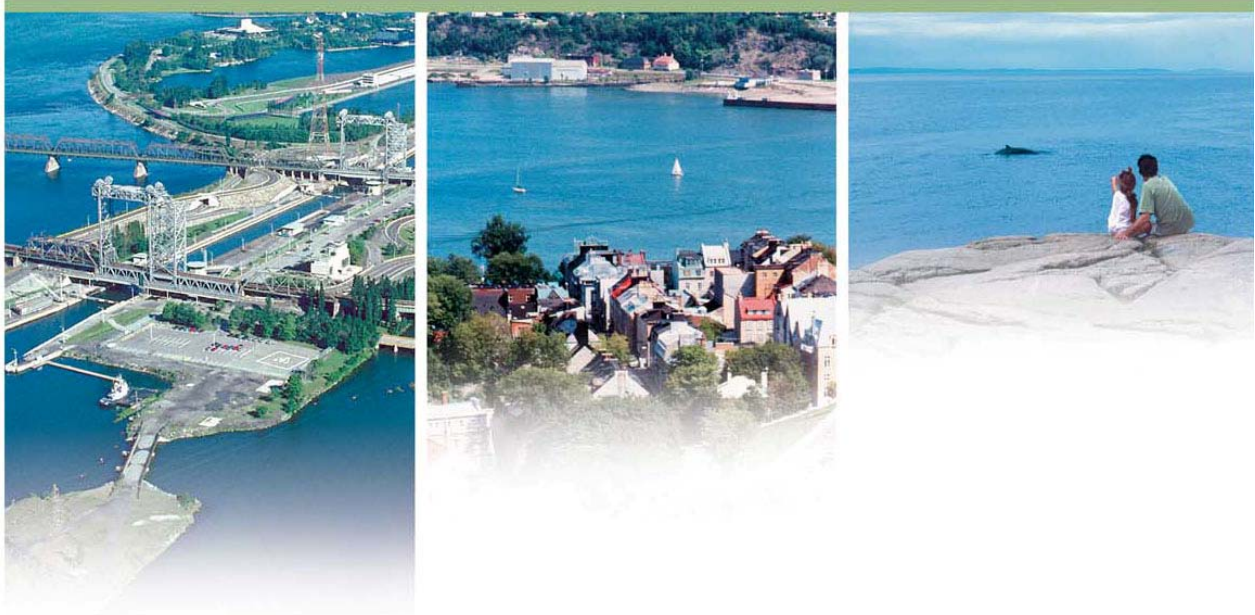


# **Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration**

Environnement Canada  
et  
Ministère du Développement durable,  
de l'Environnement et des Parcs du Québec



Ce document doit être cité de la façon suivante :

Environnement Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*. 39 pages.

Pour plus d'information sur le développement des Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec :

L'équipe de travail a également produit un rapport intitulé *Document de référence – Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration* (Environnement Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2006). Ce document décrit plus amplement la démarche adoptée pour la révision des critères de qualité des sédiments et contient toutes les informations colligées durant l'exercice de révision.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement, 2008

Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application [ressource électronique] : prévention, dragage et restauration.

Monographie électronique en format PDF.

Mode d'accès: World Wide Web.

Publ. aussi en anglais sous le titre: Criteria for the assessment of sediment quality in Quebec and application frameworks, prevention, dredging and remediation

Également publ. en version imprimée.

Comprend des réf. bibliogr.

ISBN 978-0-662-08296-5

No de cat.: En154-50/2008F-PDF

1. Sédiments fluviaux–Québec (Province)–Analyse. 2. Sédiments fluviaux–Saint-Laurent, Fleuve–Analyse. 3. Sédiments contaminés–Québec (Province)–Mesure. 4. Sédiments contaminés–Saint-Laurent (Fleuve)–Mesure. 5. Sédiments marins–Québec (Province)–Analyse. 6. Eau–Pollution–Québec (Province)–Mesure. 7. Eau–Qualité—Gestion–Québec (Province). I. Canada. Environnement Canada. Région du Québec.

## **Mot des coprésidents du Comité de concertation Navigation**

---

Au nom de tous les membres du Comité de concertation Navigation (CCN), nous saluons le travail rigoureux et soutenu mené par un groupe d'experts provenant d'Environnement Canada et du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, qui a participé à la production de ce document.

Ce travail fort complexe a été réalisé dans un réel esprit de collaboration, afin de favoriser l'avancement de cet important projet, qui s'inscrit dans le cadre de la Stratégie de navigation durable.

Le CCN est fier d'avoir soutenu l'élaboration de ce document. Nous sommes confiants que ces nouveaux critères de qualité contribueront à la valorisation/mise en valeur du fleuve Saint-Laurent, pour le plus grand bénéfice des générations futures.

Vincent Jarry  
Transports Canada

Claire Poulin  
Transports Québec

# Équipe de réalisation

---

## ***ÉQUIPE DE TRAVAIL***

### ***Environnement Canada***

- Caroll Bélanger, Division des activités de protection de l'environnement, Eaux et sites contaminés
- Suzie Thibodeau, Division des activités de protection de l'environnement, Eaux et sites contaminés
- Christian Gagnon, Direction de la science et des technologies, Recherche sur les écosystèmes fluviaux
- Magella Pelletier, Direction de la science et des technologies, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau

### ***Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs***

- Lise Boudreau, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et des expertises – Milieu aquatique
- Isabelle Guay, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et des expertises – Milieu aquatique
- Louis Martel, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Direction de l'analyse et de l'étude de la qualité du milieu
- Pierre Michon, Direction des évaluations environnementales, Service des projets en milieu hydrique

## ***COLLABORATEURS***

### ***Conseiller principal***

- Jean-Claude Belles-Isles, Roche ltée, Groupe-conseil

### ***Support***

- Jean-Pierre Savard, InteRives Ltée
- Marc Pelletier, Procéan Environnement inc.

## ***RÉVISION LINGUISTIQUE ET TRADUCTION***

- Version française, Michèle Létienne-Prévost, Direction générale des communications, Environnement Canada
- Version anglaise, Patricia Potvin, Direction générale des communications, Environnement Canada

## Remerciements

---

L'équipe de travail désire remercier les personnes suivantes pour leurs commentaires constructifs émis lors de l'exercice de révision par les pairs :

Susan Roe et Kelly Potter du Bureau national des recommandations et des normes à Environnement Canada; Hugues Ouellette de la Direction des politiques en milieu terrestre au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec; Michel Leboeuf de l'Institut Maurice-Lamontagne à Pêches et Océans Canada; Claire Alary et Philippe Bataillard du Centre national de recherche sur les sites et sols pollués en France; Linda Porebski de la Section des programmes de protection marine à Environnement Canada.

L'équipe de travail tient aussi à remercier toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce document.

# Avant-propos

---

Le présent document remplace la publication intitulée *Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent* (Centre Saint-Laurent et ministère de l'Environnement du Québec, 1992). Les nouveaux critères de qualité pourront être mis à jour suivant l'évolution des informations scientifiques sur lesquelles ils sont fondés.

Cette publication a été réalisée conjointement par Environnement Canada et le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, avec le soutien du Comité de concertation Navigation.

Des problèmes d'application des *Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent*, en raison notamment des concentrations naturellement élevées de certains métaux dans le Saint-Laurent, ont été soulevés durant les années 1990. La publication par le Conseil canadien des ministres de l'environnement de *Recommandations canadiennes pour l'évaluation de la qualité des sédiments* (CCME, 1995, 1999) et l'obtention de nouvelles données sur plusieurs substances d'intérêt pour le Saint-Laurent ont également amené les responsables de la gestion des sédiments à analyser le besoin de revoir les critères intérimaires adoptés en 1992. Un atelier de travail auquel ont participé les divers intervenants en matière de dragage et de gestion des sédiments en 1996 (TPSGC, 1996) a été suivi d'un rapport d'étude (Belles-Iles et Savard, 2000), puis à nouveau d'un atelier de travail en 2000, afin d'élaborer un plan de travail pour la révision des critères de qualité. Des propositions ont pu être dégagées (GTGIDS, 2001), et certaines ont été retenues par le Groupe de travail sur la gestion intégrée du dragage et des sédiments.

Le développement et l'amélioration des différents outils d'évaluation de la qualité des sédiments figurent parmi les recommandations formulées pour réduire les incertitudes scientifiques relatives au dragage (GTGIDS, 2004). Le Groupe de travail a en effet conclu à la nécessité (1) de revoir et réviser les critères de qualité des sédiments de façon à tenir compte de la spécificité du Saint-Laurent et des connaissances récentes obtenues depuis la publication des critères de qualité en 1992, (2) de compléter le développement d'outils d'évaluation complémentaires communs requis pour une connaissance plus approfondie de la qualité et des effets potentiels des sédiments sur les organismes aquatiques et (3) d'établir un schéma décisionnel qui permette d'encadrer plus rigoureusement les façons de procéder, favorisant ainsi l'uniformité et l'équité dans le traitement des dossiers.

Ce document présente les résultats de la révision des *Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent*. Cet exercice a conduit à l'adoption de nouveaux critères de qualité qui sont présentés ici et qui remplacent ceux de 1992. Les critères pour l'évaluation de la qualité de sédiments constituent un outil de dépistage de la contamination chimique des sédiments. D'autres outils d'aide à la gestion des sédiments, dont une démarche d'évaluation écotoxicologique, sont en cours d'élaboration. La complémentarité de ces divers outils est prise en considération dans le présent document. Ainsi, les directives et les recommandations pour l'application des critères de qualité intègrent le recours aux autres outils d'analyse lorsqu'il y a lieu. Les nouveaux critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec sont basés sur l'approche retenue par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (1995). Les deux valeurs seuils proposées par le Conseil (CCME, 1999) sont adoptées ainsi que trois valeurs seuils additionnelles, calculées à partir de la même base de données et selon une méthode similaire, afin de répondre aux besoins de gestion des sédiments dans les divers contextes propres au Québec.

L'évaluation de la qualité des sédiments a également recours aux teneurs naturelles et aux teneurs ambiantes du site à l'étude conjointement aux critères de qualité. Des échantillonnages récents effectués dans la partie fluviale du Saint-Laurent ont permis de déterminer les teneurs naturelles des sédiments préindustriels et des argiles postglaciaires de même que les teneurs ambiantes de ce secteur.

La gestion des sédiments au Québec se fait dans trois contextes distincts, soit la prévention de la contamination des sédiments, la gestion des déblais de dragage et la restauration de sites aquatiques contaminés. Des directives et des recommandations pour l'application des critères de qualité sont formulées pour chacun de ces trois contextes de gestion.

Une description plus détaillée de la démarche suivie pour la révision des critères de qualité des sédiments ainsi que toutes les informations colligées durant cet exercice sont présentées dans un document de référence (Environnement Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2006).

## Résumé

---

Ce document présente les résultats de la révision des *Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent* adoptés en 1992. Au cœur de ce rapport, sont décrits les nouveaux critères de qualité retenus par Environnement Canada et le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec ainsi que la démarche qui a conduit à leur détermination. S'y trouvent également des informations pertinentes et, dans certains cas, inédites sur les concentrations naturelles et ambiantes de diverses substances dans les sédiments du Saint-Laurent. Des directives et des recommandations pour l'interprétation et l'application des critères de qualité y sont également présentées.

Il a été estimé, après évaluation des nouvelles données et des critères de qualité développés par d'autres juridictions, qu'il y avait avantage à remplacer les critères publiés en 1992 par des critères de qualité fondés sur l'approche adoptée par le Conseil canadien des ministres de l'environnement. L'exhaustivité et la mise à jour potentielle de la banque de données toxicologiques du Conseil de même que l'accès à des données sur les sédiments en eau douce et en eau marine et estuarienne ont été des facteurs déterminants dans le choix de l'approche méthodologique.

Afin d'assurer la protection de la vie aquatique, le Conseil canadien des ministres de l'environnement a établi pour les sédiments d'eau douce et les sédiments marins deux valeurs de référence pour une trentaine de substances chimiques. Ces valeurs de référence sont définies par une Concentration seuil produisant un effet (CSE) et une Concentration produisant un effet probable (CEP). Ces deux valeurs de référence ont été retenues parmi les nouveaux critères de qualité des sédiments, mais ne suffisent pas à déterminer tous les seuils nécessaires à la gestion des sédiments au Québec dans une diversité de contextes. Trois autres critères de qualité ont donc été définis à partir de la base de données du Conseil canadien des ministres de l'environnement, en utilisant un mode de calcul similaire à celui utilisé pour déterminer la CSE et la CEP. Il s'agit (1) de la Concentration d'effets rares (CER), (2) de la Concentration d'effets occasionnels (CEO) et (3) de la Concentration d'effets fréquents (CEF).

L'ensemble de ces critères constitue un outil de dépistage qui permet d'évaluer le degré de contamination des sédiments. Utilisés conjointement avec les teneurs naturelles, ces critères peuvent prévenir la contamination de sites qui sont vulnérables à un apport de contaminants d'origine anthropique. Utilisés avec d'autres outils d'évaluation de la contamination comme les essais de toxicité et les études biologiques de terrain, ils permettent de définir, en fonction du degré de contamination mesuré, les modes appropriés de gestion des sédiments dragués. Ils peuvent servir aussi d'indicateurs relativement aux mesures correctrices nécessaires à apporter à des sites contaminés ainsi qu'à définir des objectifs de restauration.

## Abstract

---

This report presents the results of a review of the *Interim Criteria for Quality Assessment of St. Lawrence River Sediment* adopted in Quebec in 1992. It describes the new quality criteria adopted by Environment Canada and the Quebec Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs and the process leading to their development. The report also contains relevant and, in certain cases, unpublished information on natural and ambient concentrations of various substances in the sediments of the St. Lawrence River. Guidelines and recommendations for interpreting and applying these quality criteria are also presented.

Following an assessment of new data and the quality criteria developed by other jurisdictions, it was concluded that the criteria published in 1992 should be replaced by new quality criteria based on the approach of the Canadian Council of Ministers of the Environment. In selecting the methodological approach, elements such as data completeness and the potential for updating of the Council's toxicological database, as well as the availability of data on freshwater, marine and estuarine environments, were considered, among other things.

To protect aquatic life, the Canadian Council of Ministers of the Environment has determined two reference values for some thirty substances in freshwater and marine sediments: a threshold effect level (TEL) and a probable effect level (PEL). These two values were adopted for the new sediment quality criteria, and three other levels were derived to define all of the intervention levels needed for sediment management in Quebec under a diversity of circumstances. These were defined using the Council's database and a calculation method similar to the one used to determine the TEL and PEL. They are: (1) the rare effect level (REL), (2) the occasional effect level (OEL), and (3) the frequent effect level (FEL).

This set of criteria is a screening tool for assessing the degree of contamination of sediment. Employed in conjunction with background levels, these criteria can prevent the contamination of sites that are sensitive to inputs of anthropogenic contaminants. Used with other assessment tools, such as toxicity assays and biological field studies, the criteria assist in determining the appropriate management method for dredged material based on its degree of contamination. They can also serve as indicators of the remedial measures required at contaminated sites and help to define restoration objectives.

# Table des matières

---

<b>Mot des coprésidents du Comité de concertation Navigation</b>	<b>iii</b>
<b>Équipe de réalisation</b>	<b>iv</b>
<b>Remerciements</b>	<b>v</b>
<b>Avant-propos</b>	<b>vi</b>
<b>Résumé</b>	<b>viii</b>
<b>Abstract</b>	<b>ix</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>xii</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>xii</b>
<b>Abréviations</b>	<b>xiii</b>

## *Chapitre 1*

<b>Choix de l'approche pour établir les critères de qualité</b>	<b>1</b>
---	----------

## *Chapitre 2*

<b>Élaboration des critères de qualité</b>	<b>2</b>
2.1 L'approche du Conseil canadien des ministres de l'environnement : une version modifiée de l'approche du National Status and Trends Program	2
2.2 L'approche adoptée au Québec : celle du Conseil canadien des ministres de l'environnement additionnée de nouvelles valeurs de référence	5
2.3 Détermination des cinq critères de qualité	6
2.4 Détermination d'une valeur de référence pour le nickel	7

## *Chapitre 3*

<b>Portée et limites des critères de qualité</b>	<b>10</b>
3.1 Portée scientifique des critères de qualité	10
3.2 Limites géographiques des critères de qualité	12
3.3 Limites physicochimiques des critères de qualité	12
3.3.1 Granulométrie des sédiments	12
3.3.2 Modification des résultats chimiques en fonction du contenu des sédiments en carbone organique total	13
3.3.3 Facteurs affectant la biodisponibilité et la toxicité des contaminants pour les organismes aquatiques	14

## *Chapitre 4*

<b>Détermination des teneurs naturelles et des teneurs ambiantes</b>	<b>15</b>
4.1 Teneurs naturelles	15

4.2	Teneurs ambiantes	16
-----	-------------------	----

## *Chapitre 5*

### **Application des critères de qualité** 19

5.1	Caractérisation physicochimique des sédiments	19
5.2	Application des critères de qualité pour la prévention de la contamination des sédiments	21
5.3	Application des critères de qualité pour la gestion des sédiments résultant de travaux de dragage	22
5.4	Application des critères de qualité pour la gestion de sites contaminés et leur restauration	24
5.5	Considérations des teneurs naturelles et des teneurs ambiantes	24

## *Chapitre 6*

### **Conclusion** 26

## **RÉFÉRENCES** 27

## **ANNEXES** 31

1	Facteurs d'équivalence de la toxicité	32
2	Caractéristiques des argiles postglaciaires : options possibles pour en faire la démonstration	33
3	Limites supérieures des teneurs naturelles et ambiantes des sédiments dans le chenal Laurentien, exprimées en concentrations totales	35
4	Approche recommandée pour l'analyse des biphényles polychlorés	36
5	Liste détaillée des hydrocarbures aromatiques polycycliques à analyser sur une base routinière	39

## Liste des figures

---

1	Répartition des données « avec effet biologique » (●) et « sans effet biologique » (○) selon un ordre croissant des concentrations de cuivre mesurées dans les sédiments marins et estuariens	4
2	Gradients de salinité, de température et de matières en suspension dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent	13

## Liste des tableaux

---

1	Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce	8
2	Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments marins	9
3	Concentrations naturelles dans les sédiments du tronçon fluvial et de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent	17
4	Concentrations ambiantes dans les sédiments des lacs fluviaux du Saint-Laurent	18
5	Sommaire des trois cadres d'application des critères de qualité des sédiments au Québec	23
A4.1	Liste de 41 congénères des biphenyles polychlorés analysés avec la méthode par congénère	37
A4.2	Facteurs d'équivalence de la toxicité des congénères de biphenyles polychlorés ayant des effets toxiques apparentés à ceux associés aux dioxines et aux furanes	38

## **Abréviations**

---

BEDS : Biological Effects Database for Sediments

CCME : Conseil canadien des ministres de l'environnement

CEF : Concentration d'effets fréquents

CEO : Concentration d'effets occasionnels

CEP : Concentration produisant un effet probable

CER : Concentration d'effets rares

CSE : Concentration seuil produisant un effet



## **Choix de l'approche pour établir les critères de qualité**

Après évaluation des nouvelles données issues du développement de critères au Canada et à l'étranger, l'équipe de travail chargée de la révision des critères de qualité a conclu qu'il y avait avantage à remplacer les critères publiés en 1992 par de nouveaux critères de qualité fondés sur l'approche du Conseil canadien des ministres de l'environnement (1995) pour les Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments.

L'équipe de travail a considéré le fait que la base de données du Conseil canadien des ministres de l'environnement, la Biological Effects Database for Sediments, utilisée pour calculer les recommandations canadiennes, contient une grande quantité de données, dont celles du ministère de l'Environnement de l'Ontario (Jaagumagi, 1990a, 1990b) ayant servi à la détermination des critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent en 1992.

L'équipe a aussi considéré le fait que la base de données du Conseil est susceptible d'être mise à jour régulièrement, notamment parce que le protocole d'élaboration des recommandations canadiennes prévoit l'ajout de résultats des essais de toxicité sur sédiments dopés. L'équipe a également été sensible au fait que les recommandations canadiennes définissent des valeurs distinctes pour les milieux d'eau douce et pour les milieux marins et estuariens.

Enfin, l'équipe de travail chargée de la révision des critères de qualité a conclu que l'adoption de l'approche du Conseil canadien des ministres de l'environnement présente aussi l'avantage d'assurer une certaine harmonisation avec les provinces qui utilisent déjà les recommandations canadiennes et une plus grande cohérence avec le programme d'Immersion en mer d'Environnement Canada.

## Élaboration des critères de qualité

Les critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec intègrent les Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments ainsi que trois valeurs additionnelles, calculées à partir de la même base de données avec une approche similaire à celle du Conseil canadien des ministres de l'environnement.

### ***2.1 L'approche du Conseil canadien des ministres de l'environnement : une version modifiée de l'approche du National Status and Trends Program***

En 1995, le Conseil canadien des ministres de l'environnement a adopté le *Protocole pour l'élaboration de recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments en vue de la protection de la vie aquatique*. Ce protocole prévoit l'utilisation conjointe de deux approches complémentaires qui permettent de relier les effets observés sur des organismes benthiques et pélagiques aux concentrations de substances chimiques présentes dans les sédiments. À l'heure actuelle, une seule de ces deux approches, soit celle du National Status and Trends Program, dans une version légèrement modifiée, est utilisée pour établir les Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments. La deuxième approche, celle des Tests de toxicité des sédiments avec dopage, ne peut être utilisée en raison du manque actuel de données résultant de ce type de tests. C'est pourquoi à l'heure actuelle, le Conseil canadien des ministres de l'environnement définit des recommandations provisoires pour la qualité des sédiments (CCME, 2001a).

La base de données du National Status and Trends Program a été créée par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) en 1990. Long et Morgan (1990) y ont colligé des informations sur les effets biologiques des contaminants présents dans les sédiments. À la demande d'Environnement Canada, cette base de données a été revue et élargie par l'ajout de nouvelles données provenant d'autres sites ou portant sur des substances chimiques additionnelles ou sur de nouvelles observations de manifestations biologiques. C'est cette base de données étendue qui est devenue la Biological Effects Database for Sediments (BEDS) et qui a servi à l'élaboration des recommandations pour la qualité des sédiments (RQS) au Canada. Cette base de données regroupe divers types de données permettant d'associer la concentration d'une substance chimique à l'observation d'un effet biologique ou de son absence. Ces données proviennent d'études de terrain et de laboratoire (abondance et richesse spécifiques des communautés benthiques, effets toxiques sur les organismes, notamment sur la croissance, la reproduction et la survie), d'essais de toxicité sur sédiments dopés ou de modèles fondés sur la partition à l'équilibre. Des critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments adoptés par d'autres autorités compétentes figurent également dans la base de données.

Pour constituer la Biological Effects Database for Sediments, l'acceptabilité des données a été évaluée selon des exigences strictes de fiabilité et de précision qui s'appliquent à la conception

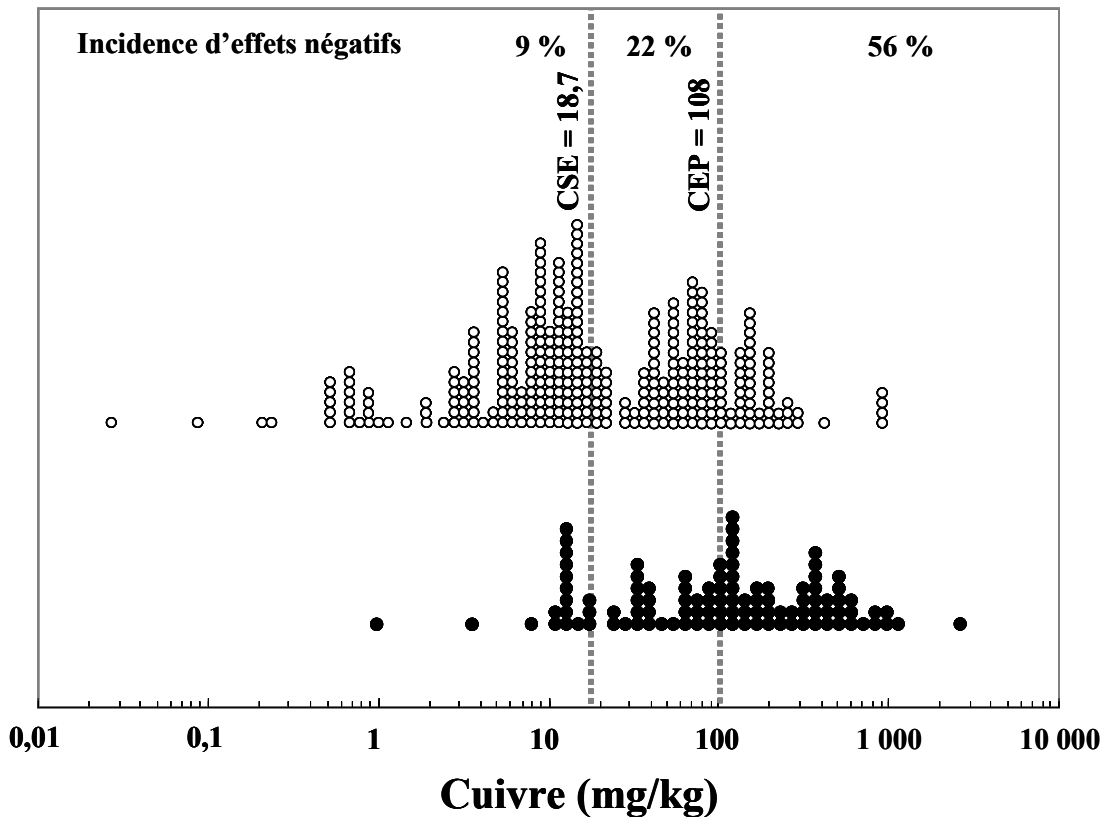
des essais, aux modes opératoires, aux méthodes d'analyse et au traitement statistique qui ont entouré chaque étude. Seules les données qui ont été jugées acceptables ont été retenues et compilées en intégrant la concentration mesurée de la substance chimique, le lieu, le type d'analyse ou d'approche, la durée du test, l'effet mesuré, l'espèce et le stade du cycle vital testés, les évidences d'effets observés et la référence de l'étude en cause. Les informations sur les caractéristiques des sédiments (distribution granulométrique, contenu en carbone organique total, sulfures volatils en milieu acide, etc.) et de la colonne d'eau sus-jacente ont également été compilées lorsqu'elles existaient. Les données pour lesquelles des effets biologiques observés ont été liés à la concentration mesurée de la substance chimique ont été classées dans la catégorie « données avec effets ». Celles pour lesquelles aucun effet n'a été observé ou pour lesquelles aucune ou peu de concordance entre les concentrations chimiques et les effets biologiques observés ont pu être établies ont été classées dans la catégorie « données sans effet ». La Biological Effects Database for Sediments est constituée à environ 10 % de données provenant d'études réalisées au Canada, et le reste, de données provenant de travaux réalisés aux États-Unis (D.D. MacDonald, communication personnelle).

Pour l'élaboration des recommandations pour la qualité des sédiments, le Conseil canadien des ministres de l'environnement a retenu une version modifiée par MacDonald (1993) de l'approche initiale du National Status and Trends Program (Long et Morgan, 1990). Contrairement à l'approche initiale, les données sur les sédiments d'eau douce et sur les sédiments marins sont traitées séparément. De plus, le traitement des données considère dans deux groupes distincts les données « avec effet » et les données « sans effet ». Les données sans effet ont été incluses dans la procédure parce qu'il a été considéré qu'elles procurent des informations pertinentes pour définir la relation entre les contaminants et la réponse biotique (MacDonald, 1994). Il doit y avoir un nombre minimal de données afin d'étayer par « le poids de la preuve » les liens entre les concentrations chimiques et les effets biologiques et, ainsi, d'assurer une protection adéquate des espèces aquatiques. La base de données doit comprendre au moins 20 entrées « avec effet » et 20 entrées « sans effet » pour chaque substance chimique à l'étude. Lorsque cette exigence est respectée, deux valeurs de référence sont établies. La première valeur définit la **Concentration seuil produisant un effet (CSE)**, et la seconde, la **Concentration produisant un effet probable (CEP)**.

Ces deux concentrations permettent de définir trois plages de concentrations de substances chimiques : (1) la plage des concentrations les plus faibles, à l'intérieur de laquelle des effets défavorables sont rarement observés, (2) la plage des effets possibles, située entre la CSE et la CEP, à l'intérieur de laquelle des effets défavorables sont occasionnellement observés, et (3) la plage des effets probables, à l'intérieur de laquelle des effets biologiques défavorables sont fréquemment observés. La définition de ces plages est fondée sur la prémisse selon laquelle la probabilité qu'une exposition à une substance chimique produise des effets toxiques augmente avec la concentration de cette substance dans les sédiments. La figure 1 présente un exemple de répartition des données avec effets et des données sans effet selon un ordre croissant de concentrations de la substance chimique analysée.

Pour vérifier que la CSE et la CEP obtenues pour chacune des substances déterminent des plages de concentrations qui respectent leur définition narrative, la fréquence d'effets néfastes est calculée pour chacune des plages de concentrations (CCME, 2002a). Le taux d'effets néfastes est obtenu en calculant le pourcentage que représente le nombre de données « avec effet » sur l'ensemble des données (« avec effet » + « sans effet ») présentes dans une plage de

concentrations (figure 1). Dans le cas de la majorité des substances, l'incidence d'effets négatifs calculée dans la plage des concentrations inférieures à la CSE, là où des effets devraient rarement être observés, est généralement d'environ 10 % ou moins, ce qui respecte la définition narrative de la concentration seuil. Le taux d'effets négatifs calculé dans la plage de concentrations supérieures à la CEP, là où des effets devraient fréquemment être observés, varie passablement d'une substance à l'autre et est parfois inférieur à 50 %, en particulier pour les sédiments d'eau douce (CCME, 2002a). La faible incidence d'effets négatifs observée dans cette plage pour plusieurs substances indique que les valeurs obtenues pour la CEP correspondent parfois un peu moins bien à la définition narrative de cette dernière, soit la concentration au-delà de laquelle des effets défavorables sont fréquemment observés, que dans le cas de la CSE.



Source : Adapté de CCME, 1999.

**Figure 1** Répartition des données « avec effet biologique » (●) et « sans effet biologique » (○) selon un ordre croissant des concentrations de cuivre mesurées dans les sédiments marins et estuariens

Afin de tenir compte de diverses incertitudes, comme lorsque les résultats ne correspondent pas à la définition narrative d'un critère, le protocole du Conseil canadien des ministres de l'environnement prévoit qu'un facteur de sécurité (appelé aussi facteur d'incertitude) peut être appliqué aux deux valeurs seuils obtenues (CCME, 1995, annexe C). C'est le cas pour les dioxines et les furanes (PCDD et PCDF)<sup>1</sup>.

La concentration seuil produisant un effet constitue actuellement la Recommandation provisoire pour la qualité des sédiments (RPQS). Toutefois, lorsque l'approche du National Status and Trends Program ne peut être utilisée par manque de données, le Conseil peut adopter les critères de qualité établis par d'autres autorités compétentes, comme c'est le cas pour l'Aroclor 1254 et le toxaphène, ou utiliser la Méthode de partition à l'équilibre, comme c'est le cas pour le nonylphénol.

## ***2.2 L'approche adoptée au Québec : celle du Conseil canadien des ministres de l'environnement additionnée de nouvelles valeurs de référence***

Les deux valeurs de référence calculées par le Conseil canadien des ministres de l'environnement, soit la Concentration seuil produisant un effet (CSE) et la Concentration produisant un effet probable (CEP), sont adoptées comme critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec. Toutefois, ces deux valeurs à elles seules ne suffisent pas pour la gestion des sédiments dans les divers contextes propres au Québec. Ainsi, trois nouvelles valeurs de référence ont été ajoutées afin de couvrir les besoins de gestion des trois contextes suivants :

### **a) La prévention de la contamination des sédiments due à des rejets industriels :**

Afin de prévenir la contamination des sédiments qui pourrait résulter de rejets industriels dans un cours d'eau, les critères de qualité sont comparés aux résultats des analyses chimiques et permettent de suivre l'évolution de la situation à un site vulnérable et d'indiquer un début de contamination. Un suivi peut être initié avant même que la CSE ne soit atteinte. Un nouveau seuil, inférieur à cette dernière, a été établi, soit la concentration en deçà de laquelle aucun effet n'est appréhendé : la **Concentration d'effets rares (CER)**.

La CER et la CSE constituent les deux balises de la prévention de la contamination.

### **b) La gestion des sédiments résultant des travaux de dragage :**

Le rejet en eau libre de sédiments résultant de travaux de dragage ne peut être envisagé que si ces matières ne constituent pas un danger pour le biote aquatique. Un seuil de contamination au-delà duquel des essais de toxicité doivent être effectués est requis. Les expériences passées indiquant que la plupart des essais de toxicité sont peu sensibles à un faible degré de contamination, un seuil supérieur à la CSE, mais inférieur à la CEP, a été établi, soit la

---

<sup>1</sup> Lors de l'élaboration des Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments relatives aux dioxines et aux furanes, un facteur de sécurité (ou d'incertitude) de 10 a été appliqué à la CSE et à la CEP parce que (1) l'incidence d'effets négatifs dans la plage de concentrations inférieures à la CSE initiale était de 22 %, (2) qu'une proportion importante (79 %) des concentrations mesurées dans les sédiments au Canada est inférieure à la CSE initiale, (3) et qu'il subsiste des incertitudes au sujet de la bioaccumulation et de la bioamplification des dioxines et furanes (CCME, 1999).

concentration à partir de laquelle des effets néfastes sont appréhendés pour plusieurs espèces benthiques : la **Concentration d'effets occasionnels (CEO)**.

De plus, pour faciliter la gestion des déblais de dragage, il est nécessaire de déterminer un seuil de contamination suffisamment élevé, au-delà duquel tout rejet de sédiments en eau libre est proscrit sans besoin d'analyse supplémentaire. La CEP ne constituant pas un seuil suffisamment élevé pour ce type de décision, une nouvelle valeur de référence a été établie, soit la concentration à partir de laquelle des effets néfastes sont appréhendés pour la majorité des espèces benthiques : la **Concentration d'effets fréquents (CEF)**.

La CEO et la CEF constituent les deux valeurs seuils qui encadrent la mise en dépôt des sédiments résultant de travaux de dragage.

c) **La restauration des sites aquatiques contaminés :**

La décision de restaurer un site contaminé résulte en général d'une analyse approfondie, où les avantages de la restauration ont été jugés supérieurs aux inconvénients. Alors que le dépassement de la CEP indique la pertinence d'entreprendre de telles études, une valeur de référence plus élevée, soit la CEF, indique que la restauration du site est souhaitable et que des études de faisabilité doivent être entreprises.

La CEP et la CEF constituent les deux valeurs seuils permettant d'orienter les décisions de restauration.

Les trois nouvelles valeurs de référence sont donc utilisées de concert avec la CSE et la CEP définies par le Conseil canadien des ministres de l'environnement, ce qui porte à cinq le nombre de valeurs de référence nécessaires pour la gestion des sédiments au Québec. Cependant, pour chacun des trois contextes de gestion des sédiments définis ici, seulement deux valeurs de référence sont utilisées. Ainsi, il s'agit d'identifier le contexte de gestion des sédiments pour obtenir les critères de qualité à utiliser. Les cadres de gestion et d'application des critères de qualité pour chacun de ces trois contextes sont présentés en détail aux sections 5.2, 5.3 et 5.4 et sont schématisés au tableau 5.

### ***2.3 Détermination des cinq critères de qualité***

Lors de la détermination des recommandations canadiennes (CCME, 1999), la Concentration seuil produisant un effet (CSE) et la Concentration produisant un effet probable (CEP) ont été calculées par la moyenne géométrique de deux valeurs, l'une provenant des données sans effet et l'autre des données avec effet. Pour des raisons d'uniformité et de cohérence, les trois valeurs de référence additionnelles – la Concentration d'effets rares (CER), la Concentration d'effets occasionnels (CEO) et la Concentration d'effets fréquents (CEF) – ont été définies en utilisant les données de la Biological Effects Database for Sediments et un mode de calcul similaire à celui utilisé pour les recommandations canadiennes. Les valeurs des cinq critères de qualité sont obtenues par les formules suivantes :

$$\mathbf{CER} = \sqrt{(E_{15} \times SE_{15})}$$

$$\mathbf{CSE} = \sqrt{(E_{15} \times SE_{50})}$$

$$\mathbf{CEO} = \sqrt{(E_{50} \times SE_{50})}$$

$$\mathbf{CEP} = \sqrt{(E_{50} \times SE_{85})}$$

$$\mathbf{CEF} = \sqrt{(E_{85} \times SE_{85})}$$

- où  $E_{15}$  : 15<sup>e</sup> centile des données classées dans la catégorie « avec effet » ;  
 $E_{50}$  : 50<sup>e</sup> centile des données classées dans la catégorie « avec effet » ;  
 $E_{85}$  : 85<sup>e</sup> centile des données classées dans la catégorie « avec effet » ;  
 $SE_{15}$  : 15<sup>e</sup> centile des données classées dans la catégorie « sans effet » ;  
 $SE_{50}$  : 50<sup>e</sup> centile des données classées dans la catégorie « sans effet » ;  
 $SE_{85}$  : 85<sup>e</sup> centile des données classées dans la catégorie « sans effet » .

Les valeurs des cinq critères de qualité ainsi calculées pour plus de 30 substances sont présentées aux tableaux 1 et 2 pour les sédiments d'eau douce et les sédiments marins respectivement.

#### **2.4 Détermination d'une valeur de référence pour le nickel**

Dans le fleuve Saint-Laurent, le nickel est généralement associé aux argiles postglaciaires et, par dispersion de ces dernières, il enrichit les sédiments du lit du fleuve. Il constitue parfois l'un des principaux éléments de la contamination des sédiments et fait par conséquent partie des substances analysées de façon routinière lors d'études évaluant la qualité des sédiments (section 5.1). Il est donc souhaitable d'avoir en main des valeurs de référence permettant d'estimer le degré de toxicité associé aux concentrations de nickel mesurées dans les sédiments.

Comme le Conseil canadien des ministres de l'environnement n'a établi aucune valeur de CSE ou de CEP pour le nickel et que la Biological Effects Database for Sediments ne permet pas de calculer la CER, la CEO ou la CEF, la possibilité d'adopter à titre provisoire des valeurs établies par d'autres autorités compétentes a été envisagée. Toutefois, étant donné la problématique propre au Saint-Laurent, il apparaît plus pertinent de définir une valeur seuil qui permette d'orienter les décisions de gestion des déblais de dragage à partir des teneurs naturelles des sédiments connues pour le fleuve (section 4.1). Ainsi, seule une CEO a été déterminée pour les sédiments d'eau douce en calculant la moyenne géométrique de la teneur naturelle en nickel des sédiments préindustriels (29 mg/kg) et de la teneur naturelle des argiles postglaciaires (75 mg/kg) (tableau 3) : 47 mg/kg (tableau 1).

Cette valeur se compare à celles proposées par d'autres juridictions qui définissent les concentrations au-dessus desquelles il est probable d'observer des effets néfastes (similaire à la CEP). Selon MacDonald *et al.* (2000), ces valeurs varient de 33 à 75 mg/kg pour les sédiments d'eau douce.

**Tableau 1 Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce**

Groupes	Substances	Concentrations (mg/kg) <sup>a,b</sup>				
		CER	CSE	CEO	CEP	CEF
<b>Métaux et métalloïdes</b>	Arsenic	4,1	5,9	7,6	17	23
	Cadmium	0,33	0,60	1,7	3,5	12
	Chrome	25	37	57	90	120
	Cuivre	22	36	63	200	700
	Mercuré *	0,094	0,17	0,25	0,49	0,87
	Nickel	ND	ND	47	ND	ND
	Plomb	25	35	52	91	150
	Zinc	80	120	170	310	770
<b>Composés organiques</b>	BPC totaux *	0,025	0,034	0,079	0,28	0,78
	Nonylphénol et ses dérivés éthoxylés <sup>c</sup>	ND	1,4	ND	ND	ND
	PCDD et PCDF (ng éq. tox./kg) <sup>d</sup>	0,27	0,85	10	22	36
<i>Hydrocarbures aromatiques polycycliques</i>	Acénaphthène <sup>e</sup>	0,003 7	0,006 7	0,021	0,089	0,94
	Acénaphthylène <sup>e</sup>	0,003 3	0,005 9	0,030	0,13	0,34
	Anthracène <sup>e</sup>	0,016	0,047	0,11	0,24	1,1
	Benzo[ <i>a</i> ]anthracène	0,014	0,032	0,12	0,39	0,76
	Benzo[ <i>a</i> ]pyrène	0,011	0,032	0,15	0,78	3,2
	Chrysène	0,026	0,057	0,24	0,86	1,6
	Dibenzo[ <i>a,h</i> ]anthracène <sup>e</sup>	0,003 3	0,006 2	0,043	0,14	0,20
	Fluoranthène	0,047	0,11	0,45	2,4	4,9
	Fluorène <sup>e</sup>	0,010	0,021	0,061	0,14	1,2
	2-Méthylnaphtalène <sup>e</sup>	0,016	0,020	0,063	0,20	0,38
	Naphtalène <sup>e</sup>	0,017	0,035	0,12	0,39	1,2
	Phénanthrène	0,025	0,042	0,13	0,52	1,1
	Pyrène	0,029	0,053	0,23	0,88	1,5
	<i>Pesticides organochlorés</i>	Chlordane *	0,001 5	0,004 5	0,006 7	0,008 9
DDD* <sup>f</sup>		0,000 35	0,003 5	0,008 5	0,008 5	0,015
DDE* <sup>g</sup>		0,000 25	0,001 4	0,002 6	0,006 8	0,019
DDT* <sup>e, h</sup>		0,000 33	0,001 2	0,003 8	0,004 8	0,010
Dieldrine *		0,000 44	0,002 9	0,003 9	0,006 7	0,017
Endrine		0,000 63	0,002 7	0,036	0,062	0,33
Heptachlore époxyde		0,000 26	0,000 60	0,002 7	0,002 7	0,004 0
Lindane		0,000 22	0,000 94	0,001 4	0,001 4	0,011
Toxaphène* <sup>i</sup>	ND	0,000 10	ND	ND	ND	

*Légende.* – CER : Concentration d'effets rares. CSE : Concentration seuil produisant un effet. CEO : Concentration d'effets occasionnels. CEP : Concentration produisant un effet probable. CEF : Concentration d'effets fréquents.

\* Pour ces substances persistantes, toxiques et bioaccumulables (SLV 2000, 1999), des effets dus à la bioaccumulation peuvent toucher les consommateurs aquatiques, aviaires ou terrestres de divers niveaux trophiques. Les critères de qualité présentés ici ne tiennent pas compte de ces effets. Des précisions sur ces effets sont présentées à la section 3.1 et au point 2 de la section 5.2.

<sup>a</sup> Les valeurs ont été arrondies à deux chiffres significatifs. Dans les colonnes grises, apparaissent les valeurs calculées par le CCME, et dans les colonnes blanches, les valeurs de référence additionnelles.

<sup>b</sup> Toutes les valeurs sont exprimées en milligrammes par kilogramme (mg/kg) de sédiments secs à l'exception des PCDD et PCDF qui sont en unités d'équivalence de la toxicité en nanogrammes par kilogramme (ng éq. tox./kg).

<sup>c</sup> Valeur déterminée par le CCME (2002b) à partir de la méthode de partage à l'équilibre en supposant une teneur en carbone organique total (COT) de 1 %. Le calcul est basé sur les facteurs d'équivalence de la toxicité (annexe 1).

<sup>d</sup> PCDD et PCDF : Dibenzo-*p*-dioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés; les valeurs sont exprimées en unité d'équivalence de la toxicité (annexe 1). Comme le prescrit le CCME (1999), les valeurs initiales obtenues lors du calcul des critères de qualité ont été corrigées en les divisant par un facteur de sécurité de 10.

<sup>e</sup> Par défaut les valeurs calculées pour les sédiments marins ont été retenues.

<sup>f</sup> DDD : 2,2-Bis(*p*-chlorophényl)-1,1-dichloroéthane ou dichlorodiphényldichloroéthane. Ce critère s'applique à la somme des isomères *p,p'* et *o,p'*.

<sup>g</sup> DDE : 1,1-Dichloro-2,2,bis(*p*-chlorophényl)-éthène ou dichlorodiphényldichloroéthylène. Ce critère s'applique à la somme des isomères *p,p'* et *o,p'*.

<sup>h</sup> DDT : 2,2-Bis(*p*-chlorophényl)-1,1,1-trichloroéthane ou dichlorodiphényltrichloroéthane. Ce critère s'applique à la somme des isomères *p,p'* et *o,p'*.

<sup>i</sup> Valeur adoptée du New York State Department of Environmental Conservation (1994) par le CCME (2002c). La valeur a été déterminée à partir de la méthode de partage à l'équilibre en supposant une teneur en carbone organique total (COT) de 1 %.

ND : Valeurs non déterminées.

**Tableau 2 Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments marins**

Groupes	Substances	Concentrations (mg/kg) <sup>a,b</sup>				
		CER	CSE	CEO	CEP	CEF
<b>Métaux et métalloïdes</b>	Arsenic	4,3	7,2	19	42	150
	Cadmium	0,32	0,67	2,1	4,2	7,2
	Chrome	30	52	96	160	290
	Cuivre	11	19	42	110	230
	Mercurure *	0,051	0,13	0,29	0,70	1,4
	Nickel	ND	ND	ND	ND	ND
	Plomb	18	30	54	110	180
	Zinc	70	120	180	270	430
<b>Composés organiques</b>	BPC totaux *	0,012	0,022	0,059	0,19	0,49
	Nonylphénol et ses dérivés éthoxylés <sup>c</sup>	ND	1	ND	ND	ND
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques</b>	PCDD et PCDF (ng éq. tox./kg) <sup>d, h</sup>	0,27	0,85	10	22	36
	Acénaphène	0,003 7	0,006 7	0,021	0,089	0,94
	Acénaphthylène	0,003 3	0,005 9	0,031	0,13	0,34
	Anthracène	0,016	0,047	0,11	0,24	1,1
	Benzo[ <i>a</i> ]anthracène	0,027	0,075	0,28	0,69	1,9
	Benzo[ <i>a</i> ]pyrène	0,034	0,089	0,23	0,76	1,7
	Chrysène	0,037	0,11	0,30	0,85	2,2
	Dibenzo[ <i>a,h</i> ]anthracène	0,003 3	0,006 2	0,043	0,14	0,20
	Fluoranthène	0,027	0,11	0,50	1,5	4,2
	Fluorène	0,010	0,021	0,061	0,14	1,2
	2-Méthylnaphtalène	0,016	0,020	0,063	0,20	0,38
	Naphtalène	0,017	0,035	0,12	0,39	1,2
	Phénanthrène	0,023	0,087	0,25	0,54	2,1
	Pyrène	0,041	0,15	0,42	1,4	3,8
	<b>Pesticides organochlorés</b>	Chlordane *	0,000 92	0,002 3	0,003 3	0,004 8
DDD <sup>* e</sup>		0,000 63	0,001 2	0,004 0	0,007 8	0,028
DDE <sup>* f</sup>		0,000 79	0,002 1	0,074	0,37	0,56
DDT <sup>* g</sup>		0,000 33	0,001 2	0,003 8	0,004 8	0,010
Dieldrine *		0,000 38	0,000 71	0,002 0	0,004 3	0,006 0
Endrine <sup>h</sup>		0,000 63	0,002 7	0,036	0,062	0,33
Heptachlore époxyde <sup>h</sup>		0,000 26	0,000 60	0,002 7	0,002 7	0,004 0
Lindane		0,000 22	0,000 32	0,000 51	0,000 99	0,001 9
Toxaphène <sup>* i</sup>		ND	0,000 10	ND	ND	ND

*Légende.* – CER : Concentration d'effets rares. CSE : Concentration seuil produisant un effet. CEO : Concentration d'effets occasionnels. CEP : Concentration produisant un effet probable. CEF : Concentration d'effets fréquents.

\* Pour ces substances persistantes, toxiques et bioaccumulables (SLV 2000, 1999), des effets dus à la bioaccumulation peuvent toucher les consommateurs aquatiques, aviaires ou terrestres des divers niveaux trophiques. Les critères de qualité présentés ici ne tiennent pas compte de ces effets. Des précisions sur ces effets sont présentées à la section 3.1 et au point 2 de la section 5.2.

<sup>a</sup> Les valeurs ont été arrondies à deux chiffres significatifs. Dans les colonnes grises, apparaissent les valeurs calculées par le CCME, et dans les colonnes blanches, les valeurs de référence additionnelles.

<sup>b</sup> Toutes les valeurs sont exprimées en milligrammes par kilogramme (mg/kg) de sédiments secs à l'exception des PCDD et PCDF qui sont exprimés en unités d'équivalence de la toxicité en nanogrammes par kilogramme (ng éq. tox./kg).

<sup>c</sup> Valeur déterminée par le CCME (2002b) à partir de la méthode de partage à l'équilibre en supposant une teneur en carbone organique total (COT) de 1 %. Le calcul est basé sur les facteurs d'équivalence de la toxicité (annexe 1).

<sup>d</sup> PCDD et PCDF : Dibenzo-p-dioxines polychlorées et dibenzofurannes polychlorés; les valeurs sont exprimées en unité d'équivalence de la toxicité (1). Comme le prescrit le CCME (1999), les valeurs initiales obtenues lors du calcul des critères de qualité ont été corrigées en les divisant par un facteur de sécurité de 10.

<sup>e</sup> DDD : 2,2-Bis(p-chlorophényl)-1,1-dichloroéthane ou dichlorodiphényldichloroéthane. Ce critère s'applique à la somme des isomères *p,p'* et *o,p'*.

<sup>f</sup> DDE : 1,1-Dichloro-2,2,bis(p-chlorophényl)-éthène ou dichlorodiphényldichloroéthylène. Ce critère s'applique à la somme des isomères *p,p'* et *o,p'*.

<sup>g</sup> DDT : 2,2-Bis(p-chlorophényl)-1,1,1-trichloroéthane ou dichlorodiphényltrichloroéthane. Ce critère s'applique à la somme des isomères *p,p'* et *o,p'*.

<sup>h</sup> Par défaut les valeurs calculées pour les sédiments d'eau douce ont été retenues.

<sup>i</sup> Valeur adoptée du New York State Department of Environmental Conservation (1994) par le CCME (2002c). La valeur a été déterminée à partir de la méthode de partage à l'équilibre en supposant une teneur en carbone organique total (COT) de 1 %.

ND : Valeurs non déterminées.

## Portée et limites des critères de qualité

### 3.1 Portée scientifique des critères de qualité

Les critères de qualité relatifs aux sédiments constituent un des outils qui existent actuellement pour évaluer la qualité des sédiments. Ils permettent d'évaluer la contamination chimique des sédiments et de définir des seuils de gestion appropriés selon le degré de contamination. D'autres outils, dont les essais de toxicité et des études biologiques de terrain, peuvent également servir à évaluer la qualité des sédiments ou les effets de la contamination des sédiments sur les organismes aquatiques. Chacun de ces outils procure une information qui lui est propre, et il sera souvent nécessaire d'avoir recours à plusieurs d'entre eux pour obtenir des informations complémentaires qui permettent d'approfondir l'analyse de la situation.

OUTILS	PORTÉE	LIMITES
<b>Critères de qualité chimiques propres à chaque substance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Couvrent un large éventail d'espèces et d'effets pour un même contaminant.</li> <li>Identifient les substances problématiques.</li> <li>Orientent les mesures de mitigation puisqu'une ou des substances sont identifiées.</li> <li>Permettent de définir des seuils de gestion (ex. : seuil de restauration, limite de rejet en eau libre).</li> <li>Peuvent servir à prévenir la contamination à un site donné.</li> <li>Tiennent partiellement compte de la biodisponibilité des contaminants puisque plusieurs données proviennent du milieu.</li> <li>Ne coûtent pas cher lorsque peu de contaminants doivent être analysés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiennent compte uniquement des contaminants qui sont connus et qui ont été recherchés.</li> <li>Ne tiennent pas compte entièrement de la biodisponibilité des contaminants présents dans les sédiments à l'étude.</li> <li>Ne tiennent pas compte de la bioaccumulation et de la contamination des organismes pour la consommation humaine ou la faune piscivore.</li> <li>N'intègrent pas systématiquement les effets toxiques combinés de la présence de plusieurs substances.</li> <li>Entraînent des coûts importants si de nombreux contaminants doivent être analysés.</li> </ul>
<b>Essais de toxicité sur sédiments</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intègrent les effets toxiques de plusieurs substances à la fois.</li> <li>Mesurent aussi les effets des contaminants inconnus.</li> <li>Mesurent les effets des contaminants pour lesquels il n'y a pas de critère chimique.</li> <li>Tiennent compte de la biodisponibilité des contaminants des sédiments à l'étude.</li> <li>Mesurent la toxicité réelle des sédiments testés.</li> <li>Peuvent tenir compte de la bioaccumulation et prévenir la contamination des organismes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Représentent un patron toxicologique restreint (seuls quelques espèces et quelques effets sont testés).</li> <li>N'orientent pas directement les mesures de mitigation, telles les technologies de traitement, puisqu'ils n'identifient pas la ou les substances en cause.</li> <li>Ne procurent pas d'information sur la cause de la contamination.</li> </ul>
<b>Études biologiques de terrain</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesurent les effets présents dans le milieu.</li> <li>Intègrent les effets qui ont eu lieu sur une longue période et permettent d'établir des tendances dans le temps.</li> <li>Intègrent les effets de toutes les sources, incluant les sources inconnues.</li> <li>Intègrent les effets liés aux substances toxiques et ceux liés à toute autre agression (dégradation du milieu physique, parasitisme, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N'évaluent pas les effets sur de courtes durées.</li> <li>Ne cernent pas une cause unique pour l'effet observé.</li> <li>Ne distinguent pas toujours les sources.</li> <li>Mesurent les effets une fois qu'ils ont eu lieu (ne sont pas préventives).</li> <li>Nécessitent des budgets importants pour obtenir un bon niveau de discrimination.</li> </ul>

Les considérations suivantes indiquent les limites des critères de qualité en tant qu'outil d'évaluation de la qualité des sédiments.

- Les critères de qualité retenus dans ce document ont pour objectif de protéger la vie aquatique contre les effets toxiques des substances chimiques. Les sédiments contaminés peuvent également exercer des effets de type esthétique, organoleptique ou physique, susceptibles d'affecter la qualité du milieu ou des organismes aquatiques. Lorsqu'ils sont bien documentés, ces effets peuvent être considérés au cas par cas.
- Bien que le respect des critères de qualité chimiques indique en général une bonne qualité des sédiments, les écosystèmes peuvent tout de même être perturbés. Même sans la présence de substances toxiques, les dépôts de déblais de dragage et les fortes augmentations de la concentration des matières en suspension (MES) qui accompagnent les dépôts peuvent altérer les écosystèmes aquatiques ou causer la perte d'habitats. Des considérations au sujet de la santé de l'écosystème, tant pour la vie aquatique que pour la santé humaine, ou encore la présence d'un usage précis ou d'une espèce vulnérable ou menacée peuvent nécessiter des mesures d'atténuation particulières ou des interventions supplémentaires.
- En aucun cas, les critères de qualité ne doivent être considérés comme une approbation implicite de la dégradation d'un site jusqu'aux valeurs seuils retenues.
- Les critères de qualité présentés ici ne tiennent compte ni de la bioaccumulation, ni de la bioamplification dans la chaîne alimentaire. Certaines substances très bioaccumulables peuvent ne pas avoir d'incidence sur les organismes benthiques qui y sont directement et continuellement exposés à très petites doses. Toutefois, ces organismes les accumulent dans leurs tissus et deviennent eux-mêmes une source plus concentrée pour leurs prédateurs. Les données à la base des critères de qualité présentées dans ce document réfèrent en général à des effets observés sur des organismes benthiques ou sur des stades larvaires pélagiques et non sur les organismes représentatifs des différents échelons de la chaîne trophique. Il est donc probable que dans le cas des substances fortement bioaccumulables, ces critères de qualité ne permettent pas de prévenir la contamination des organismes qui seront par la suite consommés par des espèces de niveaux trophiques plus élevés (les organismes benthivores et piscivores, la faune aviaire et terrestre ainsi que l'être humain), d'où la nécessité parfois de compléter l'évaluation de la qualité des sédiments à l'aide d'autres outils, comme des essais de bioaccumulation. Le Conseil canadien des ministres de l'environnement a aussi développé, pour plusieurs substances fortement bioaccumulables (biphényles polychlorés, dichlorodiphényl-trichloroéthane, méthylmercure, dioxines et furanes polychlorés, toxaphène), des Recommandations canadiennes pour les résidus dans les tissus visant la protection des espèces fauniques consommant le biote aquatique (CCME, 2001b). Pour compléter l'évaluation de la contamination des sédiments en un lieu donné, ces recommandations peuvent être utilisées en combinaison avec les présents critères.
- Bien que les critères de qualité aient été établis substance par substance, les effets additifs, synergiques ou antagonistes de plusieurs substances sont pris en considération dans une certaine mesure, car les données qui ont servi aux calculs proviennent de sédiments prélevés dans le milieu et qui sont le plus souvent contaminés par plusieurs substances chimiques. Toutefois, les combinaisons de substances varient d'un endroit à l'autre, et les conditions qui prévalent dans un lieu donné peuvent être passablement différentes de celles représentées par les critères de qualité. Des essais de toxicité sur des espèces sensibles avec les sédiments

prélevés à un endroit peuvent rendre compte des effets interactifs de plusieurs substances chimiques. Aussi, pour mieux cerner la problématique propre à un site, il faut tenir compte de certains facteurs qui influencent la biodisponibilité des éléments chimiques (section 3.3).

### **3.2 Limites géographiques des critères de qualité**

Étant donné que les critères de qualité ont été établis à partir de données provenant de différentes sources, ils sont utilisés pour évaluer la qualité des sédiments dans les plans d'eau et cours d'eau de l'ensemble du territoire québécois conjointement aux teneurs naturelles ou ambiantes régionales des sédiments (chapitre 4).

Dans le Saint-Laurent, les critères de qualité pour les sédiments d'eau douce et les critères de qualité pour les sédiments marins sont utilisés en fonction des trois secteurs suivants :

- De la sortie des Grands Lacs à la pointe est de l'île d'Orléans, le Saint-Laurent ne reçoit que des eaux douces. Pour cette section du Saint-Laurent, qui comprend le tronçon fluvial (de la sortie des Grands Lacs à l'aval du lac Saint-Pierre) et l'estuaire fluvial (de l'aval du lac Saint-Pierre à la pointe est de l'île d'Orléans), ce sont les critères de qualité pour les sédiments d'eau douce qui sont utilisés.
- De la pointe est de l'île d'Orléans à l'île aux Coudres, s'étend l'estuaire moyen supérieur, caractérisé par un mélange d'eaux douces et d'eaux salées. Le degré de salinité y varie selon un gradient longitudinal qui s'échelonne de < 1 ‰ à l'île d'Orléans à 15 ‰ à l'île aux Coudres (Ouellet et Cerceau, 1976; Gagnon et al., 1998; Leclerc, 2000) (figure 2). Dans ce secteur d'eaux saumâtres, l'ichtyofaune est dominée par des espèces dulcicoles, mais comprend également plusieurs espèces diadromes et marines (Leclerc, 2000). Afin de protéger l'ensemble des espèces présentes dans ce secteur, il convient d'utiliser pour chaque substance analysée les critères de qualité les plus restrictifs pour les sédiments d'eau douce et les sédiments marins.
- En aval de l'île aux Coudres, la salinité augmente rapidement, atteignant 27 ‰ à l'embouchure du Saguenay. Pour l'ensemble de la zone qui couvre l'estuaire moyen inférieur (de l'île aux Coudres au Saguenay), l'estuaire salin (du Saguenay à l'île d'Anticosti) et le golfe du Saint-Laurent, ce sont les critères de qualité pour les sédiments marins qui sont utilisés.

### **3.3 Limites physicochimiques des critères de qualité**

#### **3.3.1 Granulométrie des sédiments**

Dans la mesure où les critères de qualité ont été élaborés à partir de données se rapportant à des sédiments ayant une distribution granulométrique très variable, ils s'appliquent à tous les types de sédiments, sauf à ceux dont les particules ont une taille supérieure à 2 mm. Également, en raison de la grande diversité de la distribution granulométrique des sédiments qui ont servi à définir les critères de qualité, il n'est pas approprié de normaliser les résultats des analyses chimiques en fonction de la composition des sédiments. La distribution granulométrique des sédiments à l'étude servira notamment à évaluer la dynamique sédimentaire.























































