

**Développement durable,
Environnement,
Faune et Parcs**

Québec 

**LIGNES DIRECTRICES POUR L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS
DU LAC-MÉGANTIC ET DE LA RIVIÈRE CHAUDIÈRE,
EN LIEN AVEC L'ACCIDENT FERROVIAIRE DU 6 JUILLET 2013.**

Le 6 septembre 2013

ÉQUIPE DE RÉALISATION

- Mélanie Desrosiers, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Direction de l'expertise et des études, Division de l'écotoxicologie et de l'évaluation du risque
- Lise Boudreau, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et des expertises
- Isabelle Guay, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et des expertises

RÉVISION

- Gaëlle Triffault-Bouchet, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Direction de l'expertise et des études, Division de l'écotoxicologie et de l'évaluation du risque
- Louis Martel, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Direction de l'expertise et des études
- Denis Laliberté, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques

1. INTRODUCTION

L'accident ferroviaire de Lac-Mégantic a entraîné le déversement d'hydrocarbures pétroliers dans le lac Mégantic ainsi que dans la rivière Chaudière. Les berges et les sédiments de la rivière ont ainsi été contaminés par les hydrocarbures pétroliers à proximité du barrage Mégantic.

Par ailleurs, il existe un risque important d'érosion des berges de la rivière lors des variations de niveau d'eau, des crues printanières et de la fonte des neiges, pouvant entraîner des sols ou des sédiments contaminés par les hydrocarbures pétroliers vers l'aval dans la rivière Chaudière, jusqu'au fleuve Saint-Laurent.

La qualité de l'eau de ces deux systèmes aquatiques (lac Mégantic et rivière Chaudière) est suivie de façon étroite et les concentrations en hydrocarbures pétroliers, notamment, sont comparées aux critères de qualité de l'eau de surface. La qualité des sédiments est également suivie, toutefois aucun critère de qualité des sédiments n'a été établi pour les hydrocarbures pétroliers. Pour les besoins actuels, nous proposons des valeurs seuils provisoires, utilisables dans ce contexte précis, qui permettront d'évaluer la qualité des sédiments du lac Mégantic et de la rivière Chaudière et de définir les mesures de gestion du risque qui devront être mises en place à court et moyen termes.

L'objet de ce document est de fournir aux intervenants des lignes directrices quant à l'interprétation des données de caractérisation des sédiments pour les métaux, les HAP et les hydrocarbures pétroliers.

2. PARAMÈTRES ANALYTIQUES

Les paramètres analytiques recommandés pour la caractérisation des sédiments de la rivière Chaudière et du lac Mégantic sont les suivants :

- granulométrie, carbone organique total (COT);
- métaux (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc);
- hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)¹;
- hydrocarbures pétroliers (C10-C50).

L'échantillonnage des sédiments doit être effectué selon le *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritimes* (EC, 2002a, 2002b). Les méthodes d'échantillonnage des sédiments doivent être adaptées aux habitats rencontrés : truelle, pelle, carottage, benne, etc. Les échantillons de substrat seront prélevés, conservés, entreposés et expédiés au laboratoire d'analyses dans des contenants fournis par le laboratoire d'analyse. Les échantillons seront conservés conformément aux instructions du laboratoire, spécifiques pour chaque paramètre.

¹ La liste des HAP devant être minimalement analysés sont précisés dans le tableau 1 du document « Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration » (EC et MDDEP, 2007)

Les analyses physicochimiques doivent être réalisées en respectant le *Guide de caractérisation physicochimique des sédiments* (MDDEFP et EC, en préparation, disponible sur demande).

3. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ANALYTIQUES

Pour déterminer si le déversement a contribué à la contamination des sédiments, il serait pertinent de comparer les résultats obtenus avec les teneurs ambiantes lorsque cela est possible. Les teneurs ambiantes pourraient être déterminées dans des secteurs de la rivière et du lac non affectés par le déversement.

Les résultats des analyses de **métaux et de HAP** devront également être comparés aux critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec (EC et MDDEP, 2007; Annexe 1). Dans le contexte actuel, où il s'agit d'évaluer l'ampleur de la contamination dans les zones affectées par le déversement et de prévenir la contamination en aval de ces zones, il est indiqué d'utiliser des critères de qualité définis pour la prévention de la contamination et pour la restauration des sites contaminés. La qualité des sédiments sera déterminée, selon le paramètre chimique ayant l'effet le plus déclassant, par cinq situations possibles :

- **Situation 1** : La concentration de tous les contaminants est inférieure ou égale à la concentration d'effets rares (CER).
 - Les sédiments sont considérés comme n'ayant pas d'impact sur le milieu, les concentrations observées sont généralement comparables aux teneurs ambiantes ou naturelles.
- **Situation 2** : La concentration de tous les contaminants est inférieure ou égale à la concentration seuil produisant un effet (CSE).
 - La probabilité que les sédiments aient un impact sur le milieu est faible. Le suivi permet de vérifier l'évolution de la situation.
- **Situation 3** : La concentration de tous les contaminants se situe entre la CSE et la concentration d'effet probable (CEP).
 - Bien que des effets biologiques néfastes puissent être appréhendés, le degré de contamination ne justifie pas à lui seul la restauration du site. Des études de terrain pourraient être effectuées pour compléter l'évaluation des effets.
- **Situation 4** : La concentration d'au moins un contaminant se situe entre la CEP et la concentration d'effet fréquent (CEF).
 - Des études du milieu seront nécessaires pour compléter l'évaluation de la contamination, juger du risque et statuer sur les besoins de restauration.
- **Situation 5** : La concentration d'au moins un contaminant est supérieure à la CEF.
 - La contamination des sédiments sera jugée problématique. La restauration du site sera alors jugée souhaitable. Des évaluations biologiques devront être faites pour établir si le processus de restauration est réalisable et quelles mesures devront être adoptées en priorité et ainsi définir les gains environnementaux de la restauration.

C'est donc dans les situations 3, 4 et 5 que des études complémentaires sont recommandées pour évaluer la biodisponibilité des contaminants et les risques pour la faune et la flore. Notons qu'habituellement, en cas de restauration d'une zone de sédiments contaminés, l'objectif de restauration est la concentration d'effet occasionnel (CEO) ou la teneur ambiante.

En l'absence de critères de qualité des sédiments pour les **hydrocarbures pétroliers** (C₁₀-C₅₀), nous recommandons, pour le contexte particulier du lac Mégantic et de la rivière Chaudière, l'utilisation des valeurs de référence générées par les études de Di Toro et collaborateurs (Di Toro *et al.*, 2000, Di Toro and McGrath 2000, Atlantic RBCA, 2012), soit :

- une valeur de référence – effets chroniques : 164 mg/kg;
- une valeur de référence – effets aigus : 832 mg/kg.

Ces valeurs sont en accord avec les données disponibles dans la littérature. Des effets ont été observés sur les communautés benthiques à des concentrations de 840 à 860 mg/kg (Pettigrove & Hoffmann, 2005; Anson *et al.*, 2008). Pour les besoins actuels, ces valeurs sont utilisées de la façon suivante :

- Si les concentrations d'hydrocarbures pétroliers mesurées dans le lac et la rivière sont supérieures à la valeur de référence - effets chroniques mais inférieures à la valeur de référence - effet aigus, des études plus approfondies pourraient être jugées nécessaires pour évaluer la biodisponibilité des hydrocarbures et leurs effets sur la faune et la flore aquatiques.
- Si les concentrations mesurées sont supérieures à la valeur de référence - effets aigus, la contamination des sédiments sera jugée problématique. La restauration du site sera alors jugée souhaitable. Des évaluations biologiques devront être faites pour établir si le processus de restauration est réalisable et quelles mesures devront être adoptées en priorité et ainsi définir les gains environnementaux de la restauration.

Notons qu'un examen plus approfondi des données de toxicité disponibles sera réalisé à l'hiver 2014, ainsi que la possibilité de définir un critère de qualité des sédiments pour les C₁₀-C₅₀.

3 RÉFÉRENCES

Anson, J. R., V. Pettigrove, M. E. Carew & A. A. Hoffmann. 2008. *High molecular weight petroleum hydrocarbons differentially affect freshwater benthic macroinvertebrate assemblages*. Environmental Toxicology and Chemistry 27: 1077–1083.

DiToro, D.M., J.A. McGrath and D.J. Hansen. 2000. *Technical basis for narcotic chemicals and polycyclic aromatic hydrocarbon criteria. I. Water and tissue*. Environ. Toxicol. Chem. 19: 1951-1970.

DiToro, D.M. and J.A. McGrath. 2000. *Technical basis for narcotic chemicals and polycyclic aromatic hydrocarbon criteria. II. Mixtures and sediments*. Environ. Toxicol. Chem. 19: 1971-1982.

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.

Environnement Canada. 2002a. *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime*. Volume 1 : *Directive de ERE du rejet en eau libre des sédiments, en soutien à la gestion des projets de dragage en eau douce 32 planifications*, Environnement Canada, Direction de la protection de l'environnement, région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels.

Environnement Canada. 2002b. *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime*. Volume 2 : *Manuel du praticien de terrain*, Environnement Canada, Direction de la protection de l'environnement, région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec et Environnement Canada. 2013. *L'évaluation du risque écotoxicologique (ERE) du rejet en eau libre des sédiments, en soutien à la gestion des projets de dragage en eau douce*. 35 pages + annexes.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs et des Parcs. *Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments*. Titre temporaire, en préparation.

Pettigrove, V. & A. Hoffmann. 2005. *Effects of long-chain hydrocarbon-polluted sediment on freshwater macroinvertebrates*. Environmental Toxicology and Chemistry 24: 2500-2508.

Annexe 1 : Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec (tiré de EC et MDDEP 2007)

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

Groupes	Substances	Concentrations (mg/kg) ^{a,b}					
		CER	CSE	CEO	CEP	CEF	
<i>Métaux et métalloïdes</i>	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	
	Mercure*	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	
<i>Composés organiques</i>	BPC totaux	0,025	0,034	0,079	0,28	0,78	
	Nonylphénol et ses dérivés éthoxylés ^c	ND	1,4	ND	ND	ND	
	PCDD et PCDF (ng eq. tox./kg) ^{a,d}	0,27	0,85	10	22	36	
<i>Hydrocarbures aromatiques polycycliques</i>	Acénaphthène ^e	0,003 7	0,006 7	0,021	0,089	0,94	
	Acénaphthylène ^e	0,003 3	0,005 9	0,030	0,13	0,34	
	Anthracène ^e	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 ^e	0,003 3	0,006 2	0,043	0,14	0,20	
	Fluoranthène	0,047	0,11	0,45	2,4	4,9	
	Fluorène ^e	0,010	0,021	0,061	0,14	1,2	
	2-Méthylanthracène ^e	0,016	0,020	0,063	0,20	0,38	
	Naphthalène ^e	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	0,015
		DDD* ^f	0,000 35	0,003 5	0,008 5	0,008 5	0,015
		DDE* ^g	0,000 25	0,001 4	0,002 6	0,006 8	0,019
DDT* ^h		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* ⁱ	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.

^a 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.

^b 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 eq. tox./kg).

^c 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).

^d PCDD et PCDF : Dibenz-*p*-dioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés; les valeurs sont exprimées en unités 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.

^e Par défaut les valeurs calculées pour les sédiments marins ont été retenues.

^f 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'*.

^g 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'*.

^h 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'*.

ⁱ 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.