies d'exposition pour lesquelles la probabilité d'exposition est très faible ou l'ampleur potentielle de l'exposition est négligeable. Une justification suffisante devrait être fournie pour pouvoir exclure toute voie d'exposition complète et tout récepteur de l'évaluation des risques ultérieure (Santé Canada, 2010a).

L'exposition potentielle à des CPP dans un milieu environnemental devrait être clairement décrite pour chaque phase du projet (la construction, l'exploitation, l'entretien, la désaffectation, la fermeture, etc.) afin de déterminer comment les récepteurs pourraient venir en contact avec les milieux touchés. Le tableau 7.1 ci-dessous présente des exemples de voies d'exposition potentielles à prendre en compte; mais comme il ne s'agit pas d'une liste exhaustive, l'énoncé du problème devrait décrire de façon détaillée toutes les voies d'exposition potentielles propres à un site.

Tableau 7.1 : Exemples de voies d'exposition potentielles

Milieu environnemental	Voies d'exposition
Sol	Ingestion accidentelle de sol
	Absorption cutanée de CPP à partir de sol adhérent à la peau
	Inhalation de particules de sol en suspension
	Inhalation de vapeurs migrant du sol vers l'air
Sédiments	Ingestion accidentelle de sédiments
	Absorption cutanée de CPP à partir de sédiments adhérent à la peau
Eau de surface	Ingestion accidentelle d'eau de surface durant des activités récréatives
	Ingestion d'eau de surface destinée à la consommation ou à la cuisson des aliments
	Contact cutané avec l'eau de surface durant des activités récréatives ou un bain ou une douche
	Inhalation de vapeurs en se douchant ou en cuisinant
Eau souterraine	Ingestion d'eau souterraine destinée à la consommation ou à la cuisson des aliments
	Inhalation de vapeurs en se douchant ou en cuisinant
	Inhalation de vapeurs migrant de l'eau souterraine contaminée vers l'air
	Contact cutané avec l'eau souterraine durant un bain ou une douche
Air	Inhalation de particules en suspension ou de vapeurs dans l'air



Milieu environnemental	Voies d'exposition
Aliments traditionnels	Végétation : ingestion de végétation (petits fruits et plantes) poussant dans un sol contaminé ou affecté par des dépôts aériens de CPP
	Poissons et fruits de mer : ingestion de poissons et de fruits de mer pêchés dans un plan d'eau contaminé ou dont les sédiments sont contaminés
	Gibier : ingestion de gibier contaminé par la consommation de sol, de végétation, de sédiments, d'eau de surface ou de proies contaminés

7.1.5 Modèle conceptuel de site

Le MCS est un produit essentiel de l'étape de l'énoncé du problème d'une évaluation des risques. Le MCS fournit une description complète, généralement sous forme schématique ou illustrée, des CPP, de leurs sources et de leurs mécanismes de rejet, et des voies de transport vers les récepteurs identifiés et d'exposition. Un MCS illustré facilite une meilleure compréhension commune des risques potentiels pour la santé associés au projet proposé. Le MCS, qui est de nature qualitative, constitue le fondement de l'ERSH quantitative ultérieure. Il sert également à se concentrer sur les aspects critiques du problème et peut servir à orienter les consultations et la communication des risques. Le MCS pourra être présenté au cours des consultations menées par le promoteur auprès des peuples autochtones, du public, des intervenants et des organismes de réglementation pour obtenir leurs commentaires et faire les ajustements qui s'imposent si des voies d'exposition ont été oubliées et d'autres non fonctionnelles incluses. L'*annexe D* présente un exemple de MCS.

Le MCS devrait examiner chaque phase du projet. Si, à la fin de l'énoncé du problème, le rapport en conclut qu'il n'existe aucune combinaison voies d'exposition fonctionnelles-récepteurs, il pourra ne pas être nécessaire d'entreprendre une ERSH quantitative; l'ERSH qualitative pourra alors être soumise à un examen technique.

7.2 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

L'évaluation de l'exposition vise à estimer la concentration de tout CPP à laquelle une personne peut être exposée. Dans le cas des évaluations prédictives, l'exposition aux CPP est évaluée à partir de divers modèles d'estimation des concentrations de CPP dans le milieu environnemental concerné et pour les différents scénarios d'évaluation de la section 7.2.2 ci-dessous.

La section portant sur l'évaluation de l'exposition devrait aborder en détail toutes les équations d'exposition, toutes les caractéristiques des récepteurs, les concentrations prédites (ou mesurées) dans chaque milieu environnemental à l'emplacement des récepteurs ainsi que les modèles servant à prédire les concentrations de CPP dans les différents milieux (Santé Canada, 2010a). L'évaluation de l'exposition détermine la dose de CPP par personne pour tous les récepteurs susceptibles d'être touchés et toutes les voies d'exposition et tous les scénarios établis au cours de l'énoncé du problème (voir la section 7.1).

Si les émissions ou les expositions aux CPP varient d'une phase du projet à l'autre, une évaluation de l'exposition devra être effectuée et décrite de façon détaillée pour chacune des phases du projet. Si aucune exposition à un CPP n'est anticipée au cours d'une des phases du projet, le rapport devra justifier de façon satisfaisante l'exclusion de cette phase de l'évaluation (voir ci-dessous).

Il est recommandé d'inclure dans l'évaluation des risques les calculs relatifs à chaque voie d'exposition pour être en mesure de revoir les estimations de l'exposition. Le rapport devrait inclure en détail tous les paramètres d'entrée (p. ex., les caractéristiques des récepteurs et les concentrations de CPP) ainsi qu'un résumé des calculs des expositions.

Si les émissions ou les expositions aux CPP varient d'une phase du projet à l'autre, une évaluation de l'exposition devra être effectuée pour chacune des phases du projet. Si aucune émission de CPP n'est prévue au cours d'une certaine phase du projet, le rapport devra justifier de façon satisfaisante l'absence d'évaluation quantitative. Par exemple, en attendant la construction d'une ligne de transport, le recours à des génératrices au diesel pour produire de l'électricité pourrait entraîner davantage d'émissions de moteurs diesels et de composés organiques volatils (COV) au cours de la phase de construction du projet, et non pendant son exploitation. La formation de poussière engendrée par une circulation accrue des véhicules au cours des travaux de construction en est un autre exemple. Le rapport devrait clairement relever les situations où les infrastructures qui sont censées demeurer sur le site après la désaffectation ou la fermeture du projet (p. ex., les bassins de résidus, les décharges et les amas de stériles sans couverture) pourraient introduire d'autres CPP dans le milieu environnemental à l'avenir. Ces informations permettront de concevoir et vérifier les mesures proposées de surveillance et d'atténuation mises en place au cours de la phase postfermeture pour assurer le maintien d'une qualité acceptable de l'environnement.

Dans les cas où l'ERSH se penche sur d'éventuels accidents ou défaillances, une analyse qualitative peut être présentée, accompagnée de mesures proposées de gestion des risques ou d'atténuation pour éviter les accidents ou répondre à certaines préoccupations, s'il est impossible d'entreprendre une évaluation quantitative.

Si le type d'émissions de CPP varie considérablement d'une activité du projet à l'autre, les effets potentiels sur la santé devront être évalués de façon quantitative pour chacune des différentes phases du projet.

Le document d'orientation sur l'évaluation quantitative préliminaire des risques de Santé Canada (2021a) fournit des données techniques concernant différents aspects de l'évaluation de l'exposition et devrait être consulté pour en apprendre davantage sur ce qui suit :

- la détermination des concentrations de contaminants sur le site;
- les caractéristiques des récepteurs potentiels;
- la fréquence et la durée de l'exposition;
- les équations d'exposition;
- les niveaux de poussières respirables dans l'air;
- les modèles;



- les facteurs d'absorption relative et l'exposition par plusieurs voies;
- les substances cancérigènes.

Comme le décrivent les sections qui suivent, d'autres renseignements devraient être fournis lors de la prise en compte de certaines considérations.

7.2.1 Exposition de courte durée

L'exposition de courte durée pourrait être prise en compte par les projets dans lesquels des personnes se trouvent dans une région touchée pendant peu de temps ou par ceux dont les rejets de CPP ne surviennent que durant certaines périodes (p. ex., des travaux de construction ne durant que quelques mois ou des pêcheurs présents peu de temps dans une certaine région). L'*annexe G* fournit de plus amples détails à propos de l'évaluation de l'exposition de courte durée.

7.2.2 Scénarios d'évaluation

Pour quantifier adéquatement les risques potentiels pour la santé humaine, l'évaluation des risques devrait comparer entre elles les estimations des risques établies selon différents scénarios d'évaluation associés au projet proposé. Ces scénarios sont comparés aux conditions existantes et combinés avec d'autres projets d'aménagement raisonnablement prévisibles. L'ERSH devrait comprendre les quatre différents scénarios d'évaluation suivants : les conditions de base (soit les conditions existantes), le projet seul, les conditions de base plus le projet, et les conditions de base plus le projet ainsi que tout autre projet d'aménagement raisonnablement prévisible (soit le scénario cumulatif). Des scénarios d'évaluation pour les différentes phases du projet peuvent également se révéler utiles. Ces scénarios sont abordés plus en détail dans ce qui suit.

Les risques pour la santé humaine devraient être calculés si nécessaire pour chacun des scénarios identifiés, chaque scénario permettant d'évaluer les changements dans les risques et la contribution relative des risques de chacun de ces scénarios. Bien que le scénario du projet seul ne fournisse que des renseignements sur les risques liés au projet et qu'il soit le centre d'intérêt de l'organisme de réglementation, il est nécessaire d'évaluer tous les risques pour comprendre de quelle manière le projet et les conditions de base influent sur la santé humaine. L'évaluation cumulative des effets potentiels d'un projet peut faire appel à l'évaluation des risques cumulatifs pour la santé liés à d'autres activités concrètes existantes et raisonnablement prévisibles se déroulant dans la région concernée.

7.2.2.1 Scénario de base (ou des conditions existantes)

Le scénario de base représente les concentrations actuelles de substances chimiques dans une région (c.à.d. qu'il décrit les conditions existantes dans la région du projet proposé). Les concentrations de fond des substances chimiques devraient être documentées pour évaluer l'ampleur des modifications possibles de l'environnement attribuables aux futures activités du projet et les effets potentiels sur la santé humaine qui en découlent. Une comparaison entre les concentrations prédites de CPP liées aux activités du projet proposé et les concentrations de fond fournit des informations sur l'impact potentiel du projet proposé. La prise en compte de la contribution de futurs projets d'aménagement approuvés est traitée dans les effets cumulatifs du scénario de projets d'aménagement futurs (section 7.2.2.4).

Il est important d'inclure toutes les données pertinentes liées aux échantillons de base, y compris le nombre d'échantillons prélevés, le nombre d'échantillons dont les résultats d'analyse sont « non détectables », les concentrations minimale et maximale, et toute évaluation statistique effectuée (p. ex., la moyenne, la médiane, et la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la moyenne [LSCM]).

Il est recommandé d'employer des données de base mesurées pour les milieux environnementaux susceptibles d'être touchés, y compris un nombre suffisant d'échantillons prélevés dans chaque milieu pour effectuer une analyse statistique dans la ZEL (c.-à-d. dans les régions susceptibles d'être touchées par le projet proposé). L'emploi de sources documentaires ou encore de données issues de bases de données historiques, d'autres projets ou de régions situées loin de la zone du projet limiterait la représentativité des données de base (p. ex., des données de base sur la qualité de l'air provenant de stations de surveillance situées à des centaines de kilomètres du projet ou dans différents pays ou provinces pourraient ne pas convenir). Leur pertinence devrait être justifiée.

Selon le type de projet, les émissions prévues et l'utilisation locale du terrain, il est recommandé de recueillir des données de base dans tous les milieux environnementaux auxquels les personnes sont susceptibles d'être exposées afin de couvrir toutes les voies d'exposition possibles. Si les données de base sont mesurées, le rapport devra décrire de façon détaillée le type d'échantillons prélevés (p. ex., sol, ou espèces particulières de plantes, de petits fruits ou de poissons), leur nombre, la limite de détection de la méthode, le nombre d'échantillons présentant des concentrations non détectables de CPP, les concentrations minimale et maximale de CPP et toute autre moyenne statistique (p. ex., LSCM 95 %) servant à représenter les concentrations de fond de CPP dans chaque milieu environnemental. La conformité des concentrations de CPP sélectionnées aux conditions de base devrait être expliquée en détail dans l'ERSH.

7.2.2.2 Scénario du projet seul

Le scénario du projet seul prédit les concentrations de CPP dans les milieux environnementaux associés aux rejets du projet proposé sans tenir compte des effets additifs du scénario de base. Les effets de ce scénario sur la santé humaine devraient être déterminés, car ils pourraient influencer sur la décision relative à l'évaluation environnementale. Ce scénario fournit également une estimation de la contribution du projet à l'ensemble des effets sur la santé. Pour ce qui est de la protection de la santé humaine, le scénario du projet seul devrait évaluer les effets sur la santé avec et sans mesures d'atténuation; ceci permettra d'établir le scénario le plus défavorable envisageable pouvant servir à la prise de décision (p. ex., les conditions dans lesquelles la réalisation du projet sera autorisée) dans l'éventualité où les mesures d'atténuation ne seraient pas aussi efficaces que prévu. Ce processus ne constitue pas une exigence de l'ERSH; il permettra toutefois aux autorités de réglementation de prendre des décisions concernant les effets potentiels sur la santé si des risques potentiels sont identifiés dans l'ERSH.

Il est important d'évaluer les risques potentiels pour la santé associés aux activités d'un projet avec et sans mesures d'atténuation.



7.2.2.3 Scénario des conditions de base plus le projet

Le scénario des conditions de base plus le projet, soit une combinaison des scénarios de base et du projet seul, prédit les effets du projet et des conditions existantes. Ce scénario est essentiel à l'établissement des effets d'un projet proposé sur la santé humaine, car il permet d'estimer les conditions qui pourraient régner dans l'environnement si le projet proposé était réalisé.

Dans ce scénario, l'exposition devrait être évaluée de la même manière que celle du scénario du projet seul, indiquant les phases en cours d'évaluation (p. ex., la construction, l'exploitation, la désaffectation, la fermeture et la postfermeture, s'il y a lieu) en plus des conditions existantes.

7.2.2.4 Scénario des effets cumulatifs

En vertu de l'alinéa 22(1)a)(ii) de la LEI, une EI doit prendre en compte « les effets cumulatifs que sa réalisation, combinée à l'exercice d'autres activités concrètes, passées ou futures, est susceptible de causer. »

L'évaluation des effets cumulatifs d'un projet est au coeur de l'EI. Le scénario des effets cumulatifs prédit les effets potentiels sur l'environnement du scénario des conditions existantes plus le projet en combinaison avec les effets d'activités futures raisonnablement prévisibles se déroulant dans la même zone d'influence. Les activités futures raisonnablement prévisibles sont des projets approuvés, mais qui ne sont pas encore en exploitation, et d'autres projets d'aménagement proposés ou susceptibles d'être construits dans la région potentiellement touchée. Ce scénario fournit une estimation des risques pour la santé humaine à l'avenir lorsque d'autres installations seront également en exploitation. L'évaluation des risques devrait aborder les incertitudes associées aux futures émissions de projets qui ne sont pas encore connues ou qui ne peuvent pas être prédites avec un niveau de confiance suffisant.

Le site Web de l'Agence présente des documents à jour sur l'évaluation des effets cumulatifs à Canada.ca/AEIC.

7.2.3 Caractérisation de l'exposition

L'évaluation des risques devrait expliquer en détail comment ont été calculées ou estimées les concentrations de CPP auxquelles les récepteurs humains seront exposés dans chaque milieu environnemental potentiellement touché, en plus de justifier l'emploi des statistiques servant à estimer la concentration au point d'exposition. L'évaluateur des risques devrait s'assurer que les calculs sont formulés avec les unités appropriées et se servir de données de laboratoire et de modèles comportant des références adéquates pour estimer les niveaux d'exposition.

S'il y a suffisamment d'échantillons analysés dans chaque milieu, la LSCM 95 % ou toute autre mesure statistique appropriée peut être employée comme concentration au point d'exposition pour évaluer le scénario de base où la majorité des données sont mesurées dans le milieu environnemental (pour plus de détails, voir CCME, 2016 et Santé Canada, 2010b).



Le rapport devrait décrire de façon détaillée toutes les données d'entrée du calcul des expositions, indiquer de quelles sections du rapport proviennent ces données et justifier l'emploi de toute mesure statistique. Le choix de la mesure statistique utilisée pour représenter la concentration au point d'exposition devrait être expliqué, ce choix pouvant conduire à différentes concentrations. L'*annexe A* du document d'orientation de Santé Canada (2010a) aborde le traitement des concentrations qui se situent au-dessous des capacités de détection des laboratoires.

Il est toujours préférable de se servir de récentes données de base mesurées propres à un site pour établir les conditions de base plutôt que de données issues d'autres sources.

L'évaluation d'une future exposition et des risques qui en découlent pour les différentes phases du projet proposé repose sur les concentrations prédites dans l'environnement. La modélisation des futures conditions s'appuie sur l'évaluation de base plus les données modélisées. Dans certains milieux où il y a collecte d'échantillons de référence colocalisés (p. ex., petits fruits et sol, poissons et eau de surface ou sédiments), des facteurs de bioaccumulation propres au site peuvent être établis et utilisés pour estimer les futurs niveaux d'exposition.

Différents modèles permettent d'estimer les concentrations dans différents milieux. Les modèles sélectionnés devraient provenir de sources évaluées par les pairs ou approuvées par des organismes de réglementation et être décrits de façon détaillée dans l'évaluation. Les concentrations aux points d'exposition utilisées dans l'ERSH devraient être décrites de façon détaillée. Lorsque les concentrations de CPP sont censées varier d'une phase du projet à l'autre, les niveaux d'exposition et la durée des impacts devraient également être présentés de façon détaillée dans le rapport. Tous les emplacements susceptibles d'être touchés qui sont fréquentés par des récepteurs devraient être identifiés en fonction des concentrations prédites de CPP dans chaque milieu environnemental.

7.2.3.1 Estimations des concentrations dans le sol

La concentration de fond de tout CPP peut être mesurée dans le sol. Les futurs impacts sur les sols peuvent être modélisés en fonction des rejets propres au projet. Les concentrations de CPP dans le sol peuvent être élevées dans les scénarios futurs à cause de rejets directs dans le sol ou de dépôts aériens de contaminants. Les taux de dépôts des CPP rejetés dans l'air devraient être clairement indiqués dans le rapport et tous les paramètres d'entrée précisés et justifiés. L'US EPA (2005a) fournit une équation générale pour estimer le changement graduel maximal de la concentration devant se produire dans le sol au cours d'une période de dépôts donnée. La concentration prédite de chaque CPP dans le sol causée par les dépôts aériens est égale à la somme des concentrations calculées dans le sol et des concentrations de fond mesurées dans le sol (c.-à-d. les niveaux d'exposition de référence).

7.2.3.2 Estimations des concentrations dans les sédiments, l'eau ou l'air

La concentration de fond de tout CPP peut être mesurée dans les sédiments, l'eau et l'air (s'il y a lieu). Les futurs impacts sur les sédiments, l'eau et l'air peuvent être modélisés en fonction des rejets propres au projet. Les concentrations dans ces milieux sont souvent prédites au cours d'autres étapes de l'évaluation à l'aide de modèles de devenir et de transport.



7.2.3.3 Estimations des concentrations dans les aliments traditionnels

L'ingestion de contaminants par les aliments peut constituer une importante voie d'exposition pour tout projet proposé qui rejette dans l'environnement des contaminants pouvant avoir un impact sur la végétation, les animaux ou la vie aquatique, surtout lorsque ces contaminants sont susceptibles de bioconcentration, de bioaccumulation ou de bioamplification dans la chaîne alimentaire ou que la consommation d'aliments traditionnels représente une partie importante du régime alimentaire. Il est nécessaire de disposer de la mesure des concentrations de fond des contaminants dans les aliments comestibles afin d'évaluer les effets potentiels sur la santé associés aux concentrations accrues de contaminants présents dans les aliments cultivés à proximité du site ou provenant de régions avoisinantes. L'absence de telles concentrations constitue une grande source d'incertitude dans l'évaluation des risques et peut entraîner une sous-estimation des risques potentiels pour la santé associés à un projet proposé. Pour évaluer pleinement les risques d'effets sur la santé, il est important de caractériser et de justifier de façon satisfaisante ces concentrations avant le démarrage des activités du projet. Des discussions avec les peuples autochtones permettraient d'identifier les aliments consommés et leur taux de consommation dans la zone du projet.

Les concentrations de fond de chaque CPP peuvent être mesurées dans les aliments existants susceptibles d'être consommés, les futurs impacts étant modélisés en fonction des rejets propres au projet. Il est considéré comme bonne pratique de décrire de façon détaillée dans l'ERSH les concentrations de fond et prédites de CPP dans les aliments (p. ex., les poissons, les fruits de mer, le cerf, le gibier d'eau et la végétation) susceptibles d'être touchés par le projet proposé ou qui pourraient revêtir une signification culturelle pour les peuples autochtones de la région. Les méthodes de prédiction des concentrations de CPP dans les aliments traditionnels sont abordées dans les documents d'orientations de Santé Canada (2010b, 2018). Santé Canada (2010b) et l'US EPA (2005a) fournissent des conseils sur la modélisation des concentrations dans les tissus végétaux. Certains CPP associés au projet proposé peuvent également être présents dans les aliments commerciaux, bon nombre étant d'origine naturelle (p. ex., les métaux) ou provenant d'autres processus anthropiques qui ne sont pas liés au projet proposé. Si les concentrations de certains CPP établies par des données publiées ou la littérature sont déjà élevées dans les aliments commerciaux et qu'elles sont susceptibles d'augmenter dans les aliments traditionnels en raison du projet, l'ERSH devra prendre en compte ces deux sources potentielles d'exposition lorsqu'il s'agit de substances chimiques à seuil. Des enquêtes sur l'alimentation pourront servir à recueillir des données sur la quantité d'aliments du commerce et traditionnels consommés par les populations locales, qui serviront à appuyer l'évaluation de l'exposition en ce qui a trait à l'absorption de contaminants par la consommation d'aliments. Le document d'orientation de Santé Canada publié en 2018 fournit de plus amples précisions sur la réalisation d'une évaluation de l'exposition résultant de la consommation d'aliments.

Des limites de détection appropriées devraient être utilisées au cours de l'analyse en laboratoire pour permettre la réalisation d'une ERSH pour chaque CPP présent dans les milieux analysés.

L'annexe E du présent document d'orientation ainsi que le guide publié par Santé Canada en 2021 (Santé Canada, 2021a) dressent la liste des équations permettant d'évaluer les expositions par ingestion de sol, d'eau potable ou d'aliments traditionnels, par inhalation de poussières diffuses ou de composés volatils, et par absorption cutanée à partir de sol ou d'eau. Les équations s'appliquant au sol peuvent également servir à estimer l'exposition par les sédiments.

7.2.4 Caractérisation des récepteurs potentiels

L'étape de l'énoncé du problème identifie tous les récepteurs humains actuels et futurs susceptibles d'être touchés par chacune des phases du projet. L'étape de l'évaluation de l'exposition évalue les caractéristiques quantitatives de ces récepteurs et la durée de leur exposition en fonction des limites spatiales et temporelles de toutes les phases du projet.

Les caractéristiques des récepteurs et les paramètres d'exposition servant à quantifier l'exposition devraient reposer sur des données propres au site. Par exemple, les données provenant d'une étude alimentaire réalisée dans le cadre d'un projet devraient être utilisées pour caractériser la consommation d'aliments traditionnels potentiellement contaminés par des personnes fréquentant la région. L'Étude sur l'alimentation, la nutrition et l'environnement chez les Premières Nations (2016), disponible à www.fnfn.ca/fr/download, présente les préférences alimentaires des peuples autochtones par région; il pourrait également exister d'autres documents publiés portant sur la région à l'étude. Des consultations avec les populations locales peuvent aussi fournir des renseignements sur les utilisations actuelles et potentielles du terrain ainsi que sur les emplacements des résidences permanentes ou saisonnières, en plus de permettre d'identifier toute condition médicale sous-jacente ou toute autre condition pouvant influencer sur l'exposition (p. ex., une exposition cutanée provenant de l'utilisation de sol ou de végétation pour teindre les tissus, la consommation de certains aliments d'origine locale au cours de cérémonies, la consommation d'organes particuliers ou encore des techniques de préparation des aliments – crus, cuits, fumés ou salés). Santé Canada (2010b, 2018) fournit de plus amples précisions sur les considérations relatives aux aliments traditionnels.

La présence de populations particulièrement sensibles ou vulnérables ou de sérieuses préoccupations relatives à l'exposition à des substances chimiques bioaccumulables (p. ex., une augmentation des concentrations de méthylmercure dans les poissons et les fruits de mer provoquée par la construction d'un barrage hydroélectrique) peut conduire à la réalisation d'études de biosurveillance humaine de base ou prospectives. La biosurveillance humaine peut réduire les incertitudes présentes dans une évaluation des risques. Comme elle consiste à prélever des tissus humains dans lesquels peuvent s'accumuler certaines substances chimiques (p. ex., les cheveux ou le sang pour le méthylmercure et les ongles pour l'arsenic), elle est considérée comme l'une des techniques les plus invasives pour établir les effets potentiels sur la santé. Elle devrait être effectuée par des professionnels qualifiés à l'aide de protocoles et de méthodes de prélèvement normalisés, prenant en compte divers facteurs dont des considérations éthiques (obtention d'un consentement éclairé avant tout prélèvement), le prélèvement d'un nombre suffisant d'échantillons ainsi que la représentativité de l'échantillon de population en ce qui concerne l'âge, le sexe et tout autre facteur de confusion pouvant influencer sur les résultats (p. ex., la présence d'amalgames dentaires au mercure lors de l'évaluation de l'exposition humaine au mercure dans les aliments). Santé Canada (2015) et Haines et al. (2012) expliquent plus en détail la biosurveillance humaine.

En l'absence de données propres au site concernant les caractéristiques des récepteurs, les expositions typiques de la population canadienne et des peuples autochtones peuvent être utilisées (voir l'*annexe F* pour de plus amples précisions). En l'absence de données canadiennes, les facteurs d'exposition provenant d'autres organismes comme l'US EPA peuvent être utilisés. Toutefois, l'évaluateur des risques devrait s'assurer que les valeurs



utilisées conviennent à la population exposée et que le rapport justifie de façon adéquate l'emploi de ces valeurs, indiquant si elles sont jugées prudentes ou susceptibles de sous-estimer l'exposition. Des taux arbitraires de consommation d'aliments d'origine locale ne peuvent être utilisés sans justification suffisante (à moins qu'il ne s'agisse d'un taux de consommation de 100 % qui est alors considéré comme prudent).

L'ERSH devrait tenir compte de la variation des taux de consommation durant l'année dans les régions où sont consommés des aliments traditionnels. Lorsque ces aliments ne sont pas consommés de façon continue (p. ex., des habitudes de consommation saisonnières), elle devrait déterminer l'exposition potentielle au cours de la période où l'exposition demeure la plus élevée. Par exemple, la quantité de petits fruits d'origine locale consommés au printemps et en été devrait être supérieure à celle consommée durant le reste de l'année lorsque les petits fruits ne sont plus en saison; toutefois, il est également possible que ces petits fruits aient été récoltés, puis congelés pour être consommés tout au long de l'année. Le caractère saisonnier de la consommation d'aliments traditionnels (renseignements pouvant provenir d'une enquête sur l'alimentation) peut être considéré comme une exposition de courte durée (c.-à-d. que de fortes doses de CPP devraient être consommées sur une courte période) dans l'évaluation des risques. Il est important que l'évaluation de l'exposition caractérise l'exposition à tout CPP associé à la consommation d'aliments saisonniers au cours de la période où cette exposition est élevée, sans amortir cette exposition sur l'année entière (voir l'*annexe G* qui se penche sur le calcul de la dose moyenne au cours d'expositions de courte durée). L'exposition ne devrait pas être amortie sur une plus longue durée à moins de s'appuyer sur une justification scientifique se rapportant à l'amortissement de l'exposition à cette substance chimique. Santé Canada (2010b) fournit de plus amples précisions sur la sélection de taux d'ingestion d'aliments traditionnels appropriés.

7.3 ÉVALUATION DE LA TOXICITÉ

L'étape de l'évaluation de la toxicité consiste à identifier les effets toxiques potentiels des CPP et à sélectionner ou élaborer des valeurs toxicologiques de référence (VTR). Des VTR sont publiées par plusieurs organismes nationaux et internationaux pour caractériser les risques potentiels associés à l'exposition à des contaminants de l'environnement. La VTR est la dose journalière jugée tolérable ou acceptable (c.-à-d. sécuritaire) pour les substances chimiques non cancérigènes, et elle correspond au coefficient de cancérigénicité (CC; en lien avec la dose d'exposition) ou au risque unitaire (RU; en lien avec le niveau d'exposition généralement dans l'air, et dans certains cas dans l'eau) pour les substances chimiques cancérigènes.

Les VTR devraient être présentées pour tous les CPP identifiés et pour chaque voie d'exposition. Cette partie du rapport pourrait également comprendre un résumé des principales préoccupations en matière de santé associées à l'exposition à des concentrations élevées de chaque contaminant, analyser les effets cancérigènes et non cancérigènes et classer s'il y a lieu les effets par voie d'exposition (orale, cutanée et inhalation). L'évaluation de la toxicité fournit une estimation du degré d'exposition à une substance chimique sans effet nocif prévu (substances chimiques à seuil) ou établit un lien entre la dose d'exposition à une substance chimique et le risque d'effet nocif (substances chimiques sans seuil). L'effet sur la santé peut être non cancérigène ou cancérigène (p. ex., l'arsenic). Les substances chimiques à seuil sont censées présenter un seuil au-dessous duquel aucun effet nocif



n'est attendu. Quant à elles, les substances chimiques sans seuil sont considérées comme susceptibles de causer des effets quel que soit le niveau d'exposition. Les substances chimiques cancérigènes sont généralement des substances sans seuil, bien que certaines substances non cancérigènes le soient également (p. ex., le plomb).

7.3.1 Substances chimiques à seuil

Les VTR sont exprimées sous forme de doses journalières tolérables (DJT) ou de doses de références (DRf) pour la voie orale, et sous forme de concentrations tolérables dans l'air ou de concentrations de référence (CRf) pour la voie d'inhalation. La DRf est une estimation de l'exposition quotidienne par voie orale et la CRf de l'exposition continue par inhalation que peut subir une population humaine (y compris les sous-populations sensibles) sans risque appréciable d'effets nocifs pendant toute la vie. La DRf et la CRf sont généralement établies pour des expositions chroniques (c.-à-d. pendant plusieurs années, voire tout au long de la vie). Toutefois, pour des durées d'exposition plus courtes, des DRf et des CRf subchroniques pourraient être utilisées dans l'ERSH pour évaluer les expositions intermittentes ou saisonnières (voir l'*annexe G*).

7.3.2 Substances chimiques sans seuil

Le CC est la limite supérieure du risque accru de cancer découlant d'une exposition à vie à une substance chimique. Le RU est la limite supérieure de l'estimation du risque additionnel de cancer (RAC) à vie découlant d'une exposition continue à un agent à une concentration de 1 µg/m³ dans l'air. Santé Canada (2010a, 2021b) fournit de plus amples précisions sur l'élaboration des VTR.

La plupart des VTR des ERSH peuvent être issues de publications. Les limites d'exposition professionnelle ne peuvent être utilisées dans une ERSH menée dans le cadre d'une évaluation de projet, ces valeurs ne s'appliquant qu'au scénario en milieu de travail. En règle générale, ce sont les VTR de Santé Canada qui devraient être utilisées; toutefois, les VTR peuvent être obtenues auprès d'autres organismes réglementaires. Les VTR peuvent provenir des sources suivantes :

- Santé Canada;
- l'Integrated Risk Information System de l'US EPA;
- l'Organisation mondiale de la Santé;
- le National Institute for Public Health and the Environment (Pays-Bas);
- l'Agency for Toxic Disease Registry;
- la California Environmental Protection Agency.

Les documents d'appui de toute VTR devraient être examinés pour s'assurer qu'ils sont à jour et adéquats et la sélection des VTR de tout CPP devrait être expliquée.

7.4 CARACTÉRISATION DES RISQUES

La caractérisation des risques consiste à quantifier les risques découlant d'une exposition aux CPP qui devraient provenir des activités d'un projet proposé. Ces risques sont quantifiés en comparant l'exposition estimée (section 7.2) à la VTR de chaque CPP (section 7.3). Cette étape consiste à déterminer si les risques prévus sont inférieurs aux niveaux cibles recommandés pour lesquels les risques sont jugés acceptables ou essentiellement



négligeables. Les risques de cancer et autres que le cancer sont évalués à l'aide des équations de l'*annexe E* et de celles du document d'orientation de Santé Canada (2010a). Un indice de risque (IR) est établi pour les substances chimiques à seuil (voir l'*annexe E*), alors que le risque est généralement exprimé sous forme de RAC à vie pour les substances chimiques sans seuil (voir la section 7.4.2 et l'*annexe G*). Santé Canada (2010a) fournit de plus amples précisions techniques sur l'évaluation des risques.

Les IR ou les RAC à vie de chaque CPP et récepteur devraient être décrits de façon détaillée et fournis pour chacune des voies d'exposition potentielles identifiées au cours de l'étape de l'énoncé du problème de chacun des scénarios d'évaluation. Les données devraient être présentées sous forme de tableau, accompagnées d'exemples pratiques et de tous les paramètres d'entrée clairement identifiés. Dans le cas des CPP pour lesquels il a été déterminé que les organes cibles et les mécanismes d'action étaient similaires, les IR ou les RAC à vie de chacune des voies d'exposition devraient être additionnés pour déterminer l'exposition totale par toutes les voies.

7.4.1 Substances chimiques à seuil

Dans toute ERSH, un IR cible de 1,0 est considéré comme applicable aux substances chimiques à seuil, en supposant que tous les milieux et voies d'exposition potentiels ont été pris en compte, y compris l'apport alimentaire naturel. Dans le cas où l'ERSH évalue uniquement les expositions découlant d'un projet (donc excluant les doses journalières de fond estimées pour les sources qui ne sont pas liées au projet, dont les biens de consommation, les aliments, l'air et l'eau), un IR cible inférieur ou égal à 0,2 sera jugé négligeable pour compenser les expositions qui n'ont pas été prises en considération. Il ne convient pas d'appliquer un IR cible de 1,0 pour évaluer les augmentations liées au scénario du projet seul, l'exposition totale pouvant alors dépasser cette cible et entraîner des risques inacceptables. Toutefois, il faudrait recourir le plus souvent possible à l'IR établi pour le scénario des conditions de base plus le projet pour chacun des CPP identifiés afin d'évaluer les risques potentiels associés à l'exposition humaine à la contamination. Les expositions de fond devraient comprendre toutes les expositions qui ne sont pas associées au projet proposé (y compris les aliments du commerce, le cas échéant). Un IR inférieur à 1,0 (scénario des conditions de base plus le projet) indique que les risques associés à un contaminant particulier sont probablement négligeables. Par contre, s'il est supérieur à 1,0 pour le scénario des conditions de base plus le projet (c.-à-d. que le niveau d'exposition prévu est supérieur à la VTR), il est nécessaire de déterminer s'il y a lieu de réduire l'incertitude présente dans l'évaluation des risques ou d'identifier les mesures d'atténuation à adopter pour réduire l'exposition à ce contaminant.

L'exposition estimée et la VTR doivent être exprimées dans les mêmes unités et représenter la même durée d'exposition (p. ex., exposition chronique ou subchronique).

Il est essentiel que l'exposition estimée et la VTR soient exprimées dans les mêmes unités et représentent la même durée d'exposition (c.-à-d. aiguë, subchronique ou chronique). Par exemple :

- une exposition chronique exprimée en mg/kg pc/j devrait être divisée par une DJT également exprimée en mg/kg pc/j;
- un niveau d'exposition subchronique exprimé en mg/m³ pourrait être divisé par une concentration tolérable pour une exposition subchronique également exprimée en mg/m³.



La DJT ou la DRf constitue une estimation prudente de la dose humaine qui n'entraînera aucun effet sur la santé pour la grande majorité de la population. L'ampleur du dépassement de la DRf avant l'apparition d'effets sur la santé devrait varier en fonction de la substance chimique. La caractérisation des risques devrait examiner les effets indésirables anticipés en fonction des résultats obtenus et des caractéristiques de la substance chimique.

Si les IR sont inférieurs à la valeur cible de 1,0 ou de 0,2, l'évaluation des risques pourra en conclure qu'aucun risque pour la santé humaine associé à l'exposition actuelle ou future aux CPP n'est attendu (tout en supposant que les expositions ont été estimées de façon prudente et que les calculs sont justes). Si les valeurs cibles sont dépassées, il sera recommandé de réduire l'incertitude dans l'ERSH ou d'identifier les mesures d'atténuation qui permettraient de réduire l'exposition aux CPP dans les milieux présentant des risques inacceptables.

7.4.2 Substances chimiques sans seuil

Seules les expositions aux CPP sans seuil (généralement des substances cancérogènes) découlant des activités du projet sont prises en compte lors de l'établissement du RAC à vie (soit le scénario du projet seul). L'exposition estimée (amortie s'il y a lieu) est multipliée par le CC ou le RU approprié pour estimer de façon prudente le RAC à vie possible associé à cette exposition. L'annexe E présente les calculs liés au RAC à vie.

Lorsqu'il existe des CC ou des RU propres à une voie, les risques associés à l'exposition par inhalation et ceux associés aux expositions orale et cutanée devraient être estimés séparément. Dans d'autres cas, les risques de cancer posés par une exposition simultanée par inhalation, contact cutané et ingestion devraient être estimés à l'aide de la VTR pour une exposition par voie orale.

Le RAC à vie représente la probabilité accrue de développer un cancer au cours de la vie à cause d'une exposition à un CPP cancérogène associé au projet (c.-à-d. en plus de la probabilité qui est liée à l'exposition de fond). Santé Canada (2021a) considère comme acceptable un RAC à vie d'un sur cent mille (1×10^{-5}). Un RAC à vie supérieur à cette valeur témoigne de la présence d'un risque possible pour la santé qui devrait faire l'objet d'un examen plus approfondi. Un RAC à vie inférieur à cette valeur est considéré comme essentiellement négligeable (Santé Canada, 2021a). Comme les risques de cancer sont exprimés sous forme de risques additionnels, les RAC à vie associés au scénario du projet seul permettent d'évaluer les risques sans prendre en compte les expositions de fond. Toutefois, l'évaluation du risque global (l'exposition de fond plus les risques additionnels) permettra de comprendre comment le projet et les conditions de base peuvent affecter la santé humaine. Si d'autres projets approuvés dans la même région sont également censés produire des CPP cancérogènes, il sera recommandé d'évaluer les effets cumulatifs en calculant les risques additionnels posés par une exposition à tous ces projets d'aménagement.

7.4.3 Mélanges de substances chimiques

En ce qui concerne l'exposition simultanée à des CPP ayant des organes cibles, des effets ou des mécanismes d'action similaires, jusqu'à preuve du contraire, les IR pour les effets autres que le cancer devraient être présumés additifs et additionnés. Ces risques sont



jugés négligeables lorsque l'IR total estimé est inférieur ou égal à 1,0. Les estimations des risques des substances chimiques ayant différents organes cibles, effets ou mécanismes d'action devraient être établies séparément (Santé Canada, 2010a).

Pour ce qui est des substances cancérigènes ayant le même organe cible et causant la même forme de cancer, les IR devraient être présumés additifs et donc additionnés. Dans ce cas, le risque total de cancer est jugé « essentiellement négligeable » lorsque le RAC total estimé est inférieur ou égal à 1×10^{-5} (Santé Canada, 2010a).

Un effet est additif lorsque l'effet combiné de plusieurs substances chimiques est égal à la somme des effets de chaque substance chimique prise individuellement (c.-à-d. que plus d'un CPP devrait agir sur le même organe cible et selon le même mécanisme d'action).

7.4.4 Scénario de base dépassant les niveaux de risques acceptables

Lorsqu'il a été déterminé que les risques pour la santé du scénario de base dépassent les niveaux de risque acceptables, ces dépassements devraient être indiqués pour les CPP, les voies d'exposition et les récepteurs humains concernés (p. ex., l'exposition naturelle au cadmium de personnes fréquentant une certaine région est déjà supérieure à l'IR unitaire avant même d'ajouter les effets prévus du projet). Toutes les hypothèses et les incertitudes devraient être clairement expliquées afin d'évaluer le niveau de prudence de l'évaluation et de déterminer si des efforts additionnels devraient être déployés pour préciser les risques liés aux conditions de base (p. ex., des prélèvements supplémentaires d'échantillons dans les milieux environnementaux et d'autres scénarios d'exposition réalistes – en prenant comme hypothèse, par exemple, un temps de séjour de moins de 100 % dans la ZEL ou la ZER). Notamment dans les projets menés dans des régions nordiques, il n'est pas rare que les concentrations de certains métaux (p. ex., le cadmium, le plomb et le mercure) soient déjà élevées chez certaines espèces (p. ex., les caribous, les orignaux, les poissons et les oies) ou dans leurs organes (p. ex., le foie et les reins) servant d'aliments traditionnels. Si les niveaux de risque calculés sont plus élevés que les niveaux acceptables (p. ex., la consommation modérée d'un aliment traditionnel donné devrait entraîner un dépassement de l'estimation de l'exposition alimentaire totale au 90^e centile), le promoteur devra peut-être en aviser les autorités sanitaires locales. Plusieurs ministères provinciaux et territoriaux et organismes jouent un rôle en matière de surveillance des aliments susceptibles d'être contaminés et de diffusion d'avis en matière de consommation. Santé Canada fournit également des renseignements généraux au sujet de l'élaboration et de la diffusion d'avis en matière de consommation.

Dans le cas où des concentrations de CPP découlant du projet seraient supérieures aux niveaux de risque acceptables établis dans le scénario de base, il est suggéré de prélever d'autres échantillons pour assurer la protection de la santé humaine, l'accent étant mis sur les espèces et les organes susceptibles de présenter des concentrations accrues de CPP. Des prélèvements sur le site et hors site contribueraient à établir des concentrations de fond fiables qui pourraient servir de référence à de futures évaluations. De telles données permettraient d'identifier d'autres mesures d'atténuation ou approches de gestion des risques (p. ex., un traitement additionnel de l'eau rejetée, des plans de gestion de la poussière, une réduction des équipements à moteur diesel) se concentrant sur les voies d'exposition les plus susceptibles d'être touchées.



7.5 ANALYSE D'INCERTITUDE ET DE SENSIBILITÉ

L'évaluation de l'incertitude et de la variabilité associées aux estimations des risques, et la sensibilité de ces estimations aux modifications apportées aux paramètres clés de la modélisation sont des éléments essentiels du processus d'ERSH. L'analyse d'incertitude et de sensibilité devrait être effectuée pour toutes les estimations des risques, qu'elles soient qualitatives ou quantitatives.

7.5.1 Incertitude

Comme toutes les évaluations des risques s'inscrivant dans la démarche prédictive reposent sur des modèles, l'incertitude présente dans les estimations, qui peut découler de données insuffisantes ou estimées, ou encore de facteurs ou de coefficients inexacts de transmission ou d'absorption, dépend de la précision des paramètres du modèle et des hypothèses. Cette incertitude provient également d'une compréhension incomplète des processus modélisés et de représentations simplifiées de la réalité dans les modèles informatiques. Elle n'invalide pas nécessairement les résultats du modèle ou l'estimation des risques. Toutefois, la reconnaissance et la description de l'incertitude ainsi que la qualité des hypothèses de départ permettent d'interpréter les estimations des risques. Le degré d'incertitude peut être réduit en consacrant suffisamment de temps et de ressources pour accroître et affiner les données (Santé Canada, 2010a). L'évaluation des incertitudes peut être qualitative ou quantitative selon le niveau de complexité de l'évaluation des risques et les types d'incertitudes identifiés (Santé Canada, 2010a).

La présence de lacunes dans les données ou les hypothèses formulées lors de l'évaluation peuvent mener à une sous-estimation ou une surestimation des risques pour la santé humaine, ou à l'élaboration de stratégies de gestion des risques ou de programmes de surveillance ou de suivi inappropriés. Afin d'attirer l'attention sur ces lacunes et ces hypothèses, une analyse des incertitudes et de la variabilité présentes à toutes les étapes de l'ERSH devrait être incluse dans la partie abordant les incertitudes.

L'incertitude peut être réduite dans une évaluation des risques plus approfondie lorsque des données supplémentaires sont disponibles. Le niveau de prudence de l'ERSH repose également sur le niveau de prudence inhérent à la prédiction des concentrations de substances chimiques dans les milieux environnementaux, qui constituent les variables d'entrée de l'évaluation des risques. Toutefois, le niveau de prudence varie d'une hypothèse à l'autre et le rapport doit indiquer l'incertitude associée à l'évaluation. Les sources d'incertitude liées aux ERSH dans plusieurs milieux comprennent notamment :

- la collecte de données de base permettant de caractériser les expositions de fond (p. ex., la qualité et la quantité d'échantillons);
- l'utilisation de données issues d'autres sources ou d'autres emplacements pour représenter les conditions de base régnant sur le site en l'absence de données de base;
- les données d'entrée (et la variabilité inhérente à ces données) sur lesquelles repose la modélisation du devenir et du transport dans l'environnement (p. ex., la vitesse et la direction du vent pour la modélisation de l'air, et les débits des cours d'eau pour la modélisation de l'eau de surface);



- l'utilisation de données modélisées pour prédire les futures émissions liées au projet (p. ex., les modèles de qualité de l'air et les modèles de dispersion dans l'eau de surface), l'extrapolation reposant sur les données existantes;
- l'utilisation de données de substitution pour certains types d'aliments traditionnels pour lesquels il n'existe aucune donnée (p. ex., l'utilisation de concentrations de CPP dans les tissus d'originaux pour représenter les concentrations de CPP chez les grands mammifères);
- l'utilisation de modèles afin de prédire les concentrations de CPP dans d'autres milieux (p. ex., la modélisation de dépôts aériens pour prédire les concentrations dans le sol et la végétation, et les modèles d'absorption pour prédire les concentrations de contaminants dans le biote aquatique à partir de concentrations dans l'eau de surface et les sédiments);
- l'utilisation de caractéristiques générales des récepteurs pour estimer les doses d'exposition (p. ex., les taux de consommation et les fréquences d'exposition);
- la représentativité des valeurs statistiques (p. ex., la LSCM 95 % et les concentrations maximales) servant à représenter les concentrations de CPP;
- une connaissance limitée de l'utilisation future du terrain et des expositions futures des récepteurs;
- les questions de confidentialité liées aux connaissances traditionnelles relatives à l'utilisation passée, actuelle et future des terres, y compris les aires clés de cueillette des aliments traditionnels;
- l'exposition humaine à plusieurs substances chimiques;
- l'extrapolation des VTR d'études animales à l'homme;
- l'absence de VTR pour certaines substances chimiques.

L'incertitude globale dans l'évaluation des risques et le niveau de confiance et de prudence (c.-à-d. une surestimation ou une sous-estimation des risques) devraient être examinés. Les hypothèses clés qui peuvent influencer sur le niveau de prudence devraient être soulignées. S'il y a lieu, les importantes lacunes de données devraient être identifiées et accompagnées de recommandations pour les corriger (p. ex., des prélèvements supplémentaires d'échantillons de référence, de futurs plans de surveillance pour valider les prédictions du modèle) (Santé Canada, 2010a).

7.5.2 Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité permet de déterminer l'effet des paramètres et des hypothèses des modèles utilisés sur les résultats de l'analyse de risques. Elle permettra d'accroître le niveau de confiance accordé à l'évaluation des risques si des changements apportés au niveau de paramètres fortement incertains ou variables n'entraînent que des changements mineurs dans l'estimation des risques. L'analyse de sensibilité permet également d'identifier les paramètres qui ont le plus d'influence sur les résultats et d'informer l'évaluateur des risques de la nécessité de recueillir des données supplémentaires, ce qui permettrait d'augmenter de façon importante le niveau de confiance de l'évaluation des risques.

L'ERSH pourrait également donner lieu à l'adoption de mesures d'atténuation qui sont généralement des mesures opérationnelles ou institutionnelles permettant de réduire l'exposition ou d'éliminer des voies d'exposition. L'analyse de sensibilité devrait prendre en compte les risques découlant de l'échec de telles mesures et leur impact sur la santé

humaine. Par exemple, l'ERSH a évalué l'exposition humaine aux poussières en suspension dans l'air en supposant que la mesure d'atténuation proposée (p. ex., l'arrosage de routes non revêtues et d'amas de stériles) réduit les niveaux de poussières de 90 %. Toutefois, si les arroseuses ne parvenaient pas à atteindre ce niveau de réduction en période particulièrement sèche, les risques pour la santé humaine prévus pourraient être sous-estimés. Une estimation des risques établie avec et sans mesures d'atténuation permettra alors à l'évaluateur de déterminer le niveau d'efforts nécessaires à la mise en œuvre de mesures d'atténuation adéquates.

7.6 DÉTERMINATION DE L'ÉTENDUE DES EFFETS ET DES RISQUES

Un résumé des résultats de l'ERSH permettra de déterminer l'étendue des effets prévus. Tout CPP pour lequel l'IR ou le RAC à vie est supérieur aux valeurs cibles acceptables mentionnées plus haut devrait être examiné pour établir les risques qu'il pose pour la santé humaine. Il n'est pas nécessaire de déterminer les effets de CPP pour lesquels les IR ou les RAC à vie sont inférieurs aux valeurs cibles acceptables, puisque ces CPP sont considérés comme présentant un risque négligeable pour la santé.

Le volet de l'évaluation consacré à l'ERSH emploie une approche particulière pour classer les effets résiduels et évaluer les risques, car de nombreux critères (c.-à-d. l'étendue géographique, la durée, la fréquence et la réversibilité) font déjà partie intégrante des estimations des risques et ne sont donc pas considérés comme des variables indépendantes. Dans l'EI d'un projet proposé, l'étendue des effets et des risques sanitaires peut être évaluée selon les éléments suivants :

- le contexte, axé sur une comparaison entre les estimations des risques du scénario d'évaluation et celles du scénario de base pour évaluer les changements qui pourraient être attribués au projet proposé ou au projet en combinaison avec de futurs projets d'aménagement;
- l'ampleur des risques établie par le calcul des IR ou des RAC à vie;
- le niveau de prudence et d'incertitude de l'analyse.

S'il est recommandé d'adopter des mesures d'atténuation pour éliminer des risques inacceptables, le niveau de risque devrait être établi avant et après l'adoption de telles mesures.

Le tableau 7.2 ci-dessous présente les éléments à prendre en compte lors de l'établissement du niveau de risque.



Tableau 7.2 : Détermination des risques pour la santé humaine

Critères d'évaluation	Critères d'analyse	Analyse des effets résiduels
Contexte	Comparaison des scénarios d'évaluation (p. ex., comparaison entre le scénario de base et celui des effets cumulatifs)	Déterminer pour chaque scénario d'évaluation si les estimations des risques du scénario des conditions de base plus le projet et celles du scénario des effets cumulatifs sont supérieures à celles du scénario de base et dans quelle mesure.
Ampleur	Identification des principales voies d'exposition	Identifier les voies qui contribuent aux estimations des risques et décrire leur contribution relative pour mieux comprendre le niveau de prudence et d'incertitude associé à ces estimations.
	Ampleur des estimations des risques et des estimations des risques cumulatifs des scénarios d'évaluation (p. ex., le projet seul, les conditions de base plus le projet, et les conditions de base plus le projet en combinaison avec d'autres futurs projets d'aménagement raisonnablement prévisibles)	<p>Pour chaque scénario d'évaluation, identifier les récepteurs touchés et leur emplacement, et comparer pour chaque CPP l'ampleur des risques estimés à leur niveau de référence. Les éléments suivants peuvent influencer sur l'évaluation de l'ampleur d'un effet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la variabilité naturelle, les fluctuations normales ou des changements dans les conditions de base (p. ex., si la population a déjà été touchée par d'autres activités concrètes ou un changement naturel, et des sous-populations vulnérables ou affectées de manière disproportionnée); • l'échelle d'examen de l'ampleur (p. ex., le pourcentage de la population touchée peut représenter 80 % à l'échelle locale et 5 % au niveau régional).



Critères d'évaluation	Critères d'analyse	Analyse des effets résiduels
Niveau de confiance et d'incertitude associé à la prédiction	Prudence et incertitude associées aux prédictions	Identifier les sources d'incertitude associées aux prédictions et les taux de dépôt servant à prédire les concentrations de CPP (p. ex., l'incertitude à l'égard des taux d'émission et des facteurs atténuants). Indiquer si la prédiction constitue probablement une surestimation, une sous-estimation ou une estimation raisonnable des concentrations de CPP.
	Prudence dans les hypothèses d'exposition	Identifier les sources d'incertitude dans les hypothèses d'exposition permettant de calculer les doses d'exposition (p. ex., l'utilisation d'un taux de consommation moyen ou maximal pour générer les estimations de l'exposition).
	Prudence dans les VTR	Identifier les sources d'incertitude dans les études clés servant à établir la VTR ainsi que les facteurs d'incertitude utilisés pour établir cette VTR.
Détermination du risque global		Fournir une appréciation globale des risques reposant sur les estimations et les incertitudes mentionnées plus haut (négligeable, faible, modéré ou élevé), et l'accompagner d'une analyse raisonnée.

7.7 RECOMMANDATIONS

Le rapport devrait inclure des recommandations relatives à l'atténuation de toute exposition pouvant générer des risques inacceptables pour la santé pour toutes les phases du projet évaluées et tous les milieux environnementaux susceptibles d'être touchés. L'atténuation vise à éliminer, réduire ou maîtriser les effets négatifs d'un projet sur l'environnement. Lorsqu'un risque est identifié dans l'ERSH, les mesures d'atténuation requises devraient être décrites. Les estimations des risques devraient également être établies avec et sans mesures d'atténuation proposées. Il est recommandé à tout projet de réduire le plus possible les émissions dans l'environnement à l'aide de mesures réalisables sur les plans technique et économique; les recommandations ne devraient donc jamais être considérées comme des seuils de pollution tolérables. Santé Canada adhère aux principes des standards pancanadiens et à ceux de leur successeur, le système de gestion de la qualité de l'air, qui comprennent la protection des régions non polluées et l'amélioration continue (CCME, 2000); Santé Canada s'attend à ce que les promoteurs agissent comme des entreprises socialement responsables et réduisent le plus possible les effets de leurs projets sur la santé humaine et l'environnement. Santé Canada collabore avec le CCME pour élaborer et mettre à jour les recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (CCME, 1999). Par exemple, le Comité de gestion de l'air du CCME a notamment pour mandat de recommander des priorités d'action coopérative sur des



questions existantes et émergentes de qualité de l'air et de superviser la mise en œuvre des aspects collectifs du système de gestion de la qualité de l'air. En 2019, le CCME a publié un document d'orientation sur la gestion des zones atmosphériques qui donne des indications sur la façon dont les provinces et les territoires peuvent mettre en œuvre la gestion des zones atmosphériques pour faciliter l'atteinte des normes canadiennes de qualité de l'air ambiant, favoriser l'amélioration continue et protéger les régions non polluées.

Santé Canada s'attend à ce que des mesures d'atténuation et de suivi appropriées soient proposées, notamment dans les situations suivantes :

- un risque potentiel pour la santé humaine est prévu;
- le niveau d'incertitude concernant les effets du projet sur l'environnement est élevé;
- la contribution du projet cause une détérioration importante de la qualité de l'environnement par rapport aux niveaux actuels;
- le projet proposé est situé dans une région qui subit déjà des pressions environnementales d'autres projets d'aménagement.

La documentation de l'EI devrait fournir des renseignements sur les mesures d'atténuation qui touchent les voies fonctionnelles lorsque les risques sont jugés inacceptables. L'élimination des poussières, le remplacement de moteurs à combustion par des moteurs électriques, le traitement des eaux de ruissellement, et le déboisement et le défrichage de zones à inonder sont des exemples de mesures d'atténuation. Dans la mesure du possible, le rapport devrait aborder en détail les études de modélisation ainsi que toute mesure de suivi ou tout résultat antérieur relatif à une stratégie d'atténuation permettant d'expliquer l'efficacité anticipée d'une telle stratégie. Le risque de contamination de l'environnement par les activités d'un projet mené dans une région déjà largement contaminée pourrait contribuer à la mise œuvre de mesures d'atténuation supplémentaires.

8

SURVEILLANCE

8.1 QUAND ET POURQUOI METTRE EN ŒUVRE DES MESURES DE SURVEILLANCE

Il est recommandé de mettre en œuvre des mesures de surveillance au cours des phases de certains projets pour déterminer l'exactitude des prédictions de l'ERSH, vérifier le caractère approprié des hypothèses et permettre de mettre en œuvre ou de modifier des mesures d'atténuation (soit une gestion adaptative). La portée de la surveillance repose sur les activités du projet, les effets prévus sur la santé et les concentrations prédites de CPP – notamment celles qui frôlent des niveaux de risque inacceptables. Les activités de surveillance peuvent faire partie d'un programme de suivi pour valider l'exactitude des prédictions de l'évaluation ou déterminer l'efficacité des mesures d'atténuation.

Santé Canada encourage la surveillance des contaminants dans un milieu environnemental pour valider l'exactitude des prédictions (en particulier lorsque les estimations des risques frôlent des niveaux acceptables et qu'elles aient pu sous-estimer les risques) et déterminer l'efficacité des mesures d'atténuation. Il est également recommandé de surveiller certaines substances chimiques lorsque leurs émissions sont ou devraient être liées à un risque élevé ou que le projet contribue à accroître leurs concentrations au-dessus des concentrations de fond. La surveillance est aussi souhaitable s'il y a présence de populations autochtones ou des préoccupations du public quant à la possibilité d'effets nocifs. La surveillance permettrait de déterminer si les modèles utilisés dans l'ERSH ont entraîné une sous-estimation ou une surestimation des risques pour la santé. Il est recommandé de refaire l'ERSH et de réévaluer l'efficacité des mesures d'atténuation proposées si les résultats de la surveillance indiquent que les concentrations de CPP sont plus élevées que prévu.

Les questions ci-dessous peuvent servir à déterminer s'il est nécessaire de surveiller les effets d'un projet sur les concentrations de CPP dans un milieu environnemental donné :

- Le public est-il préoccupé par la possibilité de contamination?
- Les populations locales sont-elles plus sensibles aux contaminants issus du projet (p. ex., en raison de conditions préexistantes comme l'asthme, ou encore d'une exposition aux polluants atmosphériques émis par d'autres projets menés dans la région, qui a déjà provoqué des effets respiratoires aigus)?
- Existe-t-il de l'incertitude au sujet d'une ou de plusieurs concentrations prédites de CPP dans un milieu environnemental liées aux activités du projet?
- Compte tenu des concentrations prédites de CPP dans les milieux environnementaux, prévoit-on des dépassements des IR ou des RAC à vie cibles ou alors les IR ou les RAC à vie se rapprochent-ils des valeurs cibles?
- Les concentrations de fond des contaminants sont-elles déjà élevées ou encore certaines régions sont-elles évitées par crainte d'une contamination?
- Y a-t-il déjà eu des cas de contamination dans des régions situées à proximité du projet proposé?



- Est-il possible que de nouveaux CPP – substances chimiques qui ne sont pas inscrites sur la liste intérieure de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* ou dont les données relatives à l'absorption dans les aliments traditionnels ou aux effets sur la santé humaine sont limitées – soient rejetés, émis ou mobilisés en raison des activités du projet?
- Utilise-t-on de nouvelles technologies ou substances chimiques dans le cadre des activités du projet?

8.1.1 Plans de surveillance

Les éléments clés dont il faut tenir compte lors de l'élaboration d'un plan de surveillance sont les suivants :

- les CPP et les milieux environnementaux devant faire l'objet d'une surveillance;
- le début des mesures de surveillance;
- les endroits à surveiller;
- la fréquence et la durée des mesures de surveillance;
- le type d'équipement devant être utilisé pour la surveillance (p. ex., échantillonnage en temps réel vs échantillonnage en masse, et échantillonneurs passifs vs échantillonneurs actifs);
- les aliments traditionnels à surveiller (p. ex., des végétaux ou des petits fruits, des poissons et des espèces terrestres) et les tissus à échantillonner (p. ex., les muscles ou les organes des mammifères, et les poissons entiers ou les filets);
- les limites de détection pour chaque CPP et chaque type de tissus;
- le moment de la collecte d'échantillons, y compris les variations saisonnières (p. ex., la disponibilité des aliments traditionnels dépend des saisons; les concentrations dans l'air aux emplacements fréquentés par les récepteurs varient selon les saisons en raison du vent et d'autres facteurs);
- un plan de communication et d'action.

Pour tout plan de surveillance, il est important de prélever un nombre représentatif d'échantillons au cours des différentes saisons et à des emplacements où des récepteurs humains sont susceptibles d'être touchés, tout en accordant une importance particulière à ces emplacements où les conditions d'exposition sont les plus défavorables. Santé Canada peut, sur demande, fournir des renseignements ou des connaissances sur l'implantation de stations de surveillance dans les régions ayant une importante présence humaine (p. ex., résidences permanentes, saisonnières ou occasionnelles).

Si la surveillance indique que les concentrations prédites de CPP ont été sous-estimées ou surestimées ou si la portée du projet a changé, l'évaluation des risques pourra être affinée pour prendre en compte de nouvelles données (dans le cadre d'une gestion adaptative). En supposant que les conditions demeurent inchangées, la mise à jour de l'évaluation des risques devrait se concentrer sur les voies d'exposition présentant les risques les plus élevés. Il faudrait envisager des mesures d'atténuation additionnelles ou différentes à cette étape s'il y a lieu de penser que les risques ont été sous-estimés ou que les conditions ont changé, entraînant ainsi des risques inacceptables pour la santé humaine.



9

RÉFÉRENCES

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). (2000). *Standards pancanadiens relatifs aux particules (PM) et à l'ozone*. www.ccme.ca/files/Resources/fr_air/fr_pmozone/pmozone_standard_f.pdf.

CCME. (2019). *Guide sur la gestion des zones atmosphériques*. https://ccme.ca/fr/res/guidancedocumentonairzonemanagement_fr_secured.pdf.

CCME. (2016). *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine : Volume 1 Orientations*.

Environnement et Changement climatique Canada. (2003). *Document d'orientation sur la catégorisation écologique des substances organiques et inorganiques inscrites sur la liste intérieure des substances du Canada : Détermination de la persistance, du potentiel de bioaccumulation, et de la toxicité inhérente des organismes non humains*. Juin 2003. Division des Substances existantes.

Étude sur l'alimentation, la nutrition et l'environnement chez les Premières Nations. (2016). Disponible à : www.fnfnes.ca/fr/download. Consulté en décembre 2016.

Haber LT, Sandhu R, Li-Muller A, Mohapatra A, Petrovic S and Bette Meek ME. (2016). *Framework for human health risk assessment of noncancer effects resulting from short-duration and intermittent exposures to chemicals*. Journal of Applied Toxicology, 36, pp.1077–1089.

Haines, D.A., Legrand, M., Arbucle T. E., van Oostdam J., Dabeka R. W., Tikhonov C. et Fraser, W. (2012). *Examples of Ongoing International Surveys: Canada*. Dans : Issues in Toxicology No. 9. Biomarkers and Human Biomonitoring, Volume 1 : Ongoing Programs and Exposures. Révisé par Lisbeth E. Knudsen et Domenico Franco Merlo. Royal Society of Chemistry.

Loi sur l'évaluation d'impact. L.C. 2019, ch. 28, art.1. (2019). Disponible à : <https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/I-2.75.pdf>.

Santé Canada. (2010a). *L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada, Partie V : L'évaluation quantitative détaillée des risques pour la santé humaine associés aux substances chimiques (ÉQDR_{CHIM})*. Septembre 2010. Division des lieux contaminés, Direction de la sécurité des milieux.

Santé Canada. (2010b). *L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada : Guide supplémentaire sur l'évaluation des risques pour la santé humaine liés aux aliments d'origine locale (ÉRS_{ALIMENTS})*. Octobre 2010. Division des lieux contaminés, Direction de la sécurité des milieux.

Santé Canada. (2013). *L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada, Document d'orientation provisoire sur l'évaluation des risques pour la santé humaine associés à une exposition de courte durée aux substances cancérigènes présentes dans les sites contaminés*. Division des lieux contaminés, Direction de la sécurité des milieux.



Santé Canada. (2015). *Vue d'ensemble du Troisième rapport sur la biosurveillance humaine des substances chimiques de l'environnement au Canada*. Disponible à : <https://publications.gc.ca/site/eng/9.802318/publication.html>.

Santé Canada. (2021a). *L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada: l'évaluation quantitative préliminaire des risques (ÉQPR) pour la santé humaine, version 3.0*. Ottawa, Ontario .

Santé Canada. (2021b). *L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada : Valeurs toxicologiques de référence (VTR), version 3.0*. Division des lieux contaminés, Direction de la sécurité des milieux.

Santé Canada. (2023a). *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LES EFFETS RADIOLOGIQUES*. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Ottawa, Ontario.

Santé Canada. (2023b). *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LE BRUIT*. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Ottawa, Ontario.

Santé Canada. (2023c). *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LES ALIMENTS TRADITIONNELS*. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Ottawa, Ontario.

Santé Canada. (2023d). *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LA QUALITÉ DE L'AIR*. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Ottawa, Ontario.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2005a). *Human health risk assessment protocol for hazardous waste combustion facilities, Chapter 5 Estimating media concentrations*. Office of Solid Waste and Emergency Response.

US EPA. (2005b). *Supplemental guidance for assessing susceptibility from early-life exposure to carcinogens*. Washington, DC: Risk Assessment Forum. EPA/630/R-03/003F.

US EPA. (2005c). *Guidelines for carcinogen risk assessment*. Washington, DC: Risk Assessment Forum. EPA/630/P-03/001F

Organisation mondiale de la Santé. (1999). *Health Impact Assessment: Main concepts and suggested approach, Gothenburg consensus paper*. Décembre 1999. Centre européen de l'OMS pour la politique de la santé, Bureau régional de l'Europe. Bruxelles.

ANNEXE A | GLOSSAIRE

Terme	Définition
Aliment du commerce (<i>Retail food / commercial food</i>)	Tout aliment destiné à la vente commerciale dans une épicerie.
Aliments traditionnels (<i>country food</i>)	Aliments piégés, pêchés, chassés, récoltés ou cultivés à des fins de subsistance ou médicinales à l'extérieur de la chaîne alimentaire commerciale, qui ne sont pas réglementés en vertu de la Loi sur les aliments et drogues, dont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> • la faune aquatique et terrestre qui est pêchée, piégée, chassée ou récoltée (p. ex., le gibier à poil ou à plume, les poissons et les fruits de mer) et destinée à la consommation domestique; • les fruits et légumes récoltés dans la nature (p. ex., les petits fruits, les graines, les feuilles, les racines et les lichens); • les tissus végétaux (p. ex., les racines, les écorces, les feuilles et les graines) consommés à des fins médicinales ou autres (p. ex., les thés); • les produits agricoles (p. ex., les fruits, les légumes et les champignons) cultivés dans les potagers ou les vergers privés; • la faune aquatique et terrestre (et ses sous-produits) produite uniquement pour la consommation domestique (p. ex., les canards, les poulets ou autres volailles, les œufs et les produits laitiers).
Emplacement des récepteurs humains (<i>Human receptor location</i>)	Dans le cadre d'une évaluation, tout lieu où peut se trouver une personne, que ce soit de façon temporaire (p. ex., des activités récréatives) ou permanente (résidences et collectivités).
ERSH dans plusieurs milieux (<i>Multi-media HHRA</i>)	Évaluation des risques pour la santé humaine qui évalue l'exposition humaine à des contaminants présents dans plus d'un milieu environnemental (p. ex., l'air, le sol, l'eau et les aliments).
Milieu environnemental (<i>Environmental media</i>)	L'air, le sol, les sédiments, l'eau de surface, l'eau souterraine, et la flore et la faune terrestres et aquatiques.
Phase de projet (<i>Project phase</i>)	Construction, exploitation, désaffectation ou fermeture, ou postfermeture.
Populations autochtones (<i>Indigenous peoples</i>)	Aussi appelées peuples autochtones; désignent notamment les Premières Nations, les Inuits et les Métis vivant ou non dans les réserves.



Terme	Définition
Récepteur humain <i>(Human receptor)</i>	En général, dans une évaluation, toute personne susceptible d'être touchée actuellement ou à l'avenir par les activités d'un projet.
Récepteur humain sensible <i>(Sensitive human receptor)</i>	Toute personne plus sensible à une exposition à un contaminant. Il peut s'agir de personnes atteintes de maladies graves ou chroniques (p. ex., l'asthme ou le diabète), de nourrissons ou de tout-petits, de femmes enceintes ou de personnes âgées.
Scénarios d'évaluation <i>(Assessment scenario)</i>	Les conditions de base (sans le projet), le projet seul, les conditions de base plus le projet, et les conditions de base plus le projet ainsi que tout autre futur projet d'aménagement raisonnablement prévisible (le scénario des effets cumulatifs).
Substance chimique à seuil <i>(Threshold chemical)</i>	Substance chimique pour laquelle aucun effet nocif n'est observé au-dessous d'une certaine dose. Il s'agit généralement de substances non cancérogènes.
Substance chimique sans seuil <i>(Non-threshold chemical)</i>	Substance chimique pour laquelle il existe un risque d'effets nocifs, quel que soit le niveau d'exposition s'il est non nul. Il s'agit généralement de substances chimiques cancérogènes.
Voie d'exposition <i>(Exposure pathway)</i>	Moyen par lequel un récepteur humain peut être exposé à un contaminant potentiellement préoccupant présent dans un milieu environnemental et comprend l'inhalation, l'ingestion et le contact cutané.

ANNEXE B | LISTE DE VÉRIFICATION D'UNE ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE

Cette liste de vérification peut être utilisée pour vérifier si les principaux éléments d'une évaluation des risques à la santé humaine ont été réalisés. Il serait utile d'annexer cette liste à l'étude d'impact (ou document équivalent) pour repérer l'emplacement des éléments se rapportant à l'évaluation des risques à la santé humaine, surtout lorsque ces éléments figurent dans plus d'une section du document.

✓	Point	Section de l'EI
	1. Le rapport contient-il (s'il y a lieu) une description des conditions de base à l'emplacement du projet, incluant les concentrations de contaminants actuelles dans l'air, le sol, l'eau souterraine, l'eau de surface et les aliments traditionnels?	
	2. Le cadre physique du projet proposé est-il adéquatement décrit à l'aide de cartes et de plans de situation?	
	3. L'énoncé de problème contient-il un énoncé des objectifs (p. ex., déterminer s'il existe des risques potentiels pour la santé humaine qui empêcheraient la réalisation du projet)?	
	4. La portée et la complexité de l'évaluation des risques ont-elles été adéquatement décrites (c.-à-d. évaluation qualitative vs évaluation quantitative des risques)?	
	5. La complexité de l'évaluation convient-elle? La conformité peut être basée sur : <ul style="list-style-type: none"> • la nature du projet (en particulier s'il s'agit d'une nouvelle ou d'une grande entreprise qui génère ou pourrait générer d'importants niveaux de contamination); • le nombre et le type de contaminants en cause; • la disponibilité des critères de dépistage et des données sur la toxicité applicable; • les niveaux d'exposition estimés ou prévus; • le nombre et la complexité des voies d'exposition humaine; • l'emplacement et la sensibilité des récepteurs humains; • la qualité des données de base du projet; • la demande de justifications ou de précisions additionnelles du promoteur ou de l'autorité concernant les risques potentiels associés au projet proposé; • le niveau de préoccupation du public. 	



✓	Point	Section de l'EI
	6. Des données de base adéquates ont-elles été recueillies? Surtout, les concentrations de fond des contaminants susceptibles d'être produits par les activités du projet ont-elles été analysées dans les milieux concernés?	
	7. Un modèle conceptuel a-t-il été présenté? Semble-t-il complet? Ce modèle devrait comprendre les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> • toutes les sources de contamination potentielles; • tous les CPP potentiels; • tous les groupes de récepteurs critiques; • toutes les voies d'exposition potentielles. 	
	8. Les sources d'information des CPP ont-elles toutes été identifiées (p. ex., provenant de projets similaires et de documents se rapportant au secteur concerné)?	
	9. Les CPP pertinents ont-ils tous été identifiés? Y a-t-il suffisamment d'informations pour déterminer si les CPP de chacune des phases du projet ont tous été identifiés?	
	10. Y a-t-il des contaminants dont la présence a été détectée, mais qui n'ont pas fait l'objet d'un examen plus poussé dans l'ERSH? Leur exclusion a-t-elle été justifiée?	
	11. L'emplacement de tous les récepteurs humains actuels et potentiels ainsi que leur proximité au site du projet ont-ils été identifiés?	
	12. Les récepteurs humains actuels et potentiels les plus sensibles (p. ex., les écoles, les garderies, les hôpitaux et les résidences pour personnes âgées) ainsi que leur emplacement et leur proximité au site du projet ont-ils tous été identifiés?	
	13. Les CPP ont-ils été évalués à l'aide des recommandations les plus prudentes? Dans le cas contraire, une justification appropriée a-t-elle été fournie?	
	14. L'ERSH a-t-elle pris en compte les concentrations maximales prédites de CPP dans tous les milieux concernés? Dans le cas contraire, l'utilisation d'autres valeurs a-t-elle été justifiée?	
	15. Les voies d'exposition pertinentes, actuelles et potentielles ont-elles toutes été décrites pour les récepteurs les plus sensibles? Y a-t-il suffisamment d'informations pour déterminer si toutes les voies d'exposition ont été décrites pour les récepteurs les plus sensibles?	
	16. Les voies d'exposition incomplètes ont-elles toutes été décrites et leur exclusion a-t-elle été justifiée?	

✓	Point	Section de l'EI
	17. Des lacunes en matière de données existantes ont-elles été identifiées? Dans l'affirmative, est-il indiqué de quelle manière elles seront réduites le plus possible (p. ex., surveillance ou suivi)?	
	18. Les concentrations potentielles de CPP ont-elles été calculées dans les différents milieux environnementaux?	
	19. Les concentrations de CPP ont-elles été comparées à des critères fédéraux ou provinciaux de dépistage pour identifier les contaminants devant faire l'objet d'un examen plus poussé dans l'ERSH?	
	20. Les récepteurs potentiels les plus sensibles ont-ils été évalués dans l'ERSH (c.-à-d. les tout-petits en milieu résidentiel pour les substances non cancérigènes et les récepteurs permanents pour les substances cancérigènes)? Dans le cas contraire, l'utilisation de récepteurs moins sensibles a-t-elle été justifiée?	
	21. La durée d'exposition prévue a-t-elle été établie pour tous les récepteurs concernés (p. ex., 24 heures par jour, 365 jours par année pour les résidents)? L'utilisation de durées d'exposition inférieures aux valeurs maximales a-t-elle été justifiée (p. ex., 24 heures par jour, 90 jours par année pour l'utilisateur saisonnier d'un chalet)?	
	22. S'il y a lieu, les effets cumulatifs associés à tous les autres projets potentiels ont-ils été pris en compte dans le scénario des projets d'aménagement futurs de l'ERSH?	
	23. Les incertitudes de chaque étape de l'ERSH ont-elles été décrites de manière qualitative ou quantitative?	
	24. Lors de la caractérisation des risques, les voies d'exposition, les récepteurs sensibles et les CPP ayant eu le plus d'influence sur les résultats de l'évaluation des risques ont-ils été identifiés, et les incertitudes connexes ont-elles fait l'objet d'une attention particulière? Par exemple, l'évaluation des risques a-t-elle abordé le dépassement du RAC à vie total de 1×10^{-5} et les incertitudes rattachées à ce dépassement?	
	25. Les incertitudes ont-elles été évaluées pour déterminer si certaines avaient été jugées inacceptables (p. ex., en raison de l'ampleur des variations) ou si des informations supplémentaires étaient requises pour établir les risques potentiels pour l'homme?	
	26. Des conclusions concernant les risques posés par les CPP identifiés, l'acceptabilité des incertitudes identifiées et les lacunes dans les données ont-elles été fournies?	
	27. Des hypothèses ou des jugements professionnels émis au départ ont-ils été réitérés dans les conclusions de l'évaluation des risques avec une justification appropriée?	



✓	Point	Section de l'EI
	28. Des recommandations (p. ex., nécessité de recueillir des données supplémentaires, ou des mesures d'atténuation, de surveillance, de suivi ou de gestion des risques différentes) ont-elles été émises lorsque des risques non négligeables, des incertitudes inacceptables ou des lacunes dans les données ont été relevés?	
	29. Des exemples pratiques portant sur une substance cancérigène et une substance non cancérigène ont-ils été inclus pour chaque voie d'exposition? Ces exemples permettent-ils de suivre pas à pas les calculs des risques et de comprendre comment les résultats ont été obtenus?	
	30. Un programme de suivi a-t-il été élaboré pour évaluer l'exactitude des prédictions de l'ERSH?	
	31. Un plan de gestion des risques présentant les mesures d'atténuation ou de surveillance appropriées à mettre en œuvre dans l'éventualité de risques non négligeables pour l'homme a-t-il été élaboré?	
	32. En l'absence d'un plan de gestion des risques, des mesures d'atténuation qui contribuent à ramener les risques à des niveaux acceptables ont-elles été présentées? Des mesures de surveillance ont-elles été proposées à défaut de mesures d'atténuation? Dans le cas contraire, l'absence de mesures d'atténuation ou de surveillance a-t-elle été justifiée de façon appropriée?	
	33. Des mesures de gestion adaptative ont-elles été envisagées si les risques prévus ne correspondaient pas aux résultats de la surveillance ou du suivi?	
	34. Le cas échéant, le programme de surveillance est-il suffisamment détaillé pour permettre à Santé Canada d'en évaluer la conformité?	



ANNEXE C | RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES À PROPOS DU DÉPISTAGE DES SUBSTANCES CHIMIQUES POTENTIELLEMENT PRÉOCCUPANTES

Les étapes suivantes peuvent servir à sélectionner les substances chimiques devant faire l'objet d'une évaluation plus poussée dans l'ERSH. Elles devraient être suivies pour éviter d'exclure inutilement des CPP d'une évaluation plus approfondie.

- Identifier les substances chimiques susceptibles d'être émises ou produites par le projet et d'être présentes dans un milieu environnemental.
- Identifier les substances chimiques dont les concentrations de fond pourraient être élevées.
- Justifier/exclure les substances chimiques inoffensives.
- Identifier les substances chimiques bioaccumulables ou bioamplifiables.
- Identifier les critères de dépistage appropriés.
- Comparer les concentrations des substances chimiques aux critères de dépistage.
- Sélectionner les CPP à inclure dans une ERSH quantitative.

Identifier les substances chimiques émises par le projet

Les types de substances chimiques dont les concentrations peuvent augmenter en raison des activités du projet dépendent du projet. Les CPP à caractériser au cours d'un projet proposé sont souvent exposés en détail dans les termes de référence ou les lignes directrices de l'étude d'impact du projet. Les données de base recueillies pour l'ERSH devraient tenir compte des types de substances chimiques (p. ex., les métaux, les dioxines ou furanes comme les dibenzodioxines polychlorées [PCDD] et les dibenzofuranes polychlorés [PCDF], les hydrocarbures pétroliers [HP], les COV associés aux émissions de véhicules, les hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP] et les produits chimiques industriels comme le cyanure d'hydrogène pour l'extraction de l'or) présents dans chaque milieu à évaluer dans le cadre de l'évaluation dans plusieurs milieux.

Identifier les substances chimiques dont les concentrations de fond pourraient être élevées

Un inventaire de toutes les sources d'émissions et de toutes les substances chimiques potentielles dont les concentrations peuvent augmenter en raison du projet proposé devrait servir de point de départ à l'identification des CPP. Le tableau C.1 ci-dessous fournit des exemples de contaminants typiques par type d'activité de projet et secteur industriel; ce tableau ne constitue pas toutefois une liste exhaustive ni un substitut au jugement professionnel. Une liste devrait être dressée pour chaque phase du projet (c.-à-d. construction, exploitation, désaffectation et postfermeture s'il y a lieu).



Tableau C.1 : Exemples de contaminants potentiellement préoccupants typiques par type d'activité et secteur industriel

Industrie	Sous-secteur	Contaminants potentiels
Construction et transport		Selon le type de véhicule de construction ou le mode de transport. Pour les véhicules qui brûlent des combustibles fossiles, les contaminants peuvent comprendre les HAP, les métaux et les éléments traces (p. ex., l'arsenic, le cuivre, le plomb, le manganèse, le soufre et le zinc) les particules fines (PM _{2,5}) et les COV ¹ .
Production et transport d'électricité	Hydro-électricité	Le méthylmercure (le processus de méthylation se produisant lors de l'inondation des réservoirs).
	Nucléaire	Les radionucléides ² .
Exploitation minière, extraction et fusion	Aluminium	Des métaux (particulièrement l'aluminium selon la géologie locale), des fluorures, des HAP et des PCDD ou des PCDF dans les fonderies.
	Charbon	Des HAP, la matière particulaire totale (MPT), les particules grossières (PM ₁₀) et les PM _{2,5} .
	Or	Le chrome, l'arsenic, le mercure, le cadmium, le cyanure, les HAP, les PCDD ou les PCDF dans les fonderies.
	Métaux divers	Des métaux et des éléments traces (selon la teneur du minerai et le milieu naturel), des HAP, des PCDD ou des PCDF dans les fonderies, la MPT, les PM ₁₀ et les PM _{2,5} .
	Nickel	Des métaux, incluant le nickel, l'aluminium et le cadmium; des HAP et des PCDD ou des PCDF dans les fonderies.
	Ferreux/acier	Des métaux, incluant le manganèse, l'étain et le zinc; des HAP, des PCDD ou des PCDF, la MPT, les PM ₁₀ et les PM _{2,5} dans les fonderies.
	Uranium	Des métaux et des éléments traces (p. ex., l'arsenic et le cadmium); des radionucléides ² , incluant l'uranium, le radium 226, le plomb 210 et le polonium 210.
Production, distribution, traitement et entreposage du pétrole	Extraction de bitume (sables bitumineux)	Des HAP, des HP, des métaux lourds et des éléments traces (p. ex., l'aluminium, l'arsenic, le cadmium, le chrome, le fer, le plomb, le mercure, le molybdène, le nickel, le sélénium, le soufre, le vanadium et le zinc).
	Général	Des métaux (p. ex., le plomb), des HP, le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, les xylènes, l'oxyde de méthyle et de tert-butyle et des HAP.
	Gaz naturel liquéfié	Le méthane et d'autres COV.
	Gazéification du charbon	Des métaux, des HAP et des HP.

1 L'exposition aux substances chimiques volatiles et aux particules est généralement évaluée dans les *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LA QUALITÉ DE L'AIR* (Santé Canada, 2023d).

2 L'exposition aux radionucléides est évaluée dans les *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LES EFFETS RADIOLOGIQUES* (Santé Canada, 2023a).



Exclure les substances chimiques inoffensives

Souvent, les organismes gouvernementaux n'établissent pas de critères réglementaires pour les substances chimiques naturelles comme le calcium, le magnésium et le potassium qui sont considérées comme des substances chimiques inoffensives (Santé Canada, 2010a). Leur exclusion devrait être justifiée et consignée de sorte que le processus décisionnel soit bien compris, transparent, et facilement retraçable et vérifiable.

Identifier les substances chimiques bioaccumulables ou bioamplifiables

Bien que la consommation d'aliments traditionnels constitue souvent une voie d'exposition potentielle dans une ERSR, il n'existe pas à l'heure actuelle de recommandations visant à protéger cette voie d'exposition. Par conséquent, les substances chimiques générées par le projet proposé, qui sont bioaccumulables ou bioamplifiables dans la chaîne alimentaire (p. ex., les diphényles polychlorés, certains pesticides, les dioxines ou furanes, et le mercure ou le méthylmercure), devraient être retenues comme CPP dans l'ERSR dans plusieurs milieux, à moins que des preuves suffisantes soient apportées pour les en exclure.

Les substances chimiques hydrophobes (tendance à s'accumuler dans les lipides plutôt que dans l'eau) et résistantes à la dégradation sont susceptibles de bioaccumulation et même de bioamplification dans les réseaux alimentaires. Les critères servant à évaluer le potentiel de bioaccumulation sont généralement le facteur de bioconcentration (FBC), le facteur de bioaccumulation (FBA) et le coefficient de partage octanoleau (K_{OE}). Le FBA est privilégié par rapport au FBC ou au $\log K_{OE}$, car il prend en compte l'absorption par toutes les voies d'exposition, y compris l'alimentation, ce qui permet d'identifier les substances chimiques bioamplifiables. Le FBC, généralement mesuré dans des conditions de laboratoire contrôlées, ne prend en compte que l'absorption par l'eau des surfaces cutanées et respiratoires et pourrait ne pas être représentatif du potentiel de bioamplification d'une substance chimique. Quant à lui, le $\log K_{OE}$ est l'indicateur de bioaccumulation et du potentiel de bioamplification le moins fiable, représentant uniquement le potentiel d'accumulation d'une substance chimique dans les tissus adipeux (c.-à-d. la lipophilie) et ne tenant compte d'aucune transformation métabolique ou d'accumulation dans les aliments. Malgré tout, il est généralement beaucoup plus facile d'obtenir des données publiées sur le $\log K_{OE}$ et les FBC que sur les FBA.

Divers organismes canadiens, américains et internationaux ont publié des critères d'identification pour les substances chimiques organiques bioaccumulables et persistantes afin d'établir si de nouvelles substances ou celles faisant partie de la liste intérieure constituent un risque. Par exemple, Environnement et Changement climatique Canada (2003) considère qu'une substance chimique a des propriétés persistantes et bioaccumulables lorsque son FBA ou son FBC est supérieur à 5000 ou que son $\log K_{OE}$ est supérieur à 5. Toutes les hypothèses formulées dans l'ERSR devraient être étayées.

Identifier les critères de dépistage appropriés

Pour qu'ils puissent servir à dépister les CPP, les critères devraient être axés sur les risques, défendables du point de vue scientifique, à jour et acceptables pour les organismes de réglementation en place (Santé Canada, 2010a). Les critères de dépistage de Santé Canada (p. ex., les recommandations pour la qualité de l'eau potable) et du CCME devraient être pris en compte. Ceux des provinces et des territoires peuvent également être utilisés pour satisfaire les intervenants provinciaux et territoriaux potentiels ou en l'absence de critères fédéraux.



Si aucune autorité canadienne n'a établi de recommandations pour la qualité de l'environnement visant la protection de la santé humaine pour une substance chimique particulière, les critères d'autres organismes (p. ex., l'US EPA) pourront être adaptés (Santé Canada, 2010a). Une justification détaillée comprenant les fondements du critère et tout ajustement qui y a été apporté devrait alors être fournie.

Il n'existe à l'heure actuelle aucun critère de dépistage pour les sédiments visant la protection de la santé humaine. S'il s'agit d'un contact direct avec les sédiments, les concentrations dans les sédiments peuvent alors être comparées aux critères de qualité des sols à vocation résidentielle/parc fondés sur la santé humaine. Seuls les critères axés sur la santé humaine correspondant aux voies d'exposition aux sédiments devraient être pris en compte. Par exemple, si l'ingestion accidentelle de sédiments et le contact cutané avec les sédiments constituent les seules voies fonctionnelles, les critères de qualité des sols axés sur la santé humaine relatifs au contact cutané et à l'ingestion accidentelle seront considérés comme des valeurs de dépistage applicables aux sédiments. Il convient de noter que les critères de qualité des sols servant à examiner les données relatives aux sédiments ont été élaborés en fonction de facteurs d'exposition propres aux interactions de l'homme avec les sols. Étant donné que l'exposition humaine aux sédiments diffère généralement de celle aux sols (p. ex., une adhérence cutanée et des taux d'ingestion possiblement plus élevés), les critères de qualité des sols pourraient ne pas assurer une protection adéquate de la santé humaine pour certains scénarios d'exposition aux sédiments, surtout lorsque des visiteurs fréquentent régulièrement une région pour prendre part à des activités à contact élevé. Dans ce cas, des valeurs de dépistage pour les sédiments propres au site pourraient être élaborées.

À l'heure actuelle, il y a également un manque de critères de dépistage visant la protection de la santé humaine pour les aliments qui vivent ou qui poussent dans les régions touchées par le projet proposé comme la végétation (les petits fruits et les plantes) et les animaux qui en consomment (p. ex., le gibier sauvage). Les CPP bioaccumulables ou bioamplifiables dans la chaîne alimentaire et ceux d'autres milieux (p. ex., le sol, l'eau de surface ou l'air) devraient alors être pris en compte pour la voie d'ingestion des aliments.

C'est le jugement professionnel qui permettra de déterminer si une substance chimique sans critère de dépistage doit être considérée comme un CPP; l'exclusion de l'ERSH de toute substance chimique dont la concentration pourrait être élevée devrait être justifiée. La toxicité de la substance chimique devrait être prise en compte et une comparaison à des substances chimiques similaires pour lesquelles il existe des critères devrait être effectuée.

Le cas échéant, les concentrations devraient également être comparées aux concentrations de fond régionales en fonction de la géochimie locale. Des données relatives aux concentrations de fond de certains éléments inorganiques sont disponibles auprès de la Commission géologique du Canada et de quelques sources provinciales (Santé Canada, 2010a). Certaines concentrations pouvant être naturellement élevées, cette étape prend en compte les données relatives aux concentrations de fond pour déterminer si les concentrations prédites constituent une anomalie naturelle. L'inclusion ou l'exclusion de toute substance chimique devrait être justifiée dans l'ERSH.

Comparer les concentrations des substances chimiques aux critères de dépistage

Les CPP sont des substances chimiques dont les concentrations peuvent augmenter dans un milieu environnemental à cause des activités du projet et qui, selon des données scientifiques probantes ou des relations de cause à effet présumées, peuvent entraîner des effets nocifs. Un dépistage, qui consiste à comparer une substance chimique aux recommandations pour la qualité de l'environnement, est alors réalisé. Le scénario des conditions de base plus le projet permet généralement d'identifier les CPP, puisqu'il évalue les conditions potentielles qui règneraient dans l'environnement si le projet proposé était approuvé et réalisé. Une substance chimique devra être considérée comme un CPP si sa concentration maximale prédite dans le scénario des conditions de base plus le projet est supérieure au critère réglementaire sélectionné. Si cette concentration est inférieure au critère de dépistage approprié visant la protection de la santé humaine dans tous les milieux environnementaux concernés, cette substance ne sera pas considérée comme CPP. Toutefois, les substances chimiques qui ont déjà été désignées comme étant préoccupantes (p. ex., le méthylmercure dans les projets d'hydroélectricité) devraient être retenues comme CPP et évaluées dans l'ERSH.

L'évaluateur des risques peut tout de même considérer comme CPP dans l'ERSH toute substance chimique dont la concentration élevée n'est pas directement liée au projet afin d'effectuer une évaluation approfondie des risques pour la santé associés au projet proposé.

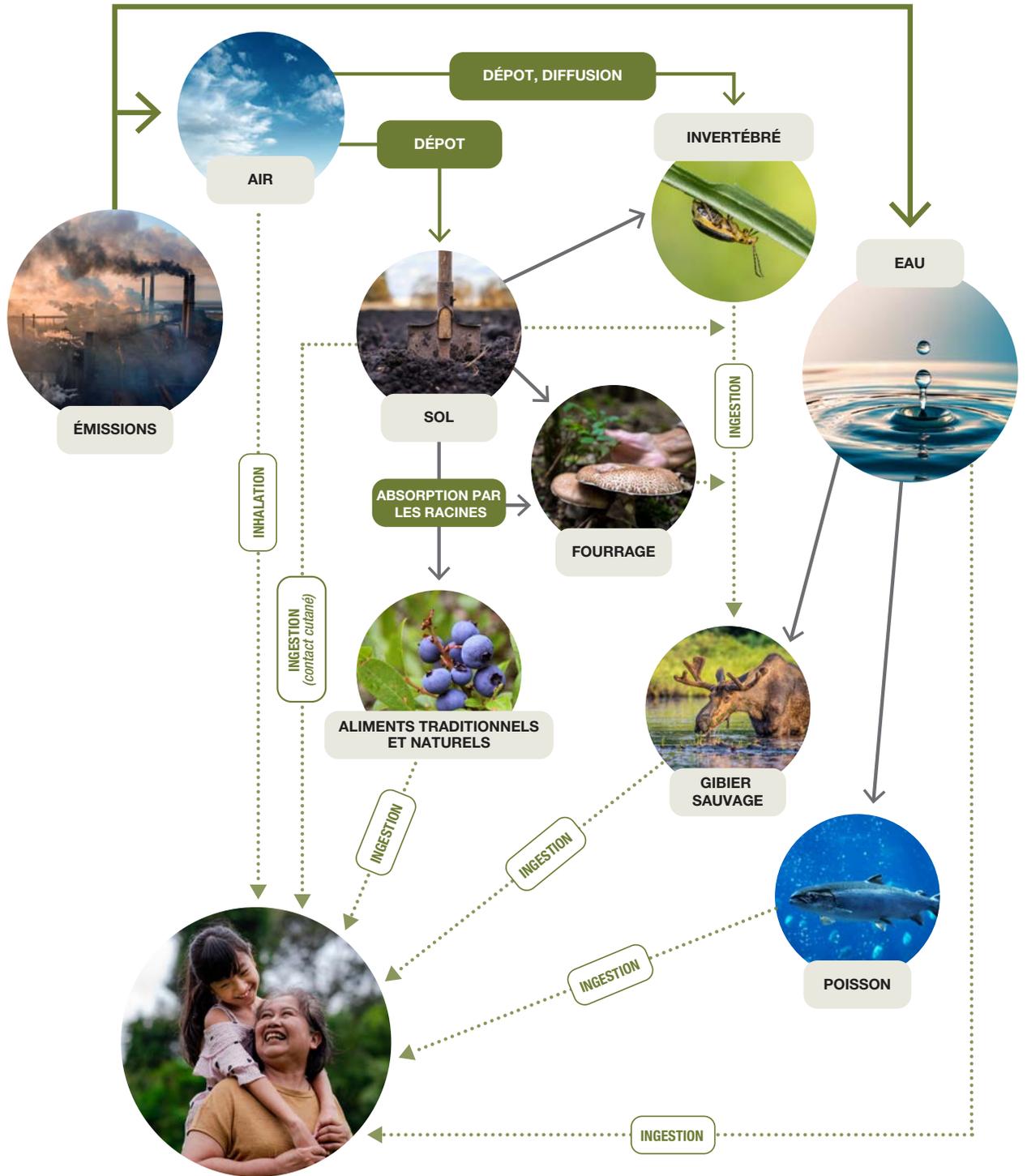
Sélectionner les CPP à inclure dans une ERSH quantitative

La liste finale des CPP et des milieux dans lesquels ils se trouvent devrait être dressée. Toute décision d'éliminer une substance chimique devrait être expliquée de façon détaillée au cours du processus de dépistage. Comme une ERSH dans plusieurs milieux évalue l'exposition à une substance chimique par plusieurs voies, une substance chimique considérée comme CPP dans un milieu devrait également être évaluée dans d'autres milieux pour obtenir une estimation des risques potentiels associés à l'exposition totale à cette substance. Par exemple, comme les contaminants atmosphériques susceptibles de s'accumuler avec le temps se déposeront sur le sol, les sédiments, l'eau de surface et les aliments, l'ERSH devrait prendre en compte, non seulement l'air, mais également tous les milieux potentiellement touchés.

Il faudrait prendre en considération la toxicité potentielle de chaque CPP et s'assurer de détenir suffisamment d'informations sur cette toxicité pour évaluer les risques potentiels de manière efficace. L'ERSH devrait déterminer s'il existe suffisamment de données de toxicité pour élaborer la nouvelle VTR de toute substance chimique considérée comme CPP, mais pour laquelle il n'existe aucune VTR réglementaire (Santé Canada, 2010a). Les sections de l'évaluation des risques portant sur l'évaluation de la toxicité et les incertitudes devraient se pencher sur cette question.

Les Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : LA QUALITÉ DE L'AIR abordent les méthodes d'évaluation des substances chimiques volatiles et des particules (Santé Canada, 2023d).

ANNEXE D | EXEMPLE DE MODÈLE CONCEPTUEL DE SITE



Source : Intrinsik Corp.

ANNEXE E | ÉQUATIONS LIÉES À L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION ET À LA CARACTÉRISATION DES RISQUES

Les équations générales recommandées pour estimer les doses sont présentées ci-dessous; les variables ne sont pas nécessairement toutes présentes dans chaque équation.

Ingestion accidentelle de sol contaminé

La dose estimée de chaque contaminant par ingestion de sol contaminé se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/kg pc/jour)} = \frac{C_s \times IR_s \times FAR_{\text{Oral}} \times J_2 \times J_3 \times J_4}{PC \times EV}$$

Où :

C_s = concentration du contaminant dans le sol (mg/kg)

IR_s = taux d'ingestion de sol du récepteur (kg/j)

FAR_{Oral} = facteur d'absorption relative par le tractus gastro-intestinal (sans unité)

J_2 = jours d'exposition par semaine/7 jours

J_3 = semaines d'exposition par année/52 semaines

J_4 = nombre d'années d'exposition au site (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

PC = poids corporel (kg)

EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

Remarque : J_3 et J_4 devraient être évalués en fonction de la substance chimique. L'amortissement doit être examiné, particulièrement pour les expositions aux substances chimiques ayant des effets sur le développement (du fœtus).



Absorption cutanée à partir de sol contaminé

La dose estimée de chaque contaminant par contact cutané avec un sol contaminé se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/kg pc/jour)} = \frac{[(C_s \times SE_M \times CS_M) + (C_s \times SE_A \times CS_A)] \times nEV \times FAR_{\text{cut}} \times J_2 \times J_3 \times J_4}{PC \times EV}$$

Où :

C_s = concentration du contaminant dans le sol (mg/kg)

SE_M = surface des mains exposée à la charge de sol (cm²)

CS_M = charge de sol sur la peau exposée des mains (kg/cm²/épisode)

SE_A = surface exposée autre que les mains (cm²)

CS_A = charge de sol sur la peau exposée autre que les mains (kg/cm²/épisode)

nEV = nombre d'événements d'exposition cutanée/jour (présumé être 1 événement/jour)

FAR_{cut} = facteur d'absorption relative par voie cutanée (sans unité)

J_2 = jours d'exposition par semaine/7 jours

J_3 = semaines d'exposition par année/52 semaines

J_4 = nombre d'années d'exposition au site (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

PC = poids corporel (kg)

EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

Remarque : J_3 et J_4 devraient être évalués en fonction de la substance chimique. L'amortissement doit être examiné, particulièrement pour les expositions aux substances chimiques ayant des effets sur le développement (du fœtus).



INHALATION DE POUSSIÈRES DIFFUSES

Estimation de l'exposition aux substances chimiques dont les VTR sont exprimées sous forme de DJT

La dose estimée de chaque contaminant par inhalation de poussières en suspension dans l'air se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/kg pc/jour)} = \frac{C_S \times P_{\text{Air}} \times TI_A \times FAR_{\text{Inh}} \times J_1 \times J_2 \times J_3 \times J_4}{PC \times EV}$$

Où :

C_S = concentration du contaminant dans le sol (mg/kg)

P_{Air} = concentration de particules dans l'air (kg/m³)

TI_A = taux d'inhalation d'air du récepteur (m³/jour)

FAR_{Inh} = facteur d'absorption relative par inhalation (sans unité)

J_1 = heures d'exposition par jour/24 heures

J_2 = jours d'exposition par semaine/7 jours

J_3 = semaines d'exposition par année/52 semaines

J_4 = nombre d'années d'exposition au site (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

PC = poids corporel (kg)

EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

Remarque : P_{Air} peut être mesurée directement ou estimée. Alternativement, C_A (concentration dans l'air mesurée en mg/m³) peut être mesurée directement, supprimant ainsi la prédiction de la concentration dans l'air établie à l'aide de C_S et P_{Air} . J_3 et J_4 devraient être évalués en fonction de la substance chimique. L'amortissement doit être examiné, particulièrement pour les expositions aux substances chimiques ayant des effets sur le développement (du fœtus).

Estimation de l'exposition aux substances chimiques dont les VTR sont exprimées sous forme de concentrations tolérables

La dose estimée de chaque contaminant par inhalation de poussières en suspension dans l'air se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/m}^3\text{)} = \frac{C_S \times P_{\text{Air}} \times FAR_{\text{Inh}} \times J_1 \times J_2 \times J_3 \times J_4}{EV}$$

Où :

C_S = concentration du contaminant dans le sol (mg/kg)

P_{Air} = concentration de particules dans l'air (kg/m³)

FAR_{Inh} = facteur d'absorption relative par inhalation (sans unité)

J_1 = heures d'exposition par jour/24 heures

J_2 = jours d'exposition par semaine/7 jours

J_3 = semaines d'exposition par année/52 semaines

J_4 = nombre d'années d'exposition au site (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

Remarque : P_{Air} peut être mesurée directement ou estimée. Alternativement, C_A (concentration dans l'air mesurée en mg/m³) peut être mesurée directement, supprimant ainsi la prédiction de la concentration dans l'air établie à l'aide de C_S et P_{Air} . J_3 et J_4 devraient être évalués en fonction de la substance chimique. L'amortissement doit être examiné, particulièrement pour les expositions aux substances chimiques ayant des effets sur le développement (du fœtus).



INHALATION DE SUBSTANCES CHIMIQUES VOLATILES

Estimation de l'exposition aux substances chimiques dont les VTR sont exprimées sous forme de DJT

La dose estimée de chaque CPP par inhalation de vapeurs se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/kg pc/jour)} = \frac{C_A \times TI_A \times FAR_{inh} \times J_1 \times J_2 \times J_3 \times J_4}{PC \times EV}$$

Où :

C_A = concentration du contaminant dans l'air (mg/m³)

TI_A = taux d'inhalation d'air du récepteur (m³/jour)

FAR_{inh} = facteur d'absorption relative par inhalation (sans unité)

J_1 = heures d'exposition par jour/24 heures

J_2 = jours d'exposition par semaine/7 jours

J_3 = semaines d'exposition par année/52 semaines

J_4 = nombre d'années d'exposition au site (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

PC = poids corporel (kg)

EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

Remarque : C_A peut être directement mesurée ou estimée à partir des concentrations de CPP volatils dans le sol ou l'eau souterraine. J_3 et J_4 devraient être évalués en fonction de la substance chimique. L'amortissement doit être examiné, particulièrement pour les expositions aux substances chimiques ayant des effets sur le développement (du fœtus).



Estimation de l'exposition aux substances chimiques dont les VTR sont exprimées sous forme de concentrations tolérables

La dose estimée de chaque CPP par inhalation de vapeurs se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/m}^3\text{)} = \frac{C_A \times \text{FAR}_{\text{Inh}} \times J_1 \times J_2 \times J_3 \times J_4}{\text{EV}}$$

Où :

C_A = concentration du contaminant dans l'air (mg/m³)

FAR_{Inh} = facteur d'absorption relative par inhalation (sans unité)

J_1 = heures d'exposition par jour/24 heures

J_2 = jours d'exposition par semaine/7 jours

J_3 = semaines d'exposition par année/52 semaines

J_4 = nombre d'années d'exposition au site (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

Remarque : C_A peut être directement mesurée ou estimée à partir des concentrations de CPP volatils dans le sol ou l'eau souterraine. J_3 et J_4 devraient être évalués en fonction de la substance chimique. L'amortissement doit être examiné, particulièrement pour les expositions aux substances chimiques ayant des effets sur le développement (du fœtus).

Ingestion d'eau potable contaminée

La dose estimée de chaque contaminant par ingestion d'eau potable contaminée se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/kg pc/jour)} = \frac{C_{\text{Eau}} \times \text{TI}_{\text{Eau}} \times \text{FAR}_{\text{Oral}} \times J_2 \times J_3 \times J_4}{\text{PC} \times \text{EV}}$$

Où :

C_{Eau} = concentration du contaminant dans l'eau potable (mg/L)

TI_{Eau} = taux d'ingestion d'eau du récepteur (L/j)

FAR_{Oral} = facteur d'absorption relative par le tractus gastro-intestinal (sans unité)

J_2 = jours d'exposition par semaine/7 jours

J_3 = semaines d'exposition par année/52 semaines

J_4 = nombre d'années d'exposition au site (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

PC = poids corporel (kg)

EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

Remarque : C_{Eau} peut être directement mesurée ou estimée à partir des concentrations de CPP volatils dans le sol ou l'eau souterraine. J_3 et J_4 devraient être évalués en fonction de la substance chimique. L'amortissement doit être examiné, particulièrement pour les expositions aux substances chimiques ayant des effets sur le développement (du fœtus).



Ingestion d'aliments contaminés (produits agricoles, poisson, gibier, etc.)

La dose estimée de chaque contaminant par ingestion d'aliments contaminés se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/kg pc/jour)} = \frac{(\sum [C_{\text{Aliment}i} \times TI_{\text{Aliment}i} \times FAR_{\text{Oral}i} \times J_i]) \times J_4}{PC \times 365 \times EV}$$

Où :

$C_{\text{Aliment}i}$ = concentration du contaminant dans l'aliment i (mg/kg)

$TI_{\text{Aliment}i}$ = Taux d'ingestion de l'aliment i du récepteur (kg/jour)

$FAR_{\text{Oral}i}$ = facteur d'absorption relative du contaminant i par le tractus gastro-intestinal (sans unité)

J_i = jours par année durant lesquels l'aliment i est consommé

J_4 = nombre d'années d'exposition au site (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

PC = poids corporel (kg)

365 = nombre total de jours par année (constante)

EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des substances cancérigènes seulement)

Remarque : Les concentrations de contaminants dans les aliments peuvent être mesurées directement ou estimées. J_3 et J_4 devraient être évalués en fonction de la substance chimique. L'amortissement doit être examiné, particulièrement pour les expositions aux substances chimiques ayant des effets sur le développement (du fœtus).

EXEMPLE PRATIQUE POUR ESTIMER LA DOSE D'EXPOSITION AU BARYUM D'UN TOUT-PETIT RÉSIDANT SUR LE SITE

Dans cet exemple, l'énoncé du problème a identifié les voies d'exposition potentielles suivantes pour le baryum associé à la phase postfermeture d'un projet, les concentrations de baryum devant être élevées dans le sol : ingestion accidentelle de sol, contact cutané avec le sol, inhalation de poussières de sol, ingestion d'eau potable et ingestion de petits fruits provenant du site. Des exemples de calcul des doses d'exposition sont présentés pour un tout-petit (âgé de sept mois à quatre ans) habitant dans la région devant être touchée par le projet proposé. Cet exemple présente les calculs pour le scénario du projet seul (c.-à-d. sans tenir compte de l'exposition de fond).

Niveaux d'exposition

- c_s = 300 mg/kg dans le sol
- C_{es} = 0,02 mg/L dans l'eau souterraine (eau potable)
- $C_{\text{aliment-pt}}$ = 0,03 mg/kg dans les petits fruits

L'évaluation de la toxicité n'a pu relever de VTR pour l'exposition par voie cutanée; un facteur d'absorption relative par voie cutanée de 0,1 a donc été appliqué (Santé Canada, 2021b).



Caractéristiques du récepteur

Les caractéristiques du récepteur reposent sur des valeurs types établies par Santé Canada (2021a), qui sont revues lorsque de nouvelles valeurs sont publiées :

- Poids corporel (PC) = 16,5 kg
- Taux d'ingestion de sol (TI_S) = 0,08 g/j
- Taux d'ingestion d'eau (TI_{Eau}) = 0,6 L/j
- Taux d'inhalation d'air (TI_A) = 8,3 m³/j
- Surface exposée de la peau – mains (SE_M) = 430 cm²
- Surface exposée de la peau – bras (SE_B) = 890 cm²
- Surface exposée de la peau – jambes (SE_J) = 1690 cm²
- Charge de sol sur la peau – mains (CS_M) = 1 x 10⁻⁴g/cm²/épisode
- Charge de sol sur la peau – bras et jambes (CS_B et CS_J) = 1 x 10⁻⁵ g/cm²/épisode

Une enquête a permis d'établir le taux d'ingestion de petits fruits propre au site des tout-petits pour cet exemple.

- Taux d'ingestion de petits fruits (TI_{pt}) = 30 g/jour

Les doses d'exposition sont calculées ci-dessous.

Ingestion accidentelle de sol

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{C_s \times TI_S \times FAR_{\text{Oral}} \times TE}{PC}$$

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{300 \text{ mg/kg} \times 0,08 \text{ g/j} \times 0,001 \text{ kg/g} \times 1 \times 1}{16,5 \text{ kg}}$$

Dose = 1,5 x 10⁻³ mg/kg/j provenant de l'ingestion accidentelle de sol

Contact cutané avec le sol

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{C_s \times \sum (SE_i \times CS_i) \times FAR_{\text{Cut}} \times FE \times TE}{PC}$$

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{300 \text{ mg/kg} \times (430 \text{ cm}^2 \times 1 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2/\text{épisode} + 2580 \text{ cm}^2 \times 1 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^2/\text{épisode}) \times 0,001 \text{ kg/g} \times 0,1 \times 1 \times 1}{16,5 \text{ kg}}$$

Dose = 1,3 x 10⁻⁴ mg/kg/j provenant du contact cutané avec le sol



Inhalation de poussières diffuses

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{C_s \times TI_A \times FAR_{inh} \times TE}{PC}$$

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{0,000001 \text{ mg/kg} \times 8,3 \text{ m}^3/\text{j} \times 1 \times 1}{16,5 \text{ kg}}$$

Dose = $5,0 \times 10^{-7}$ mg/kg/j provenant de l'inhalation de poussières diffuses

Ingestion d'eau souterraine

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{C_{es} \times TI_{Eau} \times FAR_{Oral} \times TE}{PC}$$

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{0,02 \text{ mg/L} \times 0,6 \text{ L/j} \times 1 \times 1}{16,5 \text{ kg}}$$

Dose = $7,3 \times 10^{-4}$ mg/kg/j provenant de l'ingestion d'eau souterraine



Ingestion de petits fruits

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{C_{\text{aliment-pf}} \times TI_{\text{pf}} \times FAR_{\text{Oral}} \times TE}{PC}$$

$$\text{Dose (mg/kg/j)} = \frac{0,03 \text{ mg/kg} \times 0,03 \text{ kg/j} \times 1 \times 1}{16,5 \text{ kg}}$$

Dose = $5,5 \times 10^{-5}$ mg/kg/j provenant de l'ingestion de petits fruits

Dose totale d'exposition par ingestion = $1,5 \times 10^{-5} + 1,3 \times 10^{-6} + 0,073 = 0,073$ mg/kg/j

Dose totale d'exposition par inhalation = 0,05 mg/kg/j

Dose totale d'exposition = $1,5 \times 10^{-5} + 1,3 \times 10^{-6} + 0,073 + 0,05 = 0,12$ mg/kg/j

$C_{\text{Aliment}i}$ = concentration du contaminant dans l'aliment i (mg/kg)

C_{es} = concentration du contaminant dans l'eau souterraine (mg/L)

C_{s} = concentration du contaminant dans le sol (mg/kg)

$C_{\text{Aliment-pf}}$ = concentration du contaminant dans les petits fruits (mg/kg)

CS_i = charge de sol sur la peau « i » (kg/cm²/épisode)

FAR_{Cut} = facteur d'absorption relative par voie cutanée (sans unité)

FAR_{Inh} = facteur d'absorption relative par inhalation (sans unité)

FAR_{Oral} = facteur d'absorption relative par le tractus gastro-intestinal (sans unité)

FE = fréquence d'exposition (épisodes/j)

PC = poids corporel (kg)

SE_i = surface exposée de la peau i (cm²)

$TI_{\text{Aliment}i}$ = taux d'ingestion de l'aliment i du récepteur (kg/jour)

TI_{A} = taux d'inhalation d'air du récepteur (m³/jour)

TI_{Eau} = taux d'ingestion d'eau du récepteur (L/j)

TI_{s} = taux d'ingestion de sol du récepteur (kg/j)

TI_{pf} = taux d'ingestion de petits fruits

TE = terme d'exposition (sans unité)



ÉQUATIONS GÉNÉRALES RECOMMANDÉES POUR CARACTÉRISER LES RISQUES

Indice de risque

$$\text{IR} = \frac{\text{Exposition estimée } (\mu\text{g/kg pc/jour})}{\text{DJT } (\mu\text{g/kg pc/jour})}$$

ou, dans le cas des contaminants atmosphériques ayant une concentration tolérable dans l'air exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$:

$$\text{IR} = \frac{\text{Concentration dans l'air } (\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{Fraction de la durée d'exposition}}{\text{Concentration tolérable dans l'air } (\mu\text{g}/\text{m}^3)}$$

Risque additionnel de cancer à vie

$$\text{RAC à vie} = \frac{\text{Dose journalière moyenne à vie } (\mu\text{g}/\text{kg pc/j}) \times \text{Coefficient de cancérogénicité } (\mu\text{g}/\text{kg pc/j})^{-1}}{1}$$

ou, dans le cas des contaminants atmosphériques ayant un risque unitaire exprimé en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$:

$$\text{RAC à vie} = \text{Concentration dans l'air } (\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{Fraction de la durée d'exposition} \times \text{Risque unitaire de cancer } (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$$



ANNEXE F | CARACTÉRISTIQUES DES RÉCEPTEURS HUMAINS

Santé Canada (2010a) a réparti les caractéristiques physiques de la population humaine selon les cinq groupes d'âge⁴ suivants pour la plupart des évaluations des risques :

- Nourrisson (0 à 6 mois, inclusivement)
- Tout-petit (7 mois à 4 ans, inclusivement)
- Enfant (5 ans à 11 ans, inclusivement)
- Adolescent (12 ans à 19 ans, inclusivement)
- Adulte (20 ans à 80 ans, inclusivement)

Généralement, les caractéristiques d'exposition comprennent notamment les éléments suivants :

- Poids corporel
- Taux d'ingestion de sol ou de sédiments
- Taux d'inhalation d'air
- Taux d'ingestion d'eau
- Surface exposée de la peau
- Charge de sol ou de sédiments sur la peau exposée
- Taux d'ingestion des aliments
- Fréquence et durée d'exposition

Bien que les ERSH emploient souvent des valeurs par défaut pour les récepteur humains, les caractéristiques des récepteurs et les paramètres d'exposition servant à quantifier l'exposition devraient reposer de préférence sur des données propres au site pour obtenir une estimation des risques plus réaliste. En l'absence de telles données, des expositions représentatives de la population canadienne et des peuples autochtones fournies par Santé Canada (2021a) peuvent être employées. Les facteurs d'exposition provenant d'organismes internationaux comme l'US EPA peuvent également être utilisés s'il n'existe aucune source canadienne de données.

Le Tableau F.1 ci-dessous résume les caractéristiques typiques des récepteurs. Toutefois, toutes les données nécessaires à la réalisation d'une ERSH dans le cadre d'une évaluation d'impact n'y figurent pas. Les autres sources utilisées pour caractériser les récepteurs (p. ex., les habitudes de consommation alimentaire ou les expositions par la nage) devraient être citées dans le rapport et toute hypothèse issue de l'expérience devrait être étayée (p. ex., temps passé à divers endroits).

⁴ Cette répartition en cinq groupes d'âge est en cours de révision.



Tableau F.1 : Caractéristiques des récepteurs humains recommandées

Caractéristiques des récepteurs	Unités	Nourrisson	Tout-petit	Enfant	Adolescent	Adulte	Source (mentionnée dans Santé Canada, 2021a)
Âge		0 à 6 mois	7 mois à 4 ans	5 à 11 ans	12 à 19 ans	≥ 20 ans	Santé Canada, 1994
Durée pour le groupe d'âge	an	0,5	4,5	7	8	60	Pour une espérance de vie de 80 ans
Population canadienne							
Poids corporel	kg	8,2	16,5	32,9	59,7	70,7	Richardson, 1997
Taux d'ingestion de sol	kg/jour	0,00002	0,00008	0,00002	0,00002	0,00002	CCME, 2006; Wilson Scientific et Meridian, 2006; MassDEP, 2002
Taux d'inhalation	m ³ /jour	2,2	8,3	14,5	15,6	16,6	Allan et al., 2008; Allan et al., 2009
Taux d'ingestion d'eau	L/jour	0,3	0,6	0,8	1,0	1,5	Richardson, 1997
Temps passé à l'extérieur	h/jour	1,5a	1,5a	1,5a	1,5	1,5	Richardson, 1997
Surface de la peau							
Mains	cm ²	320	430	590	800	890	Richardson, 1997
Bras (de l'épaule au poignet)		550	890	1 480	2 230	2 500	
Jambes (de l'aîne au pied)		910	1 690	3 070	4 970	5 720	
Surface corporelle totale		3 620	6 130	10 140	15 470	17 640	
Charge de sol sur la peau exposée							
Mains	kg/cm ² /épisode	1 × 10 ⁻⁷	Kissel et al., 1996, 1998				
Surfaces autres que les mains		1 × 10 ⁻⁸					

Source : Adaptation du document d'orientation de Santé Canada (2021a)

^a Données non disponibles; toutefois, le temps passé à l'extérieur pourrait être considéré comme équivalent à celui des adultes s'il est présumé que le nourrisson, le tout-petit ou l'enfant est accompagné d'un adulte durant ses activités à l'extérieur.

ANNEXE G | ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ATTRIBUABLES AUX EXPOSITIONS CHRONIQUES ET NON CHRONIQUES AUX SUBSTANCES CHIMIQUES

1.0 INTRODUCTION

Cette annexe souligne les principes de l'approche utilisée à l'heure actuelle par Santé Canada pour évaluer les risques de cancer et les risques pour la santé autres que le cancer attribuables à l'exposition aux substances chimiques présentes dans un lieu touché par un projet proposé, les effets sur la santé d'une évaluation devant être liés à des expositions chroniques (ou à vie) ou non chroniques (d'une durée moindre que la durée de vie ou de courte durée). Le site Web de Santé Canada (<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/lieux-contamines/documents-orientation.html>) dresse la liste d'autres documents d'orientation portant sur l'ERSH, qui peuvent être obtenus en communiquant avec la Division des lieux contaminés à cs-sc@hc-sc.gc.ca.

1.1 OBJET

Cette annexe traite de situations où l'accès à une région touchée par un projet proposé est rare ou de courte durée. Les expositions de courte durée survenant dans une région touchée peuvent être associées à des activités se déroulant sur une courte période comme les activités saisonnières (p. ex., le jardinage, le camping, les visites occasionnelles à un site éloigné) ou à certaines activités professionnelles (p. ex., la construction et l'installation d'infrastructures souterraines). Par conséquent, les risques pour la santé liés à ces expositions de courte durée doivent souvent être abordés dans une évaluation.

L'évaluation des risques liés aux expositions de courte durée peut nécessiter des approches différentes, les effets sur la santé d'une exposition non chronique (ou d'une durée moindre que la durée de vie) pouvant différer de ceux liés à une exposition chronique ou à vie. Les documents d'orientation de Santé

Canada concernant l'évaluation quantitative préliminaire (2021a) et détaillée (2010a) des risques examinent principalement les expositions chroniques ou à vie. Quant à lui, le *Document d'orientation provisoire sur l'évaluation des risques pour la santé humaine associés à une exposition de courte durée aux substances cancérigènes présentes dans les sites contaminés* de Santé Canada publié en 2013 présente une nouvelle approche pour évaluer les risques de cancer, qui peut s'appliquer à la fois aux expositions à vie et à celles d'une durée moindre que la durée de vie.



1.2 CONTEXTE

La caractérisation de l'importance de l'exposition à des substances chimiques se fait généralement au moyen d'une comparaison à des VTR issues d'études épidémiologiques ou toxicologiques aux profils d'exposition comparables (c.-à-d. l'exposition chronique est comparée à une VTR provenant d'une étude d'exposition chronique ou encore l'exposition de courte durée est comparée à une VTR provenant d'une étude d'exposition de courte durée). L'utilisation d'une VTR établie au départ pour une différente durée ou un autre profil d'exposition peut introduire une grande incertitude dans la caractérisation des risques pour la santé.

Les VTR de substances cancérigènes reposent souvent sur les résultats d'études animales dans lesquelles l'exposition des animaux se fait sur une base journalière tout au long de leur vie adulte. Bien que les expositions humaines survenant dans une région touchée par un projet proposé puissent suivre ce profil d'exposition, elles surviennent le plus souvent au cours d'une partie de la vie seulement (c.-à-d. une période d'exposition de moins de 24 heures par jour, 365 jours par année pendant 80 ans) ou de façon intermittente. Elles peuvent se produire durant l'enfance ou *in utero*, des stades de vie qui ne sont pas représentés dans les essais biologiques standards sur le cancer. En ce qui a trait aux effets non cancérigènes, la plupart des VTR sont élaborées pour des expositions chroniques et proviennent d'études portant sur des expositions d'au moins six mois. Un facteur d'incertitude est appliqué aux VTR pour le passage d'une exposition subchronique (c.-à-d. plus de 30 jours et jusqu'à 10 % de l'espérance de vie, soit environ 90 jours chez le rongeur) à chronique. Comme pour le risque de cancer, l'incertitude introduite dans la caractérisation des risques autres que le cancer surgit lorsque les expositions humaines sont beaucoup plus courtes.

La pratique actuelle visant à caractériser les risques pour la santé associés aux expositions de courte durée consiste à amortir une courte période d'exposition ou plusieurs expositions intermittentes de courte durée sur une plus longue période (c.-à-d. un amortissement mathématique d'une dose de courte durée sur une plus longue période). Elle présume que la toxicité est linéairement proportionnelle à l'ampleur et à la durée de l'exposition. Par exemple, elle suppose qu'une exposition de 365 µg/kg pc/jour pendant 1 jour, de 36,5 µg/kg pc/jour pendant 10 jours et de 1 µg/kg pc/jour pendant 365 jours sont équivalentes sur le plan toxicologique, ce qui pourrait être inexact.

Les préoccupations suivantes ont été soulevées à l'égard du calcul de la dose moyenne (aussi appelé amortissement de la dose) (Santé Canada, 2013) :

- La possibilité que les risques chroniques pour la santé aient été sous-estimés en amortissant les expositions, qu'il s'agisse de risques de cancer ou de risques autres que le cancer.
- La présence d'effets aigus ou subchroniques autres que le cancer attribuables à des expositions supérieures aux VTR chroniques n'a pas été examinée.
- La variabilité de la sensibilité au cours des différents stades de la vie pourrait ne pas avoir été pleinement prise en compte. Par exemple, les périodes prénatale et néonatale, l'enfance, l'adolescence, la périménopause et la vieillesse ainsi que la prédisposition génétique ne font pas partie à l'heure actuelle des essais biologiques standards chez les animaux adultes sur lesquels reposent les estimations de cancérogénicité.

2.0 EFFETS CANCÉROGÈNES

Cette section présente les approches servant à évaluer les risques de cancer découlant d'expositions à vie et d'une durée moindre que la vie à des substances cancérigènes évaluées dans le cadre d'évaluations de projets. Ces approches (étayées par une analyse scientifique) ainsi que des directives détaillées, des équations, des exemples pratiques et une analyse des problèmes associés à l'amortissement de la dose pour les expositions d'une durée moindre que la durée de vie sont abordés dans le document d'orientation provisoire de Santé Canada mentionné plus haut.

2.1 EXPOSITION À VIE

2.1.1 EFFETS CANCÉROGÈNES SANS SEUIL

L'approche adoptée à l'égard de l'évaluation des risques de cancer varie selon le mécanisme d'action au site de la tumeur en question. À moins de données probantes en faveur d'un mode d'action à seuil, l'approche actuelle suppose une relation dose-effet linéaire à de faibles doses (c.-à-d. sans seuil). Le RAC à vie est calculé comme étant le produit de la dose (ou concentration) journalière pendant toute une vie et de la VTR exprimée sous forme de coefficient de cancérigénicité (ou de risque unitaire par inhalation).

L'approche de l'US EPA (2005b, 2005c), qui est examinée de manière plus détaillée dans le document d'orientation provisoire de Santé Canada (2013), a été adoptée comme recommandation provisoire par défaut pour les évaluations des risques des sites contaminés. Le RAC à vie peut être estimé en additionnant les risques calculés pour chaque stade de vie. Le récepteur exposé au cours de tous les stades de vie pendant toute la vie est souvent appelé récepteur composite. Cette approche tient compte de la sensibilité variable des différents stades de vie aux agents cancérigènes. L'équation ci-dessous illustre l'approche recommandée d'évaluation des risques de cancer :

$$\text{RAC à vie} = \sum (\text{CC} \times \text{FAFA}_i \times \text{DJMV}_i)$$

Où :

CC = coefficient de cancérigénicité pour l'adulte (par mg/kg pc/jour)

FAFA_i = facteur d'ajustement en fonction de l'âge pour le stade de vie i (sans unité)

DJMV_i = dose reçue durant le stade de vie i amortie sur la durée de vie (mg/kg pc/jour)

Pour les substances cancérigènes sans seuil agissant par un mécanisme d'action mutagène, il est recommandé d'appliquer un FAFA au coefficient de cancérigénicité (ou au risque unitaire par inhalation) et d'amortir l'exposition sur la durée de vie pour prendre en compte les sensibilités associées aux différentes périodes d'exposition en fonction de l'âge. Santé Canada (2013) a élaboré des FAFA par défaut en ajustant ceux de l'US EPA en fonction des groupes d'âge recommandés par la Division des lieux contaminés. Ces facteurs par défaut peuvent être utilisés en l'absence de coefficients de cancérigénicité (ou de risques unitaires par inhalation) en fonction de l'âge ou de données propres à une substance chimique. Si le mécanisme d'action est inconnu ou que l'hypothèse d'un mécanisme d'action à seuil ne peut être confirmée, la Division des sites contaminés recommande d'adopter une approche sans seuil pour estimer les risques de cancer; dans ce cas, il n'est pas recommandé de se servir des facteurs d'ajustement par défaut en fonction de l'âge (c.-à-d. un FAFA de 1 pour tous les



stades de vie). Toutefois, quel que soit l'effet cancérigène, des ajustements peuvent être apportés au coefficient de cancérigénicité en fonction de la substance chimique s'ils sont appuyés par des données expérimentales.

2.1.2 EFFETS CANCÉROGÈNES À SEUIL

Une approche à seuil peut être utilisée si les données permettent de déterminer le mécanisme d'action au site de la tumeur en question et de conclure que la relation dose-effet n'est pas linéaire à de faibles doses. Pour ces effets cancérigènes à seuil, les VTR sont exprimées sous forme de doses ou de concentrations journalières tolérables, qui sont des doses ou des concentrations auxquelles des personnes peuvent être exposées sur une base journalière pendant toute leur vie sans subir d'effets délétères. À concentrations élevées, les dibenzoparadioxines polychlorées (communément appelées *dioxines*) constituent un exemple de substances chimiques associées à des effets cancérigènes à seuil, alors que de plus faibles concentrations dans l'environnement entraînent d'autres effets non cancérigènes à seuil. L'exposition humaine est comparée à ces VTR, le cas échéant, pour déterminer les risques pour la santé.

2.2 EXPOSITION D'UNE DURÉE MOINDRE QUE LA DURÉE DE VIE

2.2.1 EFFETS CANCÉROGÈNES SANS SEUIL

Les mêmes équations de risques (soit l'équation ci-dessus) et FAFA servent à estimer les risques de cancer attribuables à une exposition d'une durée moindre que la durée de vie à une substance chimique qui entraîne des effets cancérigènes sans seuil.

2.3 EFFETS CANCÉROGÈNES À SEUIL

L'amortissement de l'exposition de courte durée (c.-à-d. activités intermittentes ou saisonnières, visites occasionnelles ou certaines activités professionnelles) pour les effets cancérigènes à seuil peut être effectué de la même manière que celui pour les effets non cancérigènes à seuil de la section 3.2 ci-dessous. La VTR cancérigène retenue pour l'exposition de courte durée devrait correspondre autant que possible à la durée d'exposition dans la région touchée; les VTR doivent être élaborées pour la même (ou une plus longue) durée que l'exposition à l'étude. De plus, les effets anticipés de l'exposition amortie devraient rester équivalents sur le plan biologique à ceux de l'exposition avant ajustement.

2.3.1 AUTRES CONSIDÉRATIONS (NON CANCÉROGÈNES)

Il convient de noter que l'exposition de courte durée à un agent cancérigène peut également provoquer des effets sur la santé autres que le cancer. Il est donc nécessaire d'évaluer les risques d'effets cancérigènes et non cancérigènes pour ce type d'agent. La section 3.2 ci-dessous présente les principes fondamentaux de l'évaluation des risques d'effets sur la santé autres que le cancer liés à l'exposition de courte durée.

3.0 EFFETS NON CANCÉROGÈNES

3.1 EXPOSITION CHRONIQUE

Le document d'orientation de Santé Canada (2010a) aborde l'évaluation des effets autres que le cancer liés aux expositions chroniques.

3.2 EXPOSITION NON CHRONIQUE

Les effets autres que le cancer liés aux expositions de courte durée peuvent être évalués pour les récepteurs les plus critiques fréquentant une région touchée. Cette évaluation prend en compte les récepteurs ou les stades de vie pertinents présentant la plus forte sensibilité à une substance chimique particulière ou associés à la plus forte exposition. Une approche par étapes est recommandée pour l'évaluation des risques liés aux substances chimiques ayant des effets non cancérogènes, les évaluations de niveau supérieur nécessitant une expertise en toxicologie plus approfondie.

La première étape de dépistage pour évaluer les substances chimiques ayant des effets non cancérogènes consiste à comparer l'exposition quotidienne avant ajustement (c.-à-d. sans amortissement de l'exposition et avec un terme d'exposition de « 1 ») à une VTR chronique (basée sur l'effet et le stade de vie les plus sensibles, y compris la toxicité sur le développement). Si les niveaux de risque cibles ne sont pas dépassés, aucun effet sur la santé n'est prévu pour ces substances chimiques. Si ces niveaux sont dépassés, il sera nécessaire d'effectuer une évaluation plus approfondie (soit une évaluation de niveau supérieur) pour caractériser les effets sur la santé, la première étape étant une approche prudente de dépistage conçue pour éliminer les substances chimiques qui n'ont pas besoin d'un examen plus poussé. Cette approche par étapes est nécessaire pour réduire le plus possible les coûts associés aux ERSH et assurer qu'une attention particulière est accordée aux substances chimiques susceptibles d'être préoccupantes et d'exiger plus d'efforts.

Les évaluations de niveau supérieur font une comparaison entre l'exposition et les VTR pour les expositions de courte durée qui ont été élaborées pour une durée similaire (ou plus longue) à celle du scénario d'exposition à l'étude. En l'absence de VTR pour des expositions de courte durée, de nouvelles VTR pour des expositions de durée appropriée peuvent être élaborées conformément au document d'orientation de Santé Canada (2010a). L'évaluation peut également se terminer au niveau du dépistage (sans amortissement de l'exposition) en se servant des VTR chroniques. Les évaluations de niveau supérieur peuvent également prendre en compte la dose moyenne dans les estimations de l'exposition, à condition de le justifier scientifiquement et de manière satisfaisante dans le rapport d'évaluation. S'il s'agit d'ERSH vastes et complexes, elles peuvent également faire appel à la modélisation pharmacocinétique à base physiologique, qui ne fait pas généralement partie des évaluations environnementales. Par exemple, lorsqu'une ERSH jugée trop prudente en s'appuyant sur la littérature scientifique dépasse le niveau de risque cible, l'évaluation des risques peut être affinée davantage pour réduire l'incertitude. Tout comme les essais de biodisponibilité, la modélisation pharmacocinétique à base physiologique peut servir à réduire davantage l'incertitude.

Il est important que l'amortissement de l'exposition ne sous-estime pas le risque d'effets à seuil. L'évaluateur des risques pour la santé humaine ne devrait pas supposer qu'une exposition quotidienne de courte durée avant ajustement est équivalente sur le plan



toxicologique à une exposition quotidienne de courte durée amortie sur une plus longue période (donc plus faible) sans base solide pour le faire. L'exposition devrait plutôt être amortie sur la période totale réelle d'exposition (p. ex., si une personne est exposée de façon continue pendant 20 jours, la dose totale devra être amortie sur 20 jours et non sur une période de plus de 20 jours), puis comparée à la VTR appropriée.

Le document d'orientation de Santé Canada (2010a) recommande de justifier scientifiquement et de façon appropriée l'utilisation de l'amortissement de l'exposition pour chaque substance chimique (en précisant s'il s'agit de VTR aiguës, subchroniques ou chroniques) en indiquant de quelle manière l'approche choisie protège adéquatement la santé humaine pour la période d'exposition considérée. Tout d'abord, la VTR sélectionnée devrait correspondre autant que possible à la durée d'exposition dans la région touchée; les VTR devraient avoir été élaborées pour la même (ou une plus longue) durée que l'exposition à l'étude. Ensuite, les effets prévus de l'exposition amortie devraient rester équivalents sur le plan biologique à ceux de l'exposition avant ajustement. Dans tous les cas, l'évaluateur des risques devrait fournir une analyse des données toxicologiques pertinente à l'appui des VTR utilisées ou élaborées pour estimer les expositions de courte durée.

Les éléments suivants devraient être pris en compte :

- le mécanisme d'action de la substance chimique
 - si la toxicité découle principalement de la concentration du contaminant, ou
 - si la toxicité découle principalement de l'exposition intégrée dans le temps (le produit de la concentration ou la dose par le temps, ou l'aire sous la courbe de la concentration en fonction du temps), ou
 - si la toxicité découle à la fois de la concentration du contaminant et de l'exposition intégrée dans le temps;
- la durée des effets (c.-à-d., la réversibilité de l'effet entre les périodes d'exposition);
- le risque d'exposition au cours d'une période de sensibilité particulière ou d'un stade de vie sensible;
- la demi-vie dans l'organisme de la substance chimique ou de ses métabolites actifs.

Pour certaines substances chimiques, les données toxicocinétiques ou toxicodynamiques disponibles pourraient ne pas satisfaire aux exigences liées à l'amortissement de l'exposition. Dans de tels cas, un terme d'exposition de « 1 » serait plus approprié.

Malgré l'approche par étapes mentionnée plus haut, un terme d'exposition de « 1 » (c.-à-d. sans amortissement de l'exposition) devrait être envisagé pour toute substance chimique susceptible d'entraîner des effets sur le développement, ces effets pouvant découler d'expositions survenant au cours d'une période de sensibilité particulière. Par exemple, la forte exposition sur une courte période à une substance chimique pouvant avoir des effets tératogènes (p. ex., malformations congénitales chez un fœtus en développement exposé durant quelques jours seulement au cours de la grossesse) doit être prise en compte pour s'assurer que cette exposition ne dépassera pas, ne serait-ce que pour une journée, la VTR liée à cet effet.

Les sections 3.2.1 et 3.2.2 de cette annexe décrivent brièvement les évaluations de niveau supérieur s'appliquant davantage aux ERSH réalisées dans le cadre d'évaluations de projets.

3.2.1 EXPOSITION UNIQUE

Les VTR de courte durée ayant des périodes d'exposition comparables peuvent être utilisées pour les expositions de courte durée. Ces VTR pour les expositions non chroniques peuvent être obtenues auprès d'autres organismes réglementaires ou calculées selon les valeurs apparaissant dans le document d'orientation de Santé Canada (2010a). En l'absence de VTR pour les expositions de courte durée, une analyse peut être effectuée à partir de données sur la relation dose-effet provenant d'études de toxicité. Il est également important de déterminer si l'exposition de courte durée peut entraîner des effets sur la santé par la suite ou certains événements biologiques antérieurs qui pourraient provoquer ces effets sur la santé.

3.2.2 EXPOSITIONS INTERMITTENTES ET RÉPÉTÉES

Il convient de noter que la plupart des VTR pour les expositions de courte durée reposent sur des expositions uniques et non sur des expositions intermittentes et répétées. Les expositions intermittentes peuvent survenir dans des régions touchées, fréquentées souvent et pendant de courtes périodes par des personnes. Les expositions répétées peuvent provoquer des effets sur la santé différents de ceux des expositions uniques, surtout si la substance chimique peut s'accumuler dans l'organisme avec le temps. Pour évaluer le risque d'effets à seuil attribuable à une exposition intermittente, l'ERSH devrait identifier une VTR correspondant à une durée d'exposition intermittente ou comparer l'exposition intermittente à une VTR pour une exposition de plus longue durée. Cette dernière aura été élaborée pour une durée égale ou supérieure à celle de toutes les expositions combinées (c.-à-d. la somme des épisodes d'exposition et des périodes sans exposition).

L'amortissement de l'exposition pourrait ne pas s'appliquer dans ce cas, notamment si les substances chimiques (ou leurs métabolites actifs) ont de longues demi-vies d'élimination. Le scénario d'exposition sera alors considéré comme continu et le taux d'exposition quotidienne correspondra au taux le plus élevé parmi les épisodes d'exposition. Un toxicologue devrait corroborer la VTR et l'exposition anticipée pour ce type d'évaluation des risques. Comme pour l'approche par étapes ci-dessus, si l'hypothèse de l'exposition chronique suffit aux fins de l'ERSH, une évaluation plus poussée ne sera pas nécessaire.

Dans certains cas où la demi-vie d'élimination est plus courte que les intervalles entre les expositions et que les effets sont réversibles et le rétablissement rapide (c.-à-d. que le temps de récupération est plus court que l'intervalle entre les expositions), une VTR pour une exposition de courte durée pourrait être appliquée à chacune des périodes d'exposition. Une explication, avec références à l'appui, devrait être fournie dans l'ERSH. La probabilité que des effets biologiques associés à chaque épisode d'exposition s'accumulent au cours de périodes sans exposition pourrait influencer sur l'évaluation. Dans ces cas, bien que la substance chimique (ou ses métabolites actifs) ait été quasiment éliminée avant la survenue de toute nouvelle exposition, des changements biologiques, sous l'effet d'agressions répétées, sont susceptibles de produire des effets nocifs. L'utilisation de VTR correspondant à une exposition de courte durée pour l'ERSH d'expositions répétées devrait alors être justifiée au cas par cas, et inclure une analyse des incertitudes et de la possibilité de sous-estimer ou de surestimer les risques.

La figure suivante illustre l'analyse à effectuer dans le cas des expositions intermittentes; elle fait ressortir que la VTR pour l'exposition de courte durée sélectionnée devrait correspondre à l'épisode d'exposition (répétée ou intermittente).

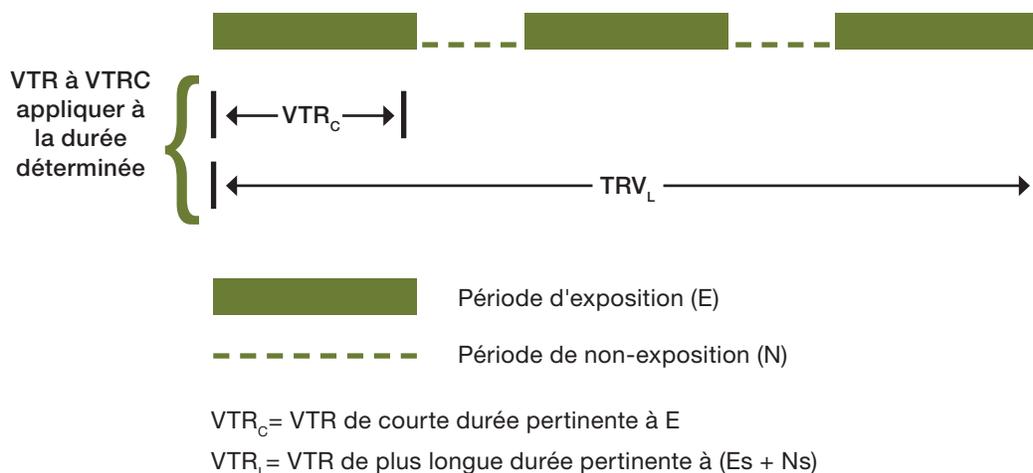


Figure G.1 : Analyse requise pour sélectionner les VTR servant à évaluer les effets autres que le cancer attribuables aux expositions intermittentes. *Source* : Haber et al. (2016).

4.0 EXEMPLES D'EXPOSITIONS DE COURTE DURÉE

Les exemples suivants illustrent l'évaluation d'effets autres que le cancer attribuables à des expositions de courte durée. L'applicabilité de l'amortissement de l'exposition pour les effets non cancérogènes doit être établie selon la substance chimique, le mécanisme d'action, la durée des effets et la demi-vie d'élimination dans l'organisme variant d'une substance chimique à l'autre. Les principes fondamentaux s'appliquant à l'amortissement de l'exposition sont résumés ci-dessous.

1. Si la substance chimique (ou ses métabolites actifs) ne peut être entièrement éliminée avant la prochaine exposition, l'amortissement de l'exposition ne pourra être appliqué.
2. Si la substance chimique est entièrement éliminée, mais que ses effets persistent au-delà de la période sans exposition, c'est le mécanisme d'action qui déterminera l'applicabilité de l'amortissement de l'exposition :
 - a) L'amortissement de l'exposition ne pourra être appliqué si la toxicité découle principalement de la concentration du contaminant.
 - b) L'amortissement de l'exposition pourra être appliqué si la toxicité découle principalement de l'exposition intégrée dans le temps.

Un stade de vie particulièrement sensible à l'action d'une substance chimique relève également de la substance chimique et doit donc être pris en compte. Toutes ces considérations doivent être abordées dans le rapport et justifiées de façon satisfaisante.

Il est généralement recommandé de réaliser au départ une évaluation préalable pour comparer l'exposition (sans amortissement) à une VTR appropriée pour l'exposition chronique. Une VTR reposant sur des effets sur le développement peut également être considérée comme une VTR chronique. Si l'IR est supérieur à la valeur cible (voir Santé Canada, 2010a), une évaluation plus poussée sera requise.

4.1 SCÉNARIO 1

5 jours par semaine, 1 semaine par an, pendant 35 ans

Ce scénario suppose un épisode d'exposition de 5 jours qui se répète une fois par an pendant 35 ans. Dans ce cas, une VTR pour une exposition de courte durée (≥ 5 jours) s'appliquerait sans amortissement de l'exposition. Une évaluation plus poussée devra être effectuée si la substance chimique (ou ses métabolites actifs) ne peut être entièrement éliminée avant que la prochaine exposition se produise (soit un an plus tard) ou que l'effet s'accumule (sans être renversé) entre les expositions. De façon générale, à moins d'une saturation des mécanismes d'élimination, environ 97 % de la substance chimique présente dans le corps devrait avoir été éliminée (souvent considéré comme une élimination complète) au bout de cinq demi-vies après la dernière exposition. Comme cette exposition se répète pendant 35 ans, une évaluation plus poussée ferait intervenir une VTR chronique. Les éléments mentionnés à la section 3.2.2 de cette annexe permettront de déterminer l'applicabilité de l'amortissement de l'exposition.

4.2 SCÉNARIO 2

1 jour, 1 semaine sur 2, 26 semaines par an, pendant 60 ans

Ce scénario suppose une exposition d'un jour, une semaine sur deux. Il est nécessaire d'évaluer si cette exposition d'un jour peut provoquer des effets. Une évaluation plus poussée devra être effectuée si la substance chimique (ou ses métabolites actifs) ne peut être entièrement éliminée avant que la prochaine exposition se produise (soit deux semaines plus tard) ou que l'effet s'accumule (sans être renversé) entre les expositions. De façon générale, une substance chimique peut être considérée comme entièrement éliminée du corps si la période sans exposition est supérieure ou égale à cinq demi-vies. Comme cette exposition se répète pendant 60 ans, une évaluation plus poussée ferait intervenir une VTR chronique. Les éléments mentionnés à la section 3.2.2 de cette annexe permettront de déterminer l'applicabilité de l'amortissement de l'exposition.



4.3 SCÉNARIO 3

Exposition quotidienne durant 4 mois de la vie

Ce scénario suppose l'exposition à une substance cancérigène pendant quatre mois de la vie (p. ex., au cours d'activités de remédiation). Santé Canada (2013) fournit de plus amples détails sur l'évaluation requise pour ce type de scénario d'exposition. En bref, il est nécessaire d'évaluer si l'exposition de quatre mois peut entraîner un risque de développer un cancer supérieur au RAC à vie cible. Toutefois, même en l'absence d'un risque supérieur au RAC à vie cible, il est nécessaire d'établir si l'exposition de courte durée à cette substance cancérigène peut également entraîner des effets non cancérigènes attribuables à l'exposition de courte durée. Dans ce cas, il sera nécessaire d'identifier une VTR pour l'exposition de courte durée et de réaliser une évaluation plus poussée.



