



# Guide supplémentaire sur l'évaluation des risques pour la santé humaine liés aux sédiments contaminés : voie du contact direct



**L'évaluation  
des risques  
pour les sites  
contaminés  
fédéraux  
au Canada**

**Santé Canada est le ministère fédéral qui aide les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé.**

Nous évaluons l'innocuité des médicaments et de nombreux produits de consommation, aidons à améliorer la salubrité des aliments et offrons de l'information aux Canadiennes et aux Canadiens afin de les aider à prendre de saines décisions. Nous offrons des services de santé aux peuples des Premières nations et aux communautés inuites. Nous travaillons de pair avec les provinces pour nous assurer que notre système de santé répond aux besoins de la population canadienne.

Also available in English under the title:

*Federal Contaminated Sites Risk Assessment in Canada: Supplemental Guidance on Human Health Risk Assessment of Contaminated Sediments: Direct Contact Pathway*

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

Télec. : 613-941-5366

ATS : 1-800-465-7735

Courriel : [publications@hc-sc.gc.ca](mailto:publications@hc-sc.gc.ca)

On peut obtenir, sur demande, la présente publication en formats de substitution.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de la Santé, 2017

Date de publication : mars 2017

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. : H144-41/2017F-PDF

ISBN : 978-0-660-07990-5

Pub. : 160383

# L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LES SITES CONTAMINÉS FÉDÉRAUX AU CANADA

## GUIDE SUPPLÉMENTAIRE SUR L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE LIÉS AUX SÉDIMENTS CONTAMINÉS : VOIE DU CONTACT DIRECT

Mars 2017

Préparé par la  
Division des sites contaminés  
Direction de la sécurité des milieux



## TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE.....	iii
ACRONYMES.....	iv
GLOSSAIRE.....	v
1.0 INTRODUCTION.....	1
1.1 But.....	1
1.2 Contexte.....	2
2.0 ÉNONCÉ DU PROBLÈME.....	2
2.1 Scénarios génériques d'exposition aux sédiments.....	2
2.2 Dépistage et identification des contaminants potentiellement préoccupants (CPP).....	3
2.2.1 Critères de dépistage pour les sédiments.....	3
2.2.2 Concentrations de fond/référence.....	4
2.3 Identification des récepteurs.....	6
2.4 Identification des voies d'exposition.....	6
2.5 Modèle d'exposition conceptuel et modèle conceptuel de site.....	7
3.0 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION.....	7
3.1 Considérations relatives à l'échantillonnage.....	7
3.2 Estimation des concentrations au point d'exposition.....	7
3.3 Caractérisation des récepteurs.....	8
3.3.1 Surfaces corporelles, poids corporels et taux d'inhalation.....	8
3.3.2 Facteurs d'adhérence cutanée.....	9
3.3.3 Taux d'ingestion de sédiments.....	11
3.4 Fréquence et durée de l'exposition.....	12
3.5 Considérations particulières pour une durée d'exposition non chronique.....	12
3.6 Biodisponibilité.....	13
3.7 Estimation de l'exposition.....	13
3.8 Évaluation de la toxicité.....	13
4.0 CARACTÉRISATION DES RISQUES.....	15
4.1 Incertitude et variabilité.....	15
5.0 EXEMPLES DE MODÈLES D'EXPOSITION CONCEPTUELS POUR UNE EXPOSITION DIRECTE AUX SÉDIMENTS.....	16
6.0 RÉFÉRENCES.....	18

## LISTE DES FIGURES ET PIÈCE

Figure 1.	Exemple de modèle d'exposition conceptuel sous forme d'organigramme.....	16
Figure 2.	Exemple de modèle d'exposition conceptuel pour un site récréatif à faible contact avec les sédiments.....	17
Figure 3.	Exemple de modèle d'exposition conceptuel pour un site récréatif à contact élevé avec les sédiments.....	17
Figure 4.	Exemple de modèle d'exposition conceptuel pour un site de sédiments commercial/industriel .....	18
Pièce 1.	Équations générales recommandées pour estimer les doses .....	14

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Description des scénarios génériques d'exposition aux sédiments .....	3
Tableau 2.	Surfaces corporelles, poids corporels et taux d'inhalation par défaut pour les récepteurs humains dans les scénarios d'exposition aux sédiments.....	8
Tableau 3.	Sélection de facteurs d'adhérence cutanée publiés issus d'études sur le terrain .....	10
Tableau 4.	Taux estimés d'ingestion de sédiments .....	12
Tableau 5.	Exemple de modèle d'exposition conceptuel sous forme de tableau.....	16

## PRÉFACE

Mis sur pied par le gouvernement du Canada, le Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux (PASCf) a été conçu pour assurer la poursuite et l'amélioration du programme fédéral d'intendance environnementale se rapportant aux sites contaminés situés sur des propriétés fédérales ou exploitées par le gouvernement fédéral ou des terres non fédérales dont le gouvernement fédéral a accepté la pleine responsabilité. Divers documents d'orientation sur l'évaluation des risques pour la santé humaine (ÉRSH) à l'appui du PASCf ont été préparés par la Division des sites contaminés de Santé Canada et ils peuvent être obtenus sur notre site Web ou auprès de la Division des sites contaminés ([cs-sc@hc-sc.gc.ca](mailto:cs-sc@hc-sc.gc.ca)).

Le présent document d'orientation, *L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada – Guide supplémentaire sur l'évaluation des risques pour la santé humaine liés aux sédiments contaminés : voie du contact direct*, a été préparé à l'intention des ministères gardiens. Comme c'est souvent le cas de tout guide national, ce document ne satisfera pas à toutes les exigences de l'ensemble des sites contaminés, des ministères gardiens ou des évaluateurs de risques. À mesure que la pratique de l'ÉRSH évoluera et que la mise en œuvre du PASCf se poursuivra, des informations nouvelles et des mises à jour seront publiées au sujet de divers aspects de l'ÉRSH. Par conséquent, il est à prévoir qu'une révision du présent document sera nécessaire de temps à autre afin d'intégrer ces nouvelles informations. Pour vous assurer que la version du document dont vous disposez est la plus récente et que vous utilisez les hypothèses, paramètres et autres renseignements les plus à jour, veuillez communiquer avec Santé Canada à l'adresse ci-après.

Les commentaires, questions, critiques, ajouts ou modifications à apporter au présent document doivent être envoyés à l'adresse suivante : Division des sites contaminés, Direction de la sécurité des milieux, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada. Courriel: [cs-sc@hc-sc.gc.ca](mailto:cs-sc@hc-sc.gc.ca).

Voir aussi : [www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contamsite/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contamsite/index-fra.php).

Ce guide d'orientation a été rédigé par la Division des sites contaminés de Santé Canada sur la base de rapports antérieurs rédigés par Intrinsic Environmental Sciences Inc., Golder Associés, Environ International Corp., Wilson Scientific Consulting Ltée et Meridian Environmental Inc. en vertu de contrats avec Santé Canada. Santé Canada reconnaît les rétroactions et commentaires d'examen reçus de différentes sources gouvernementales, universitaires et de consultants durant la préparation de ce document d'orientation, en particulier les commentaires reçus des participants à l'atelier de Santé Canada, « *Approaches for Human Health-Based Sediment Quality Guidelines and Sediment Risk Assessment* » qui a eu lieu à Vancouver (C.-B.) en juin 2010.

Des commentaires et rétroactions ont été sollicités pour rendre le document aussi complet et défendable que possible dans les limites définies par le PASCf et selon les engagements, politiques et obligations de Santé Canada en matière d'évaluation des risques pour la santé et de protection de la santé.

## ABRÉVIATIONS

BDR	ajustements de la biodisponibilité relative
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CO	Carbone organique, teneur totale
CPP	Contaminant potentiellement préoccupant
DSC	Division des sites contaminés
ÉQDR	Évaluation quantitative détaillée des risques
ÉQPR	Évaluation quantitative préliminaire des risques
ÉRSH	Évaluation des risques pour la santé humaine
MCS	Modèle conceptuel de site
MEC	Modèle d'exposition conceptuel
PASCF	Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux
RQS	Recommandation pour la qualité des sols
SC	Santé Canada
NS	Non signalé
TIS <sub>MB</sub>	Taux d'ingestion de sédiments, mains-bouche
TIS <sub>SS</sub>	Taux d'ingestion de sédiments, sédiment en suspension
US EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
VTR	Valeur toxicologique de référence

## GLOSSAIRE

**Aliments aquatiques** – Tout biote aquatique d'eau douce ou d'eau salée (y compris, sans toutefois s'y limiter, les macro-algues, racines et autres parties végétales de marais, les œufs de poissons, de mollusques ou de crustacés, les poissons, les mollusques et crustacés, les oiseaux marins, les œufs d'oiseaux marins et les mammifères marins) susceptible d'être consommé par des êtres humains.

**Bioaccumulation** – L'accumulation nette d'une substance chimique dans un organisme résultant de l'exposition de l'organisme à une substance chimique présente dans les milieux environnementaux (p. ex. eau, sédiments ou aliments) par toutes les voies d'exposition possibles.

**Bioamplification** – Terme utilisé pour décrire l'augmentation observée de la concentration d'une substance chimique dans les tissus des organismes à chaque niveau trophique supérieur de la chaîne alimentaire. La bioamplification résulte principalement de l'accumulation alimentaire (c.-à-d., l'accumulation d'une substance chimique par la consommation de proies de niveaux trophiques inférieurs par des organismes de niveaux trophiques supérieurs).

**Biodisponibilité** – Dans le contexte de la toxicologie chez les mammifères et de l'évaluation des risques pour la santé humaine, ce terme fait référence à la fraction de la dose administrée d'une substance chimique qui est absorbée et disponible pour la circulation systémique dans le corps.

**Biodisponibilité relative** – Terme utilisé pour décrire la différence sur le plan de la biodisponibilité entre différentes formes chimiques ou entre différents médias environnementaux (p. ex. eau potable vs nourriture) ou voies d'exposition (p.ex. voie orale vs voie cutanée). Dans le contexte de l'évaluation des risques, elle est le plus souvent utilisée pour comparer la biodisponibilité d'une substance chimique dans la matrice environnementale d'intérêt par rapport à celle du produit de dosage utilisé dans l'étude de toxicité à partir de laquelle est fondée la valeur toxicologique de référence (VTR).

**Charge cutanée (ou adhérence cutanée)** – Relatif à la concentration d'une substance chimique dans un produit qui est en contact avec une surface donnée de la peau; on peut aussi parler d'adhérence à la peau. Cela est en corrélation directe avec l'exposition.

**Contaminant potentiellement préoccupant (CPP)** – Un contaminant potentiellement associé à un risque ou à des effets indésirables pour les êtres humains à un site. Lors de l'évaluation des CPP dans les sédiments, il convient de considérer si le contaminant est naturellement présent dans la région et les scénarios d'exposition précis associés à cette matrice.

**Demi-vie d'élimination** – Le temps nécessaire pour que la moitié de la quantité initiale d'une substance chimique présente dans l'organisme soit éliminée par le métabolisme et les fonctions d'excrétion (c.-à-d. les fonctions de nettoyage du corps impliquant la transformation de la substance chimique pour devenir plus soluble dans l'eau et son élimination subséquente du corps).

**Dose journalière tolérable (DJT)** – Estimation de la quantité d'une substance chimique à seuil d'effet à laquelle les personnes peuvent être exposées, toute la vie durant, sans risque appréciable d'effets nocifs sur la santé.

**Évaluation déterministe** – Évaluation fondée sur l'utilisation d'estimations ponctuelles pour représenter les paramètres d'entrée dans les calculs d'exposition et de risques, de manière à générer une estimation unique du risque ou du danger. Ce type d'évaluation ne tient pas compte de l'incertitude ni de la variabilité des paramètres. L'incertitude et la variabilité sont analysées de manière qualitative dans une évaluation déterministe des risques.

**Évaluation probabiliste** – Évaluation fondée sur des fonctions de distribution de probabilités, au lieu d'estimations ponctuelles, pour décrire des paramètres d'entrée et de sortie et qui, par conséquent, tient compte de l'incertitude et de la variabilité dans les hypothèses clés et les paramètres utilisés dans l'évaluation.

**Mode d'action** – Les étapes clés d'une réponse toxique à la suite de l'exposition à une substance chimique qui cause un effet sur un organisme.

**Modèle conceptuel de site (MCS)** – Une représentation visuelle qui inclut les mêmes renseignements qu'un MEC, mais qui comprend également la façon dont le site est devenu contaminé, de même que le devenir et le transport des contaminants présents. Il est utilisé comme outil pour faciliter l'établissement des priorités d'enquête en cours de route, contribuant ainsi à cibler les milieux ou les voies précises qui semblent entraîner le risque ou le danger. Le MCS devrait être itératif et révisé dans le temps pour s'assurer de sa pertinence à mesure que l'évaluation des risques est raffinée.

**Modèle d'exposition conceptuel (MEC)** – Un « aperçu » qui illustre (p. ex. sous forme de tableau, d'image ou de schéma) les voies d'exposition par lesquelles les personnes se trouvent en contact avec les milieux contaminés d'un site. Il est utilisé comme outil pour faciliter la conceptualisation du site sur papier, de manière à s'assurer que tous les milieux, voies d'exposition et renseignements sur les récepteurs pertinents sont pris en considération.

**Sédiments** – Les dépôts retrouvés au fond des environnements aquatiques composés de matières particulières (de différentes tailles, formes et composition minéralogique) de diverses origines (p. ex. terrigènes, organogènes, authigènes).

**Sédiments authigènes** – Relatif aux sédiments formés sur place dans le fond d'un plan d'eau. La formation de ces sédiments dépend des conditions géochimiques locales, de l'abondance des éléments, des caractéristiques de l'eau, de la proximité de sources hydrothermales et du taux d'accumulation de sédiments.

**Sédiments en suspension** – Fines particules qui demeurent en suspension dans l'eau et qui sont déplacées par l'eau.

**Sédiments exposés** – Sédiments non submergés qui font l'objet d'une attention particulière du fait que leur adhérence cutanée est vraisemblablement plus élevée que celle d'autres types de sédiments.

**Sédiments lités** – Matière non consolidée (c.-à-d. libre) qui s'accumule au fond des plans d'eau naturels, y compris les sédiments submergés et les sédiments pouvant être périodiquement exposés (p. ex. les sédiments intertidaux et les zones humides).

**Sédiments organogènes** – Relatif aux sédiments produits par des organismes vivants ou des processus biologiques, c.-à-d. des composants de l'organisme ou des sécrétions de l'organisme.

**Sédiments terrigènes** – Relatif aux sédiments marins dérivés de l'érosion de matériaux terrestres (p. ex. roche, sol).

**Substance chimique à seuil d'effet** – Substance chimique qui produirait des effets nocifs sur la santé uniquement lorsqu'une certaine dose (le seuil) est atteinte ou dépassée. Les substances chimiques à seuil d'effet ont une courbe dose-réponse non linéaire avec une dose seuil distincte sous laquelle aucun effet toxique n'est observé.

**Substance chimique sans seuil d'effet** – Substance chimique réputée produire des effets nocifs sur la santé peu importe la dose. Il est présumé que les substances chimiques sans seuil d'effet ont une courbe dose-réponse qui ne présente pas une dose seuil distincte. Cette classification s'applique normalement aux cancérigènes génotoxiques et aux tératogènes.

**Valeurs toxicologiques de référence (VTR)** – Valeurs de référence qui sont établies afin de qualifier ou de quantifier le risque potentiel d'effets toxiques qui pourrait résulter de l'exposition à des substances chimiques. Aux fins de l'évaluation de la toxicité, les VTR sont classées selon que la substance chimique est considérée être à seuil d'effet (p.ex. non cancérigène) ou sans seuil d'effet (p.ex. cancérigène).

## 1.0 INTRODUCTION

Ce document a été élaboré à l'appui du Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux (PASCf) du gouvernement du Canada. Ce programme vise à assurer l'amélioration et la pérennité de l'intendance environnementale du gouvernement fédéral en ce qui a trait aux sites contaminés situés sur les propriétés dont le gouvernement fédéral est propriétaire ou qu'il exploite ou des terres non fédérales dont le gouvernement fédéral a accepté la pleine responsabilité. Ce document porte sur l'évaluation de l'exposition humaine à des substances chimiques présentes dans les sédiments par contact direct avec ces sédiments. Les autres documents d'orientation en matière d'évaluation des risques pour la santé humaine (ÉRSH), qui ont été préparés par la Division des sites contaminés (DSC) de Santé Canada (SC) en appui au PASCf, sont cités sur le site Web de SC ([www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contamsite/docs/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contamsite/docs/index-fra.php)) et peuvent être obtenus en communiquant avec la Division des sites contaminés par courriel à l'adresse [cs-sc@hc-sc.gc.ca](mailto:cs-sc@hc-sc.gc.ca).

Les risques pour la santé écologique sont évalués séparément des risques pour la santé humaine. Veuillez consulter les documents d'orientation du PASCf sur l'évaluation du risque écotoxicologique (PASCf, 2010a, b; 2012a, b; 2013; en préparation) ainsi qu'Environnement et Changement climatique Canada et Pêches et Océans Canada pour obtenir de plus amples renseignements.

### 1.1 But

Les guides sur l'évaluation quantitative préliminaire des risques (ÉQPR) et l'évaluation quantitative détaillée des risques (ÉQDR) de Santé Canada (2012; 2010) s'appliquent aux sites contaminés fédéraux; cependant, certaines considérations propres aux sites aquatiques ne sont pas abordées dans ces documents d'orientation générale. Le but de ce guide supplémentaire est de fournir de l'information relative à l'exposition humaine à des substances chimiques présentes dans les sédiments par suite d'un contact direct (c.-à-d., l'ingestion involontaire, le contact cutané et l'inhalation de particules), en particulier là où les caractéristiques des récepteurs et les scénarios d'exposition pour les sites aquatiques (sédiments) pourraient différer des sites terrestres (sol).

Dans le cadre de l'établissement des recommandations pour la qualité des sédiments visant la protection de la vie aquatique, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME 1995) définit les sédiments comme étant « *les dépôts retrouvés au fond des environnements aquatiques composés de matières particulaires (de différentes tailles, formes et composition minéralogique) de diverses origines (p. ex. terrigènes, organogènes, authigènes)* ». Deux critères sont utilisés pour distinguer l'exposition humaine aux sédiments de l'exposition humaine au sol. Le premier critère est que les sédiments sont, au moins de façon périodique ou saisonnière, couverts ou saturés d'eau ou peuvent être régulièrement en suspension dans l'eau, tandis que le sol demeure systématiquement plus sec. Le second critère est que l'activité ou l'exposition humaine qui a lieu dans un environnement aquatique devrait différer substantiellement de celle dans un environnement terrestre. Les recommandations incluses dans le présent document sont conçues pour les cas où il y a une exposition humaine à des sédiments.

Les types de sédiments suivants sont abordés dans ce document :

- les sédiments lités, ce qui inclut les sédiments submergés et les sédiments qui pourraient être périodiquement exposés (p. ex. les sédiments intertidaux et les zones humides);
- les sédiments en suspension dans la colonne d'eau.

Les personnes peuvent également être indirectement exposées aux substances chimiques présentes dans les sédiments lorsque ces substances chimiques sont transportées jusqu'à d'autres milieux (p. ex. l'eau de surface) ou lorsque les substances chimiques sont introduites dans la chaîne alimentaire par bioaccumulation ou bioamplification. Veuillez consulter SC pour obtenir des renseignements sur l'évaluation des risques pour la santé associés à la consommation d'aliments aquatiques (poissons, mollusques et crustacés, plantes et algues, etc.) ou à l'exposition aux substances chimiques dans l'eau de surface de sites aquatiques.

Les directives fournies dans ce document s'appliquent aux environnements marins et d'eau douce de sites contaminés fédéraux gérés dans le cadre du PASCf. Elles ne s'appliquent pas aux zones humides ou aux lagons artificiels qui sont utilisés pour traiter les eaux pluviales ou les effluents industriels ou municipaux au sein d'un système de traitement des eaux usées.

## 1.2 Contexte

Les sédiments sont un important milieu de résidence et d'exposition pour la plupart des substances chimiques préoccupantes présentes dans les systèmes aquatiques. La caractérisation, l'évaluation et la gestion des sites aquatiques comportant des sédiments contaminés posent souvent un plus grand défi que les sites terrestres pour différentes raisons, y compris les suivantes :

- Les sites aquatiques peuvent être vastes, hétérogènes ou complexes (c.-à-d., usage mixte, propriété mixte et chevauchement des compétences légales).
- Il peut y avoir plusieurs sources ponctuelles et diffuses de contamination chimique, dont certaines peuvent être actives et difficiles à contrôler (p. ex. les rejets des égouts pluviaux).
- L'environnement aquatique est généralement plus dynamique et les sédiments peuvent être fortement mobiles et migrer vers d'autres secteurs. Par conséquent, la contamination des sédiments pourrait être diffuse et plus aisément dispersée ou déplacée.
- Comprendre la dynamique des sédiments ainsi que le devenir et le transport des substances chimiques peut être difficile et nécessiter une modélisation environnementale complexe, en fonction des caractéristiques propres au plan d'eau.
- La caractérisation de l'ampleur et de l'étendue de la contamination des sédiments peut s'avérer plus difficile et pourrait nécessiter différentes approches de gestion des sédiments.
- Les guides d'ÉRSR ont tendance à être plus axés sur les sites terrestres (c.-à-d. le sol) que sur les sites aquatiques (c.-à-d. les sédiments).
- Les travaux d'assainissement dans un environnement aquatique peuvent s'avérer difficiles du point de vue de l'ingénierie et pourraient être plus coûteux et techniquement plus complexes que dans un environnement terrestre.

Les activités humaines et les caractéristiques de l'exposition aux sites aquatiques pourraient différer de celles associées aux sites terrestres. Par exemple, les facteurs de charge (ou adhérence) cutanée, les taux d'ingestion involontaire et la surface de peau exposée dans les scénarios d'exposition aux sédiments pourraient être supérieurs à ceux des scénarios d'exposition au sol. La fréquence et la durée d'exposition pourraient également différer entre les sites aquatiques et terrestres.

## 2.0 ÉNONCÉ DU PROBLÈME

### 2.1 Scénarios génériques d'exposition aux sédiments

Cette section présente trois scénarios génériques d'exposition pour les sites aquatiques qui pourraient être considérés comme analogues aux scénarios d'exposition généralement considérés pour les sites terrestres (résidentiel/parc, commercial, etc.). Ces scénarios d'exposition (récréatif à contact élevé, récréatif à faible contact et commercial/industriel) se veulent représentatifs des activités humaines qui pourraient typiquement avoir lieu aux sites où des sédiments sont présents. Pour les sites qui pourraient être sujets à une utilisation d'une fréquence ou intensité plus grande ou qui diffère de ces scénarios génériques, les récepteurs et les paramètres d'exposition devront être ajustés en conséquence dans l'évaluation des risques. Ces lignes directrices ne remplacent pas le jugement professionnel ou la justification scientifique nécessaires dans le cadre d'une évaluation des risques. Les détails relatifs à chacun des trois scénarios, y compris les activités représentatives et la fréquence et la durée d'exposition, sont présentés dans le tableau 1.

Les trois scénarios génériques d'exposition aux sédiments sont mis en évidence pour illustrer comment différents scénarios d'utilisation aquatique pourraient donner lieu à des profils d'exposition substantiellement différents pour les personnes qui accèdent au site. Par conséquent, certains paramètres d'exposition et caractéristiques des récepteurs clés pourraient varier d'un scénario à l'autre. Par exemple, les taux d'ingestion de sédiments retenus pour un scénario d'exposition à contact élevé pourraient être supérieurs à ceux qui seraient jugés appropriés pour certains scénarios d'exposition récréative à faible contact et pour certains scénarios d'exposition commerciale/industrielle. La fréquence et la durée d'exposition pourraient également différer substantiellement pour chacun de ces scénarios génériques d'exposition. Toutefois, l'approche globale pour évaluer chacun des

scénarios génériques d'exposition décrits au tableau 1 (et toute autre exposition propre au site) sera généralement la même. L'orientation fournie dans ce document s'applique généralement à chacun des trois scénarios d'exposition et, le cas échéant, les différences au niveau de l'évaluation de chacun des trois scénarios d'exposition sont soulignées.

Le cadre physique du site, l'emplacement des sédiments contaminés et l'accès au site sont également des aspects importants à considérer. À certains sites, les sédiments pourraient être périodiquement exposés, tandis qu'à d'autres sites, ils pourraient être continuellement submergés. Ces conditions pourraient avoir une incidence sur la façon dont les personnes viennent en contact avec les sédiments et la façon dont elles y sont exposées. De même, la profondeur des sédiments contaminés sous la surface de l'eau, le type de sédiment ou de substrat, la taille des particules de sédiments et la proximité des sédiments contaminés à la rive ou au rivage pourraient aussi avoir une incidence sur l'exposition des personnes aux contaminants présents dans les sédiments. Il pourrait également y avoir des situations où la matière rencontrée est plus représentative des sédiments à certaines périodes de l'année et plus représentative des sols à d'autres périodes de l'année (p. ex. dans le cas de zones humides qui s'assèchent périodiquement). Dans ce cas, il pourrait être nécessaire d'évaluer les deux scénarios d'exposition si l'exposition humaine doit être évaluée.

**Tableau 1. Description des scénarios génériques d'exposition aux sédiments**

Scénario générique d'exposition aux sédiments	Récréatif à faible contact	Récréatif à contact élevé	Commercial/industriel
<b>Récepteurs</b>	Grand public – tous les âges	Grand public – tous les âges	Travailleurs adultes
<b>Exemples d'activités représentatives<sup>1</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promenade en bateau, kayak, etc.</li> <li>• Nage en eau profonde</li> <li>• Pêche récréative</li> <li>• Ski nautique/planche à voile</li> <li>• Promenade sur la plage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeux sur la rive ou le rivage</li> <li>• Pêche et récolte de crustacés/ mollusques, d'appâts ou de végétaux à des fins récréatives ou de subsistance</li> <li>• Pique-nique</li> <li>• Marche/nage en eau peu profonde</li> <li>• Surf sans planche (body surf)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pêche commerciale (poissons, crustacés, mollusques)</li> <li>• Mariculture/aquaculture</li> <li>• Entretien de bateaux</li> <li>• Entretien de quai/infrastructure</li> <li>• Travaux divers sur la rive ou le rivage</li> </ul>
<b>Fréquence et durée de l'exposition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À l'année ou saisonnière</li> <li>• Bref contact incident avec les sédiments sur la rive ou le rivage et avec ceux en suspension</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saisonnière</li> <li>• Contact incident prolongé avec les sédiments sur la rive ou le rivage et avec ceux en suspension</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À l'année ou saisonnière suivant un horaire de travail typique</li> <li>• Contact incident prolongé avec les sédiments sur la rive ou le rivage et avec ceux en suspension</li> </ul>

<sup>1</sup> Il ne s'agit que d'exemples, et cette liste n'est pas exhaustive.

## **2.2 Dépistage et identification des contaminants potentiellement préoccupants (CPP)**

Le but du dépistage des substances chimiques à l'étape de l'énoncé du problème d'une évaluation des risques pour la santé humaine est d'identifier les substances chimiques qui posent actuellement ou ont le potentiel de poser un risque pour la santé humaine. Ces substances chimiques sont retenues pour les étapes subséquentes de l'évaluation des risques et sont désignées comme les contaminants potentiellement préoccupants (CPP). Le dépistage des substances chimiques comprend l'identification de critères appropriés de dépistage des sédiments, la comparaison des concentrations mesurées aux critères de dépistage, la comparaison des concentrations mesurées aux conditions de fond et la sélection des CPP.

### **2.2.1 Critères de dépistage pour les sédiments**

À l'heure actuelle, aucune compétence canadienne n'a établi des critères ou recommandations pour les sédiments visant la protection de la santé humaine. Les rares critères pour les sédiments fondés sur la santé humaine provenant d'autres compétences ne pourraient pas s'appliquer directement à la plupart des sites contaminés fédéraux au Canada puisqu'ils ne tiennent généralement

pas compte de toutes les voies d'exposition potentiellement pertinentes ou qu'ils s'appuient sur des données régionales afin d'élaborer des critères de dépistage propres à un site. Par exemple, les lignes directrices du *New York Department of Environmental Conservation* sont fondées uniquement sur la consommation d'aliments aquatiques (NY DEC, 1999) alors que le *Washington State Department of Ecology* (2013; 2015) a publié des normes narratives pour les sédiments basées sur la santé humaine ainsi qu'une approche pour élaborer des normes propres à un site.

En l'absence de recommandations applicables pour la qualité des sédiments visant la protection de la santé humaine, les concentrations de contaminants dans les sédiments peuvent être comparées, dans les cas où seul un contact direct avec les sédiments contaminés est anticipé, aux recommandations (ou critères) pour la qualité des sols en fonction de la santé humaine relatives aux terrains à vocation résidentielle/parc. Les recommandations pour la qualité des sols ont été élaborées en fonction de facteurs d'exposition propres aux interactions humaines avec le sol. Étant donné que l'exposition humaine aux sédiments est généralement différente de celle au sol (p. ex. une adhérence cutanée et des taux d'ingestion potentiellement plus élevés pour les sédiments), les recommandations pour la qualité des sols pourraient ne pas assurer une protection adéquate de la santé humaine pour certains scénarios d'exposition aux sédiments, en particulier lorsqu'il est présumé que des personnes visiteront régulièrement un site pour participer à des activités à contact élevé (comme celles mentionnées au tableau 1). Dans ce cas, des valeurs de dépistage pour les sédiments propres au site pourraient être calculées. Une autre possibilité serait d'identifier les CPP en comparant les données du site aux données sur les concentrations de fond régionales, comme il est décrit à la section 2.2.2.

Dans les cas où les recommandations pour la qualité des sols sont jugées pertinentes et appropriées pour le dépistage, seules les recommandations fondées sur la santé humaine pour les voies d'exposition aux sédiments correspondantes pertinentes devraient être considérées. En particulier, à de nombreux sites, l'ingestion involontaire de sédiments et le contact cutané avec les sédiments pourraient être les seules voies d'exposition applicables. Dans un tel cas, seules les recommandations pour la qualité des sols fondées sur la santé humaine pour le contact cutané et l'ingestion involontaire seraient considérées comme des valeurs de dépistage pertinentes pour les sédiments. Dans les cas où une recommandation pour la qualité des sols est basée sur la voie d'exposition par inhalation, cette recommandation pourrait être pertinente pour un site seulement si les sédiments s'assèchent périodiquement.

Aux fins du dépistage des CPP sur les sites fédéraux, les recommandations canadiennes pour la qualité des sols (RQS) du CCME visant la protection de la santé humaine seraient généralement considérées comme étant les valeurs de dépistage les plus appropriées. Si des RQS du CCME basées sur la santé humaine ne sont pas disponibles, des critères ou des recommandations basés sur la santé humaine pour le sol d'une autre compétence pourront être retenus, dans la mesure où ils procurent le même niveau de protection que les RQS du CCME. Dans certains cas, il pourrait être nécessaire d'ajuster les critères d'une autre compétence pour assurer leur uniformité avec les critères de protection de la santé prescrits par Santé Canada et le CCME (voir SC, 2010, Section 3.4.2.1 pour de plus amples renseignements). Une justification appropriée des critères utilisés pour le dépistage dans les sédiments devrait être fournie, avec mention des incertitudes associées aux critères choisis.

Les critères pour le sol ne rendent pas compte de la bioaccumulation ou de la bioamplification possible des substances chimiques dans les aliments aquatiques. Les critères pour le sol ne sont donc pas adéquats pour cerner les substances chimiques bioaccumulables ou bioamplifiables dont il conviendrait de tenir compte dans l'évaluation des risques associés à la consommation d'aliments aquatiques provenant du site (c.-à-d. poissons, mollusques et crustacés, végétation aquatique ou oiseaux aquatiques). Veuillez communiquer avec Santé Canada pour obtenir de plus amples renseignements sur le dépistage des CPP et l'évaluation des risques potentiels pour la santé aux sites où des personnes pourraient consommer des aliments aquatiques.

### 2.2.2 Concentrations de fond/référence

Les concentrations de CPP dans les sédiments d'un site contaminé devraient être comparées aux concentrations de CPP dans les sédiments de sites de référence afin de permettre l'identification des substances chimiques qui pourraient être présentes en concentrations élevées sur une base régionale en raison d'une source diffuse naturelle ou anthropique non liée au site. Deux approches sont couramment utilisées pour l'échantillonnage de sites de sédiment de référence :

- l'échantillonnage de sites de référence indépendants;
- l'échantillonnage basé sur le gradient.

L'objectif de l'une ou l'autre approche est d'identifier des sites d'échantillonnage en dehors des zones contaminées ou de la zone de mélange.

Des sites de référence indépendants présentant des caractéristiques physiques, chimiques et géologiques aussi semblables que possible à celles du site contaminé, mais qui ne sont pas liés à la source de contamination, devraient être retenus. Ces sites devraient se trouver à proximité du site contaminé sans toutefois être touchés par les activités et les substances chimiques du site ou d'autres sources locales de contamination comme les sources ponctuelles. Les sites de référence devraient être représentatifs des concentrations chimiques régionales attribuables aux sources de fond régionales. Plus d'un site de référence pourrait être requis si le site présente un éventail de caractéristiques physiques, chimiques ou géologiques. Dans la mesure du possible, il sera important de tenir compte des éléments suivants dans l'identification des sites de référence :

- type de plan d'eau (plan d'eau de mer, d'estuaire, d'eau douce, lac, rivière, etc.);
- type de substrat ou de sédiments;
- caractéristiques des sédiments (taille des grains, teneur totale en carbone organique, potentiel d'oxydoréduction (redox), etc.);
- distance des sources de contamination ponctuelles connues;
- conditions géologiques naturelles (c.-à-d., historique géologique, taux de sédimentation);
- bathymétrie (c.-à-d., topographie du fond, profondeur d'eau, variation de la profondeur, patrons de transport des sédiments, incluant les zones d'érosion et de dépôt);
- considérations hydrographiques (comme la vitesse et direction des courants, la zone tidale et les conditions tidales).

Il ne sera pas nécessairement possible de tenir compte de toutes les caractéristiques énumérées ci-dessus, et dans certains cas, l'effort requis ne serait peut-être pas justifié. Au minimum, le type de plan d'eau, le type de sédiments et les caractéristiques des sédiments devraient être appariés le plus étroitement possible.

Dans certains cas, il pourrait être impossible de trouver des sites de référence appropriés. Les données du site pourront alors être comparées à des données régionales (c.-à-d. provenant d'une base de données compilées par un tiers) ou à des données historiques recueillies avant le début des activités humaines qui ont entraîné des répercussions sur le site; les sédiments de surface pourraient être comparés à des sédiments non contaminés plus en profondeur.

Une approche d'échantillonnage basé sur le gradient pourrait être envisagée en l'absence de sites de référence ou de données régionales appropriés. Par exemple, dans le cas d'une rivière, si aucun site de référence adéquat ne peut être identifié en amont du site contaminé, un plan d'échantillonnage selon un gradient linéaire, où des échantillons sont prélevés à différentes distances en aval du site, pourrait être approprié. De même, un plan d'échantillonnage selon un gradient radial pourrait être approprié pour un plan d'eau marin ou un lac où les marées et les courants sont susceptibles d'entraîner des dépôts de contaminants dans de multiples directions et à des distances variables de la source. Dans un contexte d'approche basée sur le gradient, un certain nombre d'échantillons seraient prélevés à une distance croissante de la source. Lorsqu'une approche basée sur le gradient est utilisée, les zones de référence seraient considérées comme étant les secteurs où les impacts liés au site ne sont plus perceptibles. Il pourrait être nécessaire d'établir plus d'une zone ou condition de référence selon les caractéristiques géophysiques ou la complexité du plan d'eau. Les gradients des concentrations de substances chimiques dans les sédiments devraient idéalement être indépendants des gradients environnementaux (p. ex. la profondeur de l'eau, la salinité), bien que cela ne soit pas toujours possible. Lorsque l'indépendance face aux conditions environnementales ne peut être établie, des analyses multivariées peuvent être utilisées pour atténuer les facteurs de confusion, ou encore, une approche d'échantillonnage différente pourrait être nécessaire. De plus amples renseignements sur différentes approches basées sur le gradient sont présentés dans EC (2010), PASC (en préparation) et CCME (2016).

Dans tous les cas, il est nécessaire de fournir une justification détaillée du choix des sites de référence. Lorsque le dépistage se fait en fonction d'échantillons de référence, les substances chimiques qui sont liées au site et qui sont présentes en concentrations significativement plus élevées dans les sédiments touchés par la contamination du site que dans les échantillons de référence devraient être retenues comme CPP. Si les concentrations chimiques sont jugées élevées, mais non liées spécifiquement au site en question, l'évaluateur des risques pourra tout de même envisager de retenir la substance comme CPP dans l'ÉRSR pour fournir une évaluation exhaustive des risques pour la santé associés au site. Dans certains cas, une substance chimique soupçonnée d'être régionalement élevée pourra être exclue de toute considération additionnelle, dans la mesure où une justification adéquate de son exclusion est incluse dans l'ÉRSR. Si une substance chimique soupçonnée d'être régionalement élevée n'est pas retenue à des fins d'évaluation plus approfondie, l'évaluation des risques doit clairement indiquer que les risques pour la santé associés à cette substance n'ont pas été évalués.

Des orientations sur les méthodes statistiques qui peuvent être utilisées pour comparer les sites sous étude aux sites de référence sont présentées dans US EPA (2015) et CCME (2016). Une justification suffisante doit être fournie pour exclure une substance chimique en fonction d'une comparaison aux données d'un site de référence.

### **2.3 Identification des récepteurs**

Les personnes présentes aux sites aquatiques pourraient inclure des travailleurs, des adeptes de la pêche récréative et des pêcheurs de subsistance, ainsi que des gens de tous âges du grand public et des communautés autochtones. Les profils d'activités et les caractéristiques des récepteurs humains à un site aquatique pourraient être très différents de ceux à un site terrestre (voir le tableau 1 et la section 3.3), mais les catégories d'âge utilisées (c.-à-d. nourrisson, tout-petit, enfant, adolescent, adulte) demeurent les mêmes.

### **2.4 Identification des voies d'exposition**

Les voies d'exposition pour le contact humain direct aux substances chimiques présentes dans les sédiments pourraient inclure les suivantes :

- ingestion involontaire de sédiments lités;
- absorption cutanée à partir de sédiments adhérent à la peau;
- ingestion involontaire de sédiments en suspension dans l'eau de surface;
- inhalation de particules en suspension dans l'air (pour les sédiments qui s'assèchent périodiquement).

L'adhérence cutanée des sédiments lités submergés et en suspension dans l'eau devrait être substantiellement plus faible que l'adhérence cutanée des sédiments exposés (c.-à-d. les sédiments non submergés). Ainsi, pour les sites où les personnes peuvent être en contact avec des substances chimiques dans les sédiments exposés et dans les sédiments lités sous l'eau ou en suspension dans l'eau, il pourrait être raisonnable (et prudent) de présumer que les personnes seront en contact avec les sédiments exposés pour toute la durée d'exposition. Dans les cas où les substances chimiques se trouvent uniquement dans les sédiments submergés en permanence et où un contact humain avec les sédiments est prévu, l'exposition cutanée aux sédiments lités sous l'eau et en suspension dans l'eau pourrait devoir être prise en compte.

L'inhalation de particules en suspension dans l'air ne serait généralement une préoccupation que dans les cas où les sédiments s'assèchent périodiquement. Dans certaines circonstances, les personnes pourraient être exposées à des substances volatiles par inhalation de vapeurs provenant des sédiments contaminés là où les sédiments s'assèchent périodiquement.

Les personnes pourraient également être exposées à des substances chimiques dans l'eau de surface de sites aquatiques ou à des substances chimiques qui ont été introduites dans la chaîne alimentaire par bioaccumulation. L'exposition aux substances chimiques par ces voies d'exposition devrait être évaluée séparément; un tel exercice dépasse toutefois la portée du présent document. Lors de l'identification des voies d'exposition applicables à un site en particulier, il convient de s'en remettre au jugement professionnel et de fournir une justification.

## 2.5 *Modèle d'exposition conceptuel et modèle conceptuel de site*

Un modèle d'exposition conceptuel (MEC) illustre les voies d'exposition par lesquelles les personnes pourraient venir en contact avec les milieux contaminés à un site. Un modèle conceptuel du site (MCS) contient les mêmes renseignements qu'un MEC, mais il inclut également de l'information sur la façon dont les milieux sont devenus contaminés sur le site. En particulier, le MCS résume l'information pertinente à propos des sources de contamination chimique, des mécanismes de rejet, des voies de transport potentielles dans l'environnement, des groupes de récepteurs humains potentiels et des voies d'exposition potentielles pour les récepteurs humains. Le MEC ou le MCS peut être présenté sous forme de tableau, de graphique ou de diagramme schématique et peut inclure une description narrative. Le MEC ou le MCS permet aux parties intéressées de « visualiser » le site, de façon à concentrer leur attention sur les préoccupations essentielles, à établir l'ordre de priorité des mesures à adopter sur le site et à guider les mesures d'évaluation et de gestion additionnelles pour le site. De plus amples renseignements sur les MCS et MEC sont présentés dans SC (2010) et CCME (2016).

Le tableau 5 et les figures 1 à 4 fournissent des exemples de MEC pour les trois scénarios d'exposition génériques présentés dans le tableau 1. Les MEC ne comprennent pas d'information à propos des sources de contamination chimique, du devenir ou du transport, puisque de tels renseignements devraient être incorporés selon chaque site afin d'élaborer un MCS représentatif du site à l'étude. Les MEC génériques présentent une variété d'activités qui pourraient avoir lieu aux sites aquatiques ainsi que les voies d'exposition par contact direct connexes pour les sédiments lités et en suspension. Celles-ci ne sont pas nécessairement applicables à tous les sites; le MEC ou MCS élaboré pour un site donné devra donc être adapté aux conditions et aux utilisations spécifiques du site.

## 3.0 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

### 3.1 *Considérations relatives à l'échantillonnage*

Contrairement au sol, les sédiments sont associés à un plan d'eau de surface et, par conséquent, ils pourraient être beaucoup plus dynamiques. Une grande part du devenir et du transport des substances chimiques associées aux sédiments est régie par ce lien étroit avec l'eau. Il convient donc de veiller à prélever des échantillons de sédiments représentatifs des conditions propres au site.

En général, les particules plus fines sont associées à de plus fortes concentrations de contaminants que les particules à gros grains, et les sédiments à grains plus fins sont souvent composés d'agrégats (ou floccs) d'argile, de matière organique et, en moindre quantité, de sable et de silt (Bright et coll., 2006; Droppo et coll., 1998).

Aux fins de l'évaluation de l'exposition humaine aux sédiments contaminés, il importe d'avoir adéquatement caractérisé les concentrations chimiques dans les sédiments superficiels sur le site. La profondeur jusqu'à laquelle les sédiments devraient être caractérisés pourrait varier selon les types d'activités auxquelles les personnes sont susceptibles de s'adonner sur le site et selon d'autres facteurs.

Dans certaines circonstances (p. ex. les sites à l'échelle d'un bassin), une analyse plus détaillée du devenir et du transport des sédiments pourrait être envisagée. Veuillez consulter le guide du CCME sur la caractérisation environnementale des sites (CCME 2016) pour obtenir des conseils sur la conception et la mise en œuvre d'un programme d'échantillonnage de sédiments et d'eau de surface.

### 3.2 *Estimation des concentrations au point d'exposition*

Pour les évaluations déterministes de l'exposition, les concentrations chimiques sont représentées par des estimations ponctuelles, lesquelles peuvent être fondées sur la moyenne arithmétique, la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la moyenne, le 95<sup>e</sup> centile de la distribution des données ou une autre statistique, selon la qualité et la quantité des données disponibles. Le recours à la moyenne ou à la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la moyenne est recommandé lorsque suffisamment de données sont disponibles. Toutefois, pour les évaluations quantitatives préliminaires des risques (ÉQPR) où les données sont plus limitées (p. ex.  $n < 20$ ), la concentration mesurée maximale ou le 95<sup>e</sup> centile de la distribution des données est généralement l'estimateur le plus approprié des concentrations au point d'exposition (SC, 2012). Pour les évaluations

probabilistes, les concentrations chimiques seront représentées par la distribution complète des valeurs mesurées sur le site. Des lignes directrices en matière d'évaluations probabilistes des risques sont présentées dans Santé Canada (2010). D'autres lignes directrices en matière d'estimation des concentrations au point d'exposition, ainsi que des méthodes statistiques appropriées dans le contexte de l'étude environnementale de sites, sont présentées dans SC (2010), US EPA (2015) et CCME (2016).

### 3.3 Caractérisation des récepteurs

Les caractéristiques des récepteurs pour l'exposition aux sédiments diffèrent de celles recommandées pour l'exposition au sol. Cela est attribuable à la nature des activités récréatives aux sites aquatiques ainsi qu'à la plus forte adhérence des sédiments humides à la peau par rapport au sol. Il est prévu notamment que la surface de peau exposée, l'adhérence cutanée (ou charge sur la surface de peau) et le taux d'ingestion involontaire pour les sédiments seront plus élevés que ceux typiquement envisagés pour le sol. Les caractéristiques par défaut des récepteurs sont décrites ci-dessous, et les valeurs recommandées sont fournies dans les tableaux 2, 3 et 4.

Si les activités tenues à un site diffèrent substantiellement de celles décrites dans le tableau 1, les paramètres liés aux caractéristiques des récepteurs pourront être modifiés ou des voies d'exposition pourront être exclues pourvu qu'une justification détaillée soit fournie pour chacune des modifications apportées.

Il convient de noter que l'exposition aux sédiments pourrait être peu fréquente ou de courte durée plutôt que continue (p. ex. l'utilisation récréative du site une fois par semaine ou de façon quotidienne durant les mois d'été). Par conséquent, les expositions pourraient être de plus courte durée que celles sur lesquelles la majorité des valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont normalement basées. Consultez la section 3.5 pour obtenir de plus amples renseignements sur l'évaluation des scénarios d'exposition non chronique ou de courte durée.

#### 3.3.1 Surfaces corporelles, poids corporels et taux d'inhalation

Les hypothèses par défaut pour la surface de différentes parties du corps, le poids corporel et le taux d'inhalation pour chaque groupe de récepteurs sont résumées dans le tableau 2.

**Tableau 2. Surfaces corporelles, poids corporels et taux d'inhalation par défaut pour les récepteurs humains dans les scénarios d'exposition aux sédiments**

Caractéristiques des récepteurs	Groupe d'âge			
	Tout-petit 7 mois à 4 ans	Enfant 5 à 11 ans	Adolescent 12 à 19 ans	Adulte ≥20 ans
Surface corporelle (cm <sup>2</sup> )				
Mains	430	590	800	890
Avant-bras <sup>1</sup>	450	740	1120	1250
Bras entiers	890	1480	2230	2500
Jambes	1690	3070	4970	5720
Pieds <sup>2</sup>	430	720	1080	1190
Corps entier	6130	10 140	15 470	17 640
Poids corporel (kg)	16,5	32,9	59,7	70,7
Taux d'inhalation (m <sup>3</sup> /jour)	8,3	14,5	15,6	16,6

Remarque : Santé Canada (2012), sauf indication contraire

<sup>1</sup> Prémunie être 50 % de la surface du bras entier

<sup>2</sup> Richardson (1997)

La surface corporelle réellement exposée de chaque récepteur sera propre au site, selon l'utilisation du site par les personnes. Par exemple, une exposition du corps entier serait généralement prévue pour des récepteurs participant à des activités récréatives à la plage durant la saison estivale. En revanche, seule une exposition corporelle partielle serait généralement prévue pour des travailleurs, selon le type de travail qu'ils exécutent et le type de vêtements et d'équipement de protection personnelle qu'ils devraient porter.

Les caractéristiques des récepteurs ne sont pas fournies pour les nourrissons (c.-à-d. âgés de 0 à 6 mois). Un contact minimal avec les sédiments est prévu pour ce groupe d'âge en raison de leur stade de développement (c.-à-d. le fait qu'ils ne sont généralement pas en mesure de ramper ou de marcher) et du fait que les comportements des gardiens typiques tendraient à limiter le contact direct des nourrissons avec les sédiments. Si un contact direct des nourrissons avec les sédiments peut raisonnablement être prévu pour un site contaminé, les caractéristiques du récepteur présentées dans SC (2012) pourront être utilisées pour évaluer l'exposition.

### 3.3.2 Facteurs d'adhérence cutanée

L'adhérence cutanée des sédiments en suspension dans l'eau est présumée être relativement marginale pour la majorité des sites. L'exposition cutanée aux sédiments lités submergés pourrait devoir être considérée dans certaines circonstances (p. ex. là où la contamination des sédiments est limitée aux sédiments lités submergés et où un contact direct des personnes avec les sédiments lités en eau peu profonde est prévu). Dans les cas où l'exposition cutanée aux sédiments en suspension dans l'eau ou aux sédiments lités submergés est considérée comme une voie d'exposition importante, il convient de déterminer soigneusement le facteur d'adhérence cutanée à retenir pour l'évaluation des risques. À la plupart des sites, il est probable que l'exposition cutanée se fera principalement par contact direct de la peau avec les sédiments qui sont périodiquement exposés (p. ex. les sédiments intertidaux). Cette section porte donc en particulier sur l'adhérence cutanée (aussi appelée « charge cutanée ») des sédiments qui sont périodiquement exposés.

La plupart des facteurs d'adhérence cutanée publiés ont été estimés en fonction de l'exposition tant aux sédiments exposés qu'aux sédiments en suspension dans l'eau ou ceux lités sous l'eau. Étant donné qu'il est prévu que l'adhérence des sédiments en suspension dans l'eau ou ceux lités sous l'eau sera plus faible que celle des sédiments exposés, ces facteurs d'adhérence cutanée pourraient surestimer l'adhérence cutanée pour les situations où les substances chimiques ne sont présentes que dans les sédiments en suspension dans l'eau ou ceux lités sous l'eau.

Il a été démontré que l'adhérence cutanée augmente avec la hausse de la teneur en eau et la réduction de la taille des particules (Spalt et coll., 2009; Ruby et Lowney, 2012). Ainsi, une plus forte adhérence cutanée est prévue pour les sédiments humides et plus fins.

Comme pour l'exposition cutanée au sol, l'exposition cutanée des récepteurs aux sédiments est présumée se produire en tant qu'événement unique plutôt que comme un événement dépendant du temps (autrement dit, la même dose est présumée, peu importe le temps passé sur le site). Un événement d'exposition cutanée unique se produirait donc pour chaque journée d'exposition.

Un résumé d'une sélection de facteurs d'adhérence cutanée pour différentes parties du corps et compilés à partir des études disponibles au moment de la publication est présenté dans le tableau 3; il conviendra toutefois de consulter ces études pour obtenir des renseignements supplémentaires. Toutes les valeurs présentées dans le tableau 3 sont basées sur des mesures sur le terrain.

Les évaluateurs des risques pourront choisir d'utiliser les valeurs présentées dans le tableau 3 ou toutes autres valeurs jugées appropriées avec une justification scientifique suffisante pour appuyer les valeurs choisies.

Tableau 3. Sélection de facteurs d'adhérence cutanée publiés issus d'études sur le terrain

Étude	Shoaf et coll. (2005a)			Shoaf et coll. (2005b)	Kissel et coll. (1996)		
<b>Groupe d'âge</b>	Enfants de 7 à 12 ans (1 <sup>re</sup> exposition; 30 à 60 min.)	Enfants de 7 à 12 ans (2 <sup>e</sup> exposition; 20 à 60 min.)	Enfants de 7 à 12 ans (exposition globale)	Adultes	Enfants de 9 à 14 ans (enfants jouant dans la boue, 1 <sup>re</sup> exposition; 10 min.)	Enfants de 9 à 14 ans (enfants jouant dans la boue, 2 <sup>e</sup> exposition; 20 min.)	Adultes
<b>Nombre de participants</b>	9	9	18	18	6	6	4
<b>Caractéristiques des sédiments</b>	Sable moyen à grossier (9 % très fin, 18 % fin, 34 % moyen, 26 % grossier, 11 % très grossier; 1 % argile et silt); teneur moyenne en CO ≈ 1 %			Sable très fin à fin (29 % très fin, 44 % fin, 19 % moyen, 4 % grossier; 4 % argile et silt); teneur moyenne en CO = 0,58 %	NS (matériau décrit comme étant de la boue)		NS
<b>Activité</b>	Jeux improvisés sur le replat de marée; sans souliers			Pêche de palourdes sur le replat de marée; avec souliers*	Jeux improvisés dans la boue sur la rive d'un lac (enfants jouant dans la boue); sans souliers		Cueillette de roseaux sur le replat de marée; avec souliers**
Visage	0,036	0,049	0,042	0,02	NS	NS	NS
Avant-bras	0,16	0,19	0,17	0,12	11	11	0,036
Mains	0,38	0,62	0,49	0,88	35	58	0,66
Bas des jambes	0,68	0,71	0,70	0,16	36	9,5	0,16
Pieds	17	26	21	0,58	24	6,7	0,63

Les résultats sont présentés sous forme de moyennes géométriques en mg/cm<sup>2</sup>.

NS = non signalé; CO = carbone organique.

Les catégories de taille des particules de sédiment sont définies comme suit : argile et silt ≤ 0,0625 mm; sable très fin = 0,0625 à 0,124 mm; sable fin = 0,125 à 0,249 mm; sable moyen = 0,25 à 0,499 mm; sable grossier = 0,5 à 0,999 mm; sable très grossier = 1,0 à 1,999 mm.

\* Treize (13) participants portaient des souliers, trois (3) portaient des bottes, un (1) portait des sandales et un (1) était pieds nus.

\*\* Les quatre (4) participants portaient des souliers, mais un des participants a perdu un soulier au cours de l'étude.

Aux fins de comparaison, Bergstrom et coll. (2011) présentent un éventail de facteurs d'adhérence cutanée pour les mains basés sur l'exposition à des sédiments secs (0,0605 à 1,14 mg/cm<sup>2</sup>) et humides (1,8 à 20,5 mg/cm<sup>2</sup>) en laboratoire. Les sédiments utilisés par Bergstrom et coll. (2011) provenaient d'une variété de sites dans la région nord-ouest de la côte du Pacifique aux États-Unis qui avaient été contaminés par des activités d'exploitation minière ou de fusion du minerai. Les valeurs signalées dans les études sur le terrain (voir le tableau 3) sont considérées comme plus fiables que celles provenant d'études en laboratoire. Toutefois, les facteurs d'adhérence cutanée signalés par Bergstrom et coll. (2011) sont généralement conformes à la gamme de valeurs signalées dans les études sur le terrain et elles appuient la notion d'une adhérence généralement plus élevée des sédiments humides par rapport aux sédiments secs.

Là où la taille des grains de sédiment et la teneur en carbone organique sont généralement semblables à celles signalées dans Shoaf et coll. (2005b) ou dans Shoaf et coll. (2005a), les facteurs d'adhérence cutanée de ces études pourraient convenir aux fins de l'ÉRSR. Pour les sites où les sédiments sont composés de matériaux substantiellement plus fins que ceux indiqués dans Shoaf (2005b), et s'il n'est pas apparent que ces valeurs assureraient une protection suffisante, il pourrait être approprié d'envisager d'utiliser les valeurs plus prudentes signalées dans Kissel et coll. (1996) pour les enfants jouant dans la boue.

Il convient de noter que les facteurs d'adhérence cutanée signalés pour les participants aux pieds nus étaient d'au moins un ordre de grandeur supérieur à ceux signalés pour les participants portant des souliers. Une attention particulière devrait être portée au scénario d'exposition au moment de sélectionner les facteurs d'adhérence cutanée pour les pieds. Par exemple, les valeurs de Shoaf et coll. (2005a) pourraient convenir davantage à un scénario où il est prévu que les personnes marcheront pieds nus, même si les sédiments sur le site se rapprochent plus de ceux indiqués dans l'étude de Shoaf et coll. (2005b).

Dans un scénario à contact élevé où une exposition du corps entier pourrait être prévue, les facteurs d'adhérence cutanée pour le torse devront être déduits en fonction des facteurs d'adhérence cutanée signalés pour d'autres parties du corps.

Il incombe à l'évaluateur menant l'ÉRSR de déterminer quels facteurs d'adhérence cutanée (c.-à-d. la charge) conviennent au site en question et de fournir une justification suffisante pour les valeurs choisies. Des ajustements au pourcentage de couverture de la surface corporelle peuvent être apportés dans la mesure où les raisons et justifications scientifiques sont fournies.

### 3.3.3 Taux d'ingestion de sédiments

À l'heure actuelle, il n'existe pas d'estimations empiriques pour les taux d'ingestion de sédiments. Par le passé, les taux d'ingestion involontaire de sol ont typiquement été utilisés pour estimer l'exposition aux sédiments. Cependant, étant donné la nature des activités qui pourraient avoir lieu à certains sites aquatiques (pique-nique sur la plage, jeux dans les sédiments de la rive ou du rivage avec une couverture vestimentaire limitée, etc.) et compte tenu de l'adhérence prévue accrue associée à un taux d'humidité plus élevé, les taux d'ingestion involontaire de sédiments pourraient être plus élevés que ceux anticipés pour le sol.

Les taux d'ingestion de sédiments pour la plupart des groupes d'âge proviennent de Wilson et coll. (2015) sur la base d'une modélisation mécaniste du transfert mains-bouche et de l'ingestion involontaire de l'eau de surface; ces taux sont présentés dans le tableau 4. Il est prévu que la durée d'exposition quotidienne moyenne sur le site sera très variable pour les sites aquatiques; les taux d'ingestion de sédiments sont donc présentés en mg/heure pour permettre un ajustement en fonction du nombre d'heures passées par jour sur le site afin de mieux refléter les scénarios d'exposition propres au site. Cela diffère des recommandations de SC (2012) portant sur les taux d'ingestion de sol qui sont fournis en mg/jour. Les taux d'ingestion de sédiments doivent donc être corrigés en fonction des heures passées sur le site pour pouvoir les comparer directement aux taux d'ingestion de sol qui sont présentés en mg/jour.

Les taux d'ingestion de sédiments par contact mains-bouche s'appliquent aux activités terrestres (comme jouer dans le sable sur une plage) là où les sédiments sont exposés. Les taux d'ingestion de sédiments en suspension indiqués dans le tableau 4 ci-dessous conviennent aux activités aquatiques tenues à proximité de la rive ou du rivage en eau peu profonde (comme patauger, marcher et jouer dans l'eau) là où l'immersion dans l'eau est probable. Pour les sites où des activités terrestres et des activités aquatiques à proximité de la rive ou du rivage sont prévues, les taux d'ingestion par contact mains-bouche devraient être appliqués pour toute la durée du temps passé sur le site, sauf si la répartition du temps entre les activités terrestres et aquatiques peut être clairement définie. Les taux d'ingestion de sédiments peuvent être ajustés selon les conditions particulières du site en utilisant la méthode présentée dans Wilson et Meridian (2011) et dans Wilson et coll. (2015).

Dans certains scénarios où de vastes zones de sédiments contaminés se retrouvent dans un plan d'eau (comme un lac ou un port) et où des activités comme la baignade ou le surf qui se déroulent dans des eaux plus profondes sont désignées comme les principales activités au site de sédiments, il conviendrait d'estimer les expositions découlant de ces activités en utilisant un taux d'ingestion d'eau de surface basé sur l'activité aquatique et la concentration totale de contaminants dans l'eau de surface. Wilson et coll. (2015) laissent entendre que le recours aux concentrations totales dans l'eau pour ces scénarios éliminerait la nécessité de formuler des hypothèses à propos de la concentration de substances chimiques dans les sédiments en suspension découlant

d'impacts locaux dans des plans d'eau présentant d'importantes zones de sédiments contaminés. Des publications scientifiques proposent des taux d'ingestion d'eau de surface (p. ex. Dufour et coll., 2006; Stone et coll., 2008; Schets et coll., 2011; Wilson et coll., 2015); cependant, il incombe au praticien en ÉRSH de sélectionner les taux d'ingestion de sédiments ou d'eau de surface convenant le plus aux récepteurs présents au site en fonction des activités associées au site et de fournir une justification suffisante pour appuyer les sélections effectuées.

**Tableau 4. Taux estimés d'ingestion de sédiments**

Taux d'ingestion de sédiments (Estimations probabilistes des moyennes arithmétiques)	Groupe d'âge			
	Tout-petit 7 mois à 4 ans	Enfant 5 à 11 ans	Adolescent 12 à 19 ans	Adulte ≥20 ans
Contact mains-bouches (TIS <sub>MB</sub> ; activités terrestres seulement) (mg/heure)	<b>72</b>	<b>57</b>	<b>18</b>	<b>20</b>
Contact avec sédiments en suspension (TIS <sub>SS</sub> ; activités aquatiques seulement)* (mg/heure)	7,7	7,7	7,7	7,7

Source : Les taux d'ingestion de sédiments proviennent de Wilson et coll. (2015).

Les valeurs en caractères **gras** peuvent être considérées comme une estimation prudente du taux global d'ingestion de sédiments pour les membres du public fréquemment en contact avec les sédiments.

\* Applicables aux activités aquatiques près de la rive ou du rivage en eau peu profonde; ne tient pas compte des environnements de forte énergie (voir Wilson et coll., 2015).

### 3.4 Fréquence et durée de l'exposition

La fréquence et la durée de l'exposition devront être déterminées en fonction du site puisqu'une variabilité substantielle de ces paramètres est à prévoir d'un site à l'autre.

### 3.5 Considérations particulières pour une durée d'exposition non chronique

Il est probable que l'exposition aux substances chimiques sur un site aquatique sera saisonnière et intermittente plutôt que continue (c.-à-d. que l'exposition sera inférieure à 24 heures/jour, 365 jours/année). Ces profils d'exposition ne sont pas comparables aux scénarios d'exposition chronique ou sur toute la vie durant pour lesquels la plupart des VTR sont développées.

Les effets sur la santé liés à une exposition non chronique pourraient différer des effets associés à une exposition chronique ou sur toute la vie durant. Par conséquent, l'évaluation des risques pour la santé liés à une exposition de courte durée nécessite des approches différentes qui doivent tenir compte de plusieurs facteurs, incluant le mode d'action de la substance chimique dans le cadre d'un scénario d'exposition d'intérêt spécifique et la demi-vie d'élimination de la substance chimique ou de ses métabolites actifs. Pour les expositions intermittentes, le potentiel d'accumulation d'effets biologiques associés à chaque épisode d'exposition au cours des périodes de non-exposition doit également être pris en considération.

En général, le calcul de la dose moyenne (c.-à-d. l'amortissement mathématique d'une dose de courte durée sur une plus longue période de non-exposition) ne peut pas être justifié à moins de pouvoir démontrer l'équivalence toxicologique entre l'exposition quotidienne de courte durée et l'exposition quotidienne ajustée (c.-à-d. la dose amortie). Il convient d'effectuer des analyses à l'appui propres à la substance chimique et au scénario. Par ailleurs, une approche prudente sans amortissement de la dose peut être utilisée. Si aucun risque supérieur aux niveaux cibles n'est repéré sans amortissement de la dose, alors le calcul de la dose moyenne n'est pas nécessaire.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur les expositions non chroniques aux substances cancérigènes, veuillez consulter 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 SC (2013).

Il convient de noter que l'exposition de courte durée à des agents cancérigènes pourrait également entraîner des effets non cancérigènes sur la santé. Pour les contaminants cancérigènes associés à des effets cancérigènes et non cancérigènes, le risque potentiel d'effets non cancérigènes devra être évalué, en plus du risque cancérigène.

Les effets non cancérigènes associés aux expositions de courte durée peuvent être évalués pour les récepteurs les plus sensibles susceptibles d'accéder à un site. Cela comprend les récepteurs et les stades de vie pertinents les plus fortement exposés ou associés à une sensibilité particulière à la toxicité des substances chimiques. Pour les substances chimiques associées à des effets non cancérigènes (c.-à-d. que l'effet potentiel sur la santé humaine n'est pas le cancer), une approche progressive (par étapes) de l'évaluation des risques est recommandée, requérant pour chaque étape supérieure une plus grande expertise toxicologique.

La première étape de dépistage pour l'évaluation des substances chimiques aux effets non cancérigènes consiste à comparer une exposition quotidienne non ajustée (c.-à-d. sans amortissement de la dose, en utilisant un terme d'exposition de « 1 ») à une VTR chronique (qui est basée sur l'effet et le stade de vie les plus sensibles, y compris la toxicité sur le développement). Dans le cas de ces substances, aucun effet sur la santé n'est prévu si les niveaux de risque cibles ne sont pas dépassés. Si les niveaux de risque cibles sont dépassés, une évaluation plus approfondie (p. ex. une évaluation à une étape supérieure) est requise pour caractériser le potentiel d'effets sur la santé étant donné que la première étape est une approche prudente de dépistage conçue pour éliminer les substances qui n'ont pas besoin de considérations additionnelles.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur l'évaluation des risques pour les expositions non chroniques à l'égard des effets non cancérigènes (c.-à-d. une évaluation à une étape supérieure), veuillez consulter la note de Santé Canada (2016).

### **3.6 Biodisponibilité**

Dans certains cas, l'incorporation d'ajustements de la biodisponibilité relative (BDR) peut être envisagée pour un contaminant lorsque la voie d'exposition ou le milieu environnemental diffère de ce qui a été utilisé dans l'étude principale sur laquelle la VTR du contaminant est fondée. Par exemple, l'exposition au contaminant par absorption cutanée peut être estimée par l'ajustement de l'absorption orale du contaminant avec un facteur d'absorption relative pour la voie cutanée. La biodisponibilité relative peut aussi être appliquée dans l'évaluation des risques pour tenir compte de la différence dans l'absorption entre le contaminant dans le milieu environnemental (p. ex. sédiments) et celle de la matrice de référence utilisée dans l'étude de toxicité à partir de laquelle la VTR est fondée. De plus amples renseignements en matière d'ajustement de l'exposition en fonction de la biodisponibilité sont présentés dans SC (2010, 2012); veuillez consulter Santé Canada si des ajustements de la biodisponibilité sont envisagés.

### **3.7 Estimation de l'exposition**

Des équations générales pouvant être utilisées pour estimer l'exposition sont présentées dans la Pièce 1 ci-dessous. Pour les substances cancérigènes sans seuil d'effet agissant par un mode d'action mutagène, il conviendra de consulter SC (2013) pour des recommandations additionnelles sur l'application de facteurs d'ajustement en fonction de l'âge (FAFA) au coefficient de cancérigénicité (ou risque unitaire par inhalation) avec l'amortissement de l'exposition sur la durée de vie pour rendre compte des différences de sensibilité entre les périodes d'exposition en fonction de l'âge. Les équations générales (Pièce 1) devront donc être modifiées pour ces substances cancérigènes sans seuil d'effet agissant par un mode d'action mutagène.

### **3.8 Évaluation de la toxicité**

L'évaluation de la toxicité dans le cadre d'une ÉRSR nécessite la détermination des effets toxiques potentiels des substances chimiques et l'établissement de VTR à partir desquelles les risques potentiels seront caractérisés. Veuillez consulter SC (2010; 2012) pour obtenir de plus amples renseignements à propos de l'évaluation de la toxicité.

## Pièce 1. Équations générales recommandées pour estimer les doses

Des équations généralisées sont présentées ci-dessous; les équations utilisées par les différents évaluateurs pourraient varier selon la façon dont les variables sont présentées, les unités employées et selon la fréquence ou durée d'exposition et les périodes d'amortissement utilisées dans les scénarios d'exposition. Les abréviations représentant les variables ont été uniformisées pour l'ensemble des équations.

### Ingestion involontaire de sédiments contaminés

La dose estimée de chaque contaminant par ingestion de sédiments contaminés se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/kg pc/jour)} = \frac{C_s \times \text{TIS} \times \text{FAR}_{\text{Orale}} \times J_1 \times J_2 \times J_3 \times J_4 \times \text{FC}}{\text{PC} \times \text{EV}}$$

Où :

- $C_s$  = concentration du contaminant dans les sédiments (mg/kg)
- TIS = taux d'ingestion de sédiments par le récepteur (mg/h)
- $\text{FAR}_{\text{Orale}}$  = facteur d'absorption relative par le tractus gastro-intestinal (sans unité)
- $J_1$  = heures par jour
- $J_2$  = jours d'exposition par semaine/7 jours
- $J_3$  = semaines d'exposition par année/52 semaines
- $J_4$  = années totales d'exposition sur le site (pour l'évaluation des cancérogènes seulement)
- FC = facteur de conversion de 1 kg/1 000 000 mg
- PC = poids corporel (kg)
- EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des cancérogènes seulement)

**Remarque :** Les termes  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_3$  et  $J_4$  devraient être évalués selon les données propres à la substance chimique considérée. Tout amortissement de la dose appliqué dans l'évaluation des risques doit être accompagné d'une justification scientifique à l'appui propre à la substance chimique.

### Inhalation de particules en suspension

$$\text{Dose (mg/kg pc/jour)} = \frac{C_s \times P_{\text{Air}} \times \text{TI}_A \times \text{FAR}_{\text{Inh}} \times J_1 \times J_2 \times J_3 \times J_4}{\text{PC} \times \text{EV}}$$

Où :

- $C_s$  = concentration du contaminant dans les sédiments (mg/kg)
- $P_{\text{Air}}$  = concentration de particules dans l'air ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\text{TI}_A$  = taux d'inhalation d'air par le récepteur ( $\text{m}^3/\text{jour}$ )
- $\text{FAR}_{\text{Inh}}$  = 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
- $J_4$  = années totales d'exposition sur le site (pour l'évaluation des cancérogènes seulement)
- PC = poids corporel (kg)
- EV = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des cancérogènes seulement)

**Remarque :** La  $P_{\text{Air}}$  peut être mesurée directement ou peut être estimée à l'aide des méthodes décrites dans la section 2.5.5 de Santé Canada (2012). La concentration dans l'air ( $\text{mg/m}^3$ ) ( $C_A = C_s \times P_{\text{Air}}$ ) peut aussi être mesurée directement, pour faire abstraction de la prévision de la concentration dans l'air estimée par  $C_s$  et  $P_{\text{Air}}$ . Les termes  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_3$  et  $J_4$  devraient être évalués selon les données propres à la substance chimique considérée. Tout amortissement de la dose appliqué dans l'évaluation des risques doit être accompagné d'une justification scientifique à l'appui propre à la substance chimique.

### Absorption cutanée à partir de sédiments contaminés

La dose estimée de chaque contaminant par contact cutané avec les sédiments contaminés se calcule comme suit :

$$\text{Dose (mg/kg pc/jour)} = \frac{C_s \times [\sum (SE_i \times CS_i)] \times FAR_{\text{Cut}} \times J_2 \times J_3 \times J_4}{PC \times EV}$$

Où :

- $C_s$  = concentration du contaminant dans les sédiments (mg/kg)
- $SE_i$  = surface de la partie i du corps exposée à la charge des sédiments (cm<sup>2</sup>)
- $CS_i$  = charge de sédiments sur la peau exposée de la partie i du corps (kg/cm<sup>2</sup>-épisode)
- $FAR_{\text{Cut}}$  = 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
- $J_4$  = années totales d'exposition sur le site (pour l'évaluation des cancérogènes seulement)
- $PC$  = poids corporel (kg)
- $EV$  = espérance de vie (ans) (pour l'évaluation des cancérogènes seulement)

**Remarque :** Les termes  $J_2$ ,  $J_3$  et  $J_4$  devraient être évalués selon les données propres à la substance chimique considérée. Tout amortissement de la dose appliqué dans l'évaluation des risques doit être accompagné d'une justification scientifique à l'appui propre à la substance chimique.

## 4.0 CARACTÉRISATION DES RISQUES

La caractérisation des risques fait référence à l'estimation des risques ou dangers découlant de l'exposition aux substances chimiques présentes sur un site contaminé. Les risques potentiels sont évalués pour une substance chimique donnée en comparant l'exposition estimée propre au site à la VTR appropriée. De plus amples directives en matière de caractérisation des risques sont présentées dans SC (2010; 2012).

### 4.1 Incertitude et variabilité

Il conviendrait d'inclure une discussion sur l'incertitude et la variabilité dans la partie relative à la caractérisation des risques de l'évaluation des risques. En général, les similarités entre les sols et les sédiments sont suffisantes pour justifier le recours à la même méthodologie pour estimer les expositions par voie orale et par voie cutanée. Plusieurs facteurs peuvent cependant avoir une incidence sur les estimations de l'exposition orale et cutanée; ceux-ci incluent le temps passé sur le site (c.-à-d., la fréquence et la durée des visites) et le type d'activités menées sur le site. Les caractéristiques des sédiments comme la taille des particules, la teneur en carbone organique et le taux d'humidité peuvent entraîner des différences au niveau de l'adhérence des sédiments et de l'absorption cutanée. La charge de sédiments et le pourcentage de couverture de la surface du corps (lesquels peuvent varier dans le temps), les propriétés spécifiques des substances chimiques et la méthodologie utilisée pour estimer les valeurs d'absorption cutanée peuvent tous contribuer à l'incertitude et la variabilité des estimations de l'exposition. Ces facteurs sont autant d'éléments rendant difficile l'établissement de paramètres d'exposition typiques pour les sites de sédiments.

Des modifications peuvent être apportées aux paramètres d'entrée utilisés dans les estimations de l'exposition afin de mieux caractériser les risques pour la santé humaine de manière spécifique à chaque site de sédiments. Toutefois, toute modification de ces paramètres devrait être justifiée dans l'évaluation des risques et les incertitudes inhérentes à l'approche choisie devraient faire l'objet de discussions dans la partie relative à la caractérisation des risques. Il importe que l'évaluateur des risques soit en mesure de communiquer l'incertitude et la variabilité (et le degré de confiance) associées aux estimations des risques afin qu'elles puissent être adéquatement prises en considération dans le processus décisionnel sur les mesures à prendre pour le site contaminé. De plus amples détails sur l'analyse de l'incertitude et de la variabilité dans le cadre des évaluations des risques sont fournis dans SC (2010).

## 5.0 EXEMPLES DE MODÈLES D'EXPOSITION CONCEPTUELS POUR UNE EXPOSITION DIRECTE AUX SÉDIMENTS

Tableau 5. Exemple de modèle d'exposition conceptuel sous forme de tableau

Milieu d'exposition	Voie d'exposition					Récepteurs
	Inhalation de poussière/ particules en suspension	Ingestion involontaire de sédiments	Contact cutané avec les sédiments	Ingestion involontaire de sédiments en suspension dans l'eau	Inhalation de vapeur	
Sédiments intertidaux sur la rive, le rivage ou les zones humides	✓	✓	✓		✓	Population générale (tous les âges)
Sédiments près de la rive ou du rivage (eau peu profonde)			✓*	✓		Population générale (tous les âges)
Sédiments au large (eau profonde)				✓		Travailleur (adultes)

\* Le contact cutané avec les sédiments en suspension dans l'eau ou lités dans la zone peu profonde près de la rive ou du rivage serait généralement négligeable par rapport au contact cutané avec les sédiments exposés. Toutefois, dans certaines circonstances, cette voie d'exposition pourrait devoir être considérée (voir la section 2.4).

Figure 1. Exemple de modèle d'exposition conceptuel sous forme d'organigramme

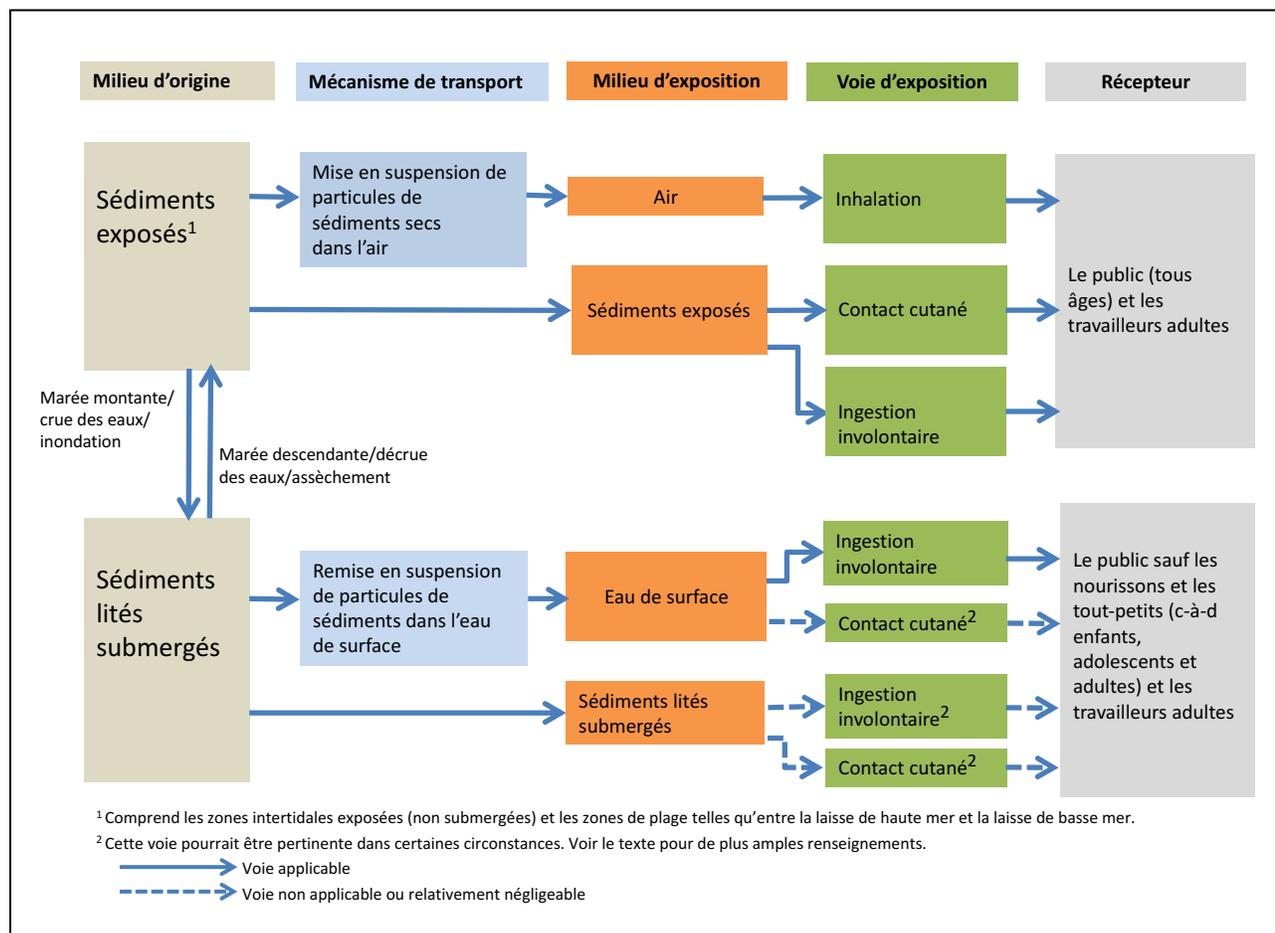


Figure 2. Exemple de modèle d'exposition conceptuel pour un site récréatif à faible contact avec les sédiments

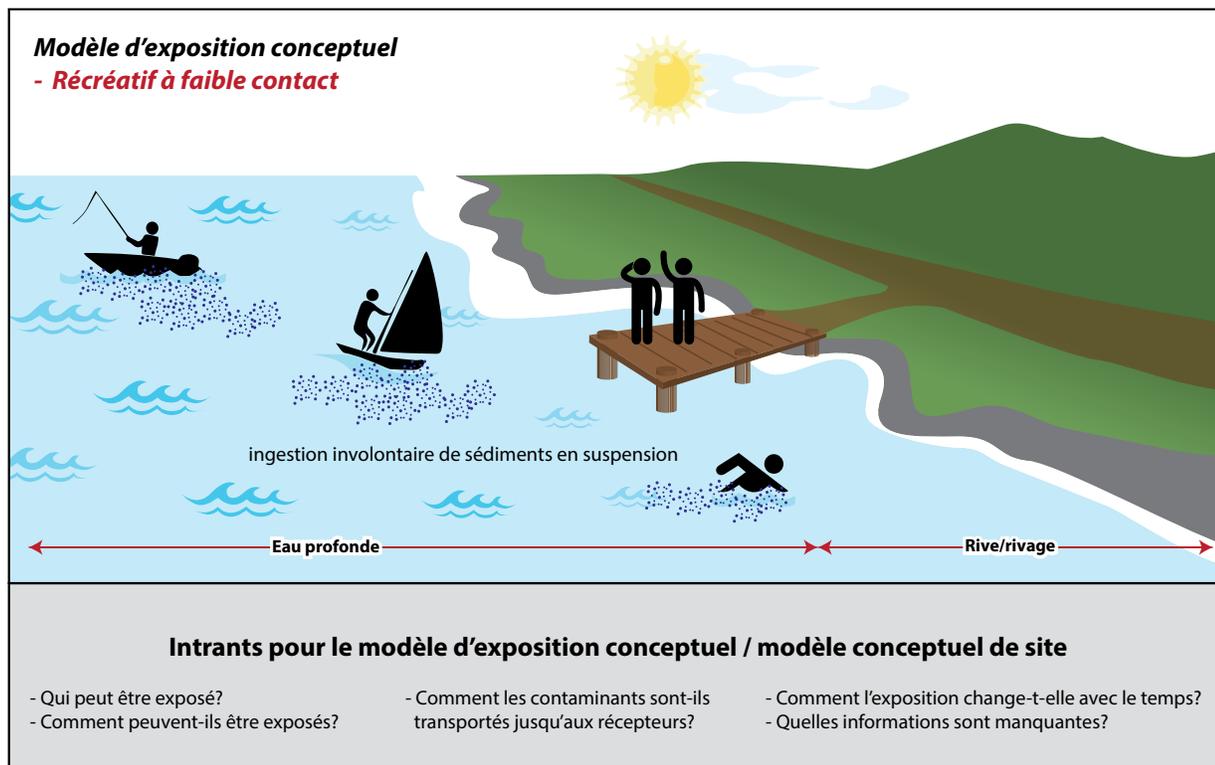
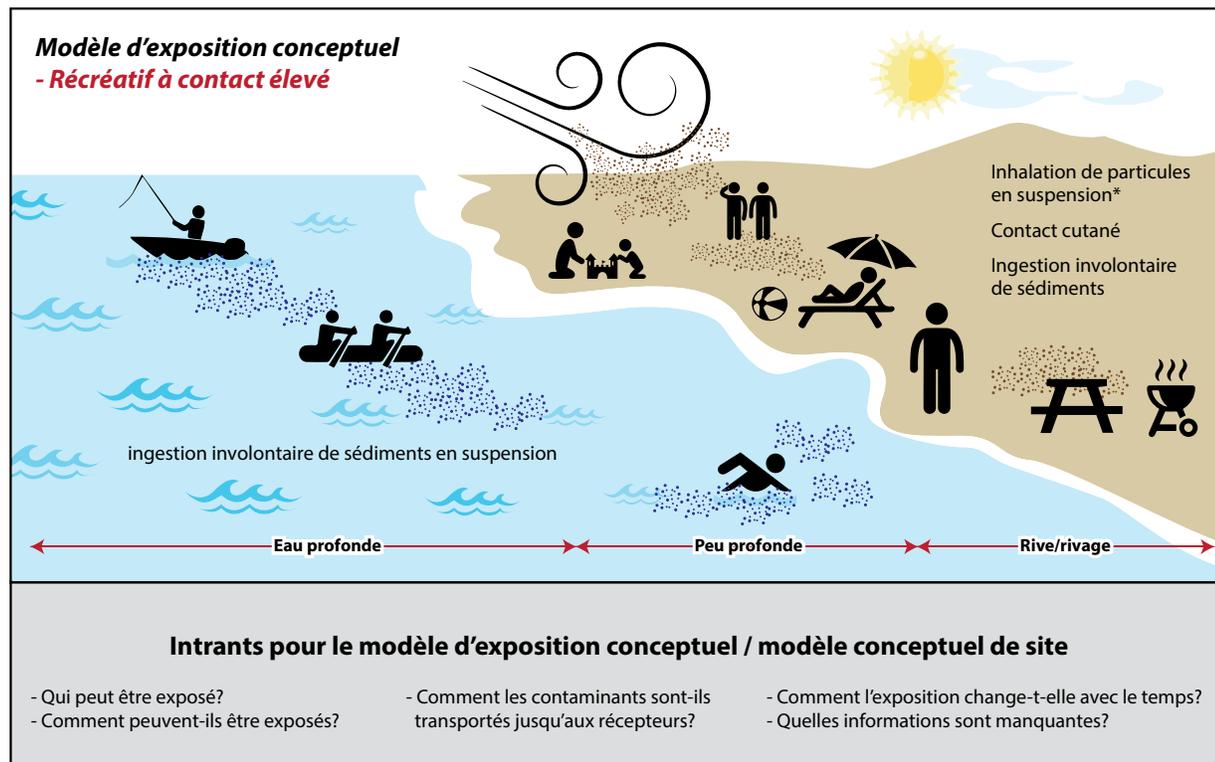
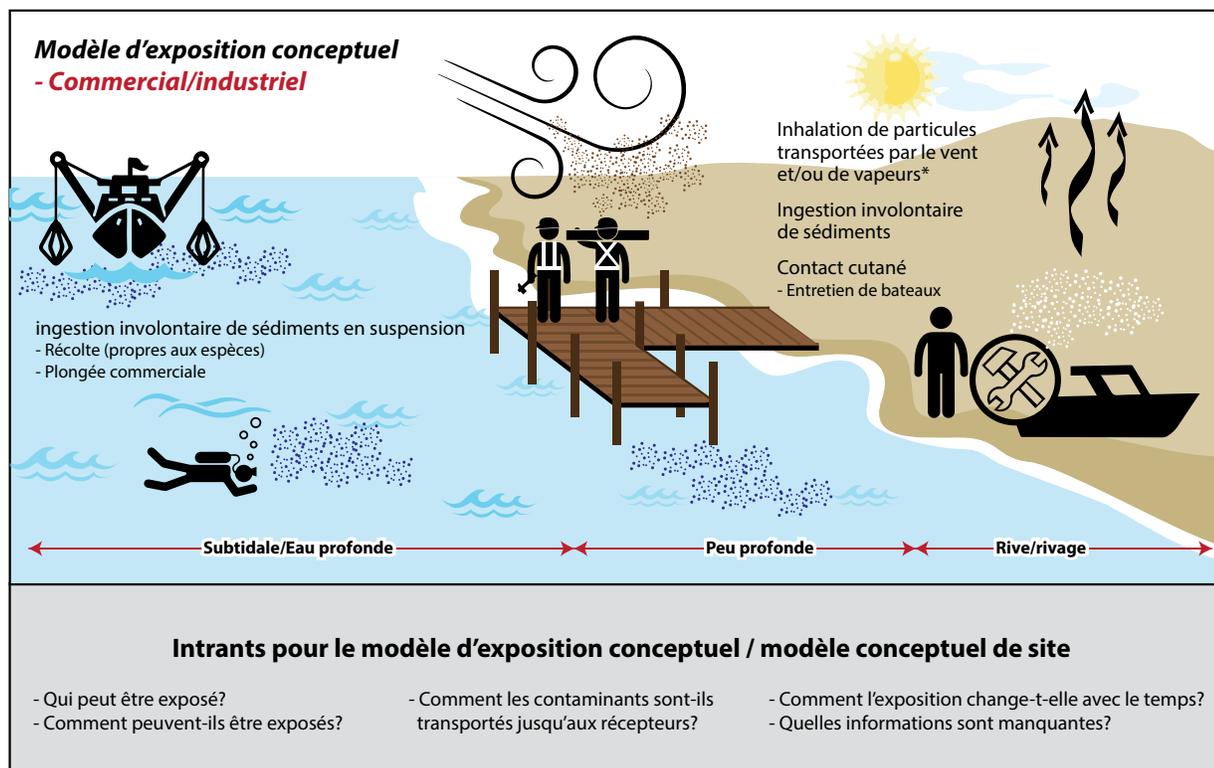


Figure 3. Exemple de modèle d'exposition conceptuel pour un site récréatif à contact élevé avec les sédiments



\* Pertinent seulement là où les sédiments s'assèchent périodiquement.

Figure 4. Exemple de modèle d'exposition conceptuel pour un site de sédiments commercial/industriel



\* Pertinent seulement là où les sédiments s'assèchent périodiquement.

## 6.0 RÉFÉRENCES

Bergstrom C, J Shirai, J Kissel. 2011. Particle Size Distributions, Size Concentration Relationships, and Adherence to Hands of Selected Geologic Media Derived from Mining, Smelting, and Quarrying Activities. *Sci. Total Environ.* 409(20): 4247-4256.

Bright, DA, GM Richardson, M Dodd. 2006. Do Current Standards of Practice in Canada Measure What is Relevant to Human Exposure at Contaminated Sites? I: A Discussion of Soil Particle Size and Contaminant Partitioning in Soil. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 12(3):591-605.

CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 1995. Protocole pour l'élaboration de recommandations pour la qualité des sédiments en vue de la protection de la vie aquatique. Conseil canadien des ministres de l'environnement CCME EPC-98F. En ligne à : <http://ceqg-rcqe.cme.ca/download/fr/138>.

CCME. 2016. Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine, Volumes 1 à 4. Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg.

Droppo, IG, DE Walling, ED Ongley. 1998. Suspended Sediment Structure: Implications for Sediment and Contaminant Transport Modelling. *Modelling Soil Erosion, Sediment Transport and Closely Related Hydrological Processes* (compte rendu d'un symposium tenu à Vienne en juillet 1998). Publication n° 249, Association internationale des sciences hydrologiques (IAHS).

Dufour, AP, O Evans, TD Behymer, R Cantú. 2006. Water ingestion during swimming activities in a pool: A pilot study. *J. of Water Health* 4: 425-430.

EC (Environnement Canada). 2010. Guide technique de l'étude de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) de 2010. En ligne à : <http://www.ec.gc.ca/eseee-eem/default.asp?lang=Fr&n=3E389BD4-1>.

Frasch, HF, GS Dotson, AL Bunge, C Chen, JW Cherrie, GB Kasting, JC Kissel, J Sahmel, S Semple and S Wilkinson. 2014. Analysis of finite dose dermal absorption data: Implications for dermal exposure assessment. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 24:65-73. Doi: 10.1038/jes.2013.23.

Kissel JC, KC Richter, RA Fenske. 1996. Field Measurement of Dermal Soil Loading Attributable to Various Activities: Implications for Exposure Assessment. *Risk Anal.* 16(1): 115–125.

Kissel JC. 2011. The mismeasure of dermal absorption. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 21: 202–309.

NY DEC (New York State Department of Environmental Conservation, Division of Fish, Wildlife and Marine Resources). 1999. Technical Guidance for Screening Contaminated Sediments – Change Sheet for January 25, 1999. En ligne à : [www.lm.doe.gov/cercla/documents/rockyflats\\_docs/SW/SW-A-006230.pdf](http://www.lm.doe.gov/cercla/documents/rockyflats_docs/SW/SW-A-006230.pdf).

PASCF (Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux). 2010a. Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux (PASCF) – Document d'orientation sur l'évaluation du risque écotoxicologique, module 1 : sélection et interprétation des essais de toxicité. Préparé par Golder Associés Ltée à la demande de la Direction générale de l'intendance environnementale, Environnement Canada, Vancouver, mars 2010.

PASCF. 2010b. Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux (PASCF) - Document d'orientation sur l'évaluation du risque écotoxicologique, module 2 : Sélection ou élaboration de valeurs toxicologiques de référence propres à un site. Préparé par Azimuth Consulting Group Inc. à la demande de la Direction générale de l'intendance environnementale, Environnement Canada, Vancouver, juin 2010.

PASCF. 2012a. Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux (PASCF) – Document d'orientation sur l'évaluation du risque écotoxicologique. Préparé par Azimuth Consulting Group Inc. à la demande de la Direction générale de l'intendance environnementale, Environnement Canada, Vancouver, mars 2012.

PASCF. 2012b. Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux (PASCF) – Document d'orientation sur l'évaluation du risque écotoxicologique, module 3 : Uniformisation des caractéristiques des récepteurs fauniques. Préparé par Azimuth Consulting Group Inc. à la demande de la Direction générale de l'intendance environnementale, Environnement Canada, Vancouver, mars 2012.

PASCF. 2013. Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux (PASCF) – Document d'orientation sur l'évaluation du risque écotoxicologique, module 4 : L'évaluation de Causalité. Déterminer les causes de dégradation des sites contaminés : les effets observés sont-ils dus à l'exposition aux produits chimiques présents sur le site ou sont-ils plutôt causés par d'autres agents de stress? Préparé par Environ International Corporation à la demande de Pêches et Océans Canada, mars 2013.

PASCF. En préparation. "Document d'orientation sur l'évaluation du risque écotoxicologique Module 5: Définition des conditions de fond et utilisation des concentrations de fond".

SC (Santé Canada). 2010. 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<sub>CHIM</sub>). Division des sites contaminés, Direction de la sécurité des milieux, Ottawa.

SC. 2012. L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada, Partie I : l'évaluation quantitative préliminaire des risques (ÉQPR) pour la santé humaine, version 2.0. Division des sites contaminés, Direction de la sécurité des milieux, Ottawa.

SC. 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 sites contaminés, Direction de la sécurité des milieux, Ottawa.

- SC. 2016. Note de service : Guide d'introduction à l'évaluation des risques pour la santé humaine posés par les sites contaminés lors d'expositions chroniques et non chroniques à des substances chimiques (octobre 2016). Division des sites contaminés, Direction de la sécurité des milieux, Ottawa.
- Richardson, GM. 1997. Compendium of Canadian Human Exposure Factors for Risk Assessment. Ottawa : O'Connor Associates Environmental Inc.
- Ruby MV, YW Lowney. 2012. Selective Soil Particle Adherence to Hands: Implications for Understanding Oral Exposure to Soil Contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 46:12759–12771.
- Schets, FM, JF Schijven, AM de Roda Husman. 2011. Exposure assessment for swimmers in bathing waters and swimming pools. *Water Res.* 45:2392–2400.
- Shoaf MB, JH Shirai, G Kedan, J Schaum, JC Kissel. 2005a. Child Dermal Sediment Loads following Play in a Tide Flat. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 15(5):407–412.
- Shoaf MB, JH Shirai, G Kedan, J Schaum, JC Kissel. 2005b. Adult Dermal Sediment Loads following Clam Digging in Tide Flats. *Soil Sed. Contam.* 14(5):463–470.
- Spalt EW, JC Kissel, JH Shirai, AL Bunge. 2009. Dermal Absorption of Environmental Contaminants from Soil and Sediment: A Critical Review. *JESEE.* 19:119–148.
- Stone, DL, AK Harding, BK Hope, S Slaughter-Mason. 2008. Exposure Assessment and Risk of Gastrointestinal Illness Among Surfers. *J. Toxicol Environ Health, Part A: Current Issues.* 71(24):1603–1615.
- US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2015. ProUCL Version 5.1 User Guide. Statistical Software for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetect Observations. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, DC. Septembre 2015. En ligne à : [www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/proucl\\_5.1\\_user-guide.pdf](http://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/proucl_5.1_user-guide.pdf).
- WADOE (Washington State Department of Ecology). 2013. Sediment Management Standards Chapter 173-204 WAC. En ligne à : <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/publications/1309055.pdf>.
- WADOE. 2015. Sediment Cleanup Users Manual II. Guidance for Implementing the Cleanup Provisions of the Sediment Management Standards, Chapter 173-204 WAC. Mars 2015. En ligne à : <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/publications/1209057.pdf>.
- Wilson Scientific et Meridian. 2011. Development of Sediment Ingestion Rates for Use in Human Health Based Sediment Quality Guidelines and Contaminated Sites Human Health Risk Assessment. Préparé par Wilson Scientific Consulting Inc. et Meridian Environmental Inc. à la demande de la Division des sites contaminés, Programme de santé environnementale (région de l'Ontario), Santé Canada.
- Wilson, R, H Jones-Otazo, S Petrovic, M Roushorne, L Smith-Munoz, D Williams, I Mitchell. 2015. Estimation of Sediment Ingestion Rates based on Hand-to-Mouth Contact and Incidental Surface Water Ingestion. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 21(6): 1700–1713.