
**Annexe 1 Problématique particulière
des sédiments de la cellule 2**

Les sédiments contaminés de la cellule 2, bien qu'ils représentent une fraction non négligeable du volume total de sédiments contaminés des baies du secteur 103 de la zone portuaire de Montréal (ZPM) ne renferment qu'une infime portion des contaminants totaux en excès des critères choisis et ne représentent qu'un faible risque écotoxicologique. Les paragraphes qui suivent expliquent ces arguments en détail.

1) Masse de contaminants

Un calcul de la masse de contaminants présents en excès des critères établis pour les sédiments a été effectué afin de déterminer l'impact de l'enlèvement des sédiments contaminés sur l'enlèvement des contaminants des baies du secteur 103 de la ZPM. En effet, le gain environnemental du dragage est d'autant plus significatif que les sédiments enlevés sont fortement contaminés, ce qui est le cas des cellules 1 et 3.

Le calcul de la masse de contaminants en excès de la concentration limite inférieure (critère établi pour les sédiments) a été effectué à partir des résultats de la caractérisation des sédiments de Géophysique GPR International (1995) de la manière suivante :

1. Création de la matrice des analyses chimiques;
2. Calcul de la concentration moyenne pondérée des contaminants pour chaque sondage. La pondération considérait l'épaisseur que représentait chacun des échantillons analysés pour un même sondage en fonction de l'épaisseur totale de la couche de sédiments contaminés;
3. Calcul de la grille des concentrations sur l'ensemble des zones à draguer à l'aide du logiciel Surfer, en utilisant la méthode du krigeage. À noter que le nombre restreint de sondages ayant fait l'objet d'analyses induit une certaine erreur dans les calculs en périphérie. Cependant, cette méthode est la plus juste puisqu'elle permet d'extrapoler à l'extérieur des données connues en tenant compte de la variance statistique des concentrations entre les sondages. Pour tenir compte de la barrière physique séparant les baies nord et sud (quai 103), une grille distincte des concentrations a été réalisée pour les cellules 1 et 2 (baie 103 sud) et une autre pour la cellule 3 (baie 103 nord);
4. Les grilles des concentrations sont ensuite masquées (« blanked ») pour ne conserver que l'information pertinente des surfaces utiles aux calculs;
5. La valeur de la concentration limite inférieure est ensuite soustraite des grilles de concentration masquées. La limite inférieure choisie pour fins de calculs correspond

soit à la concentration du seuil d'effets néfastes (SEN, niveau 3) des critères intérimaires de qualité des sédiments (CSL et MENVIQ, 1992), soit au critère C (pour les sols contaminés) du MENV. En effectuant cette étape, on peut évaluer l'impact réel de l'enlèvement des matériaux dragués de même que déterminer l'impact de ne pas draguer certaines sections (p. ex. cellule 2); À noter que pour les paramètres organiques non polaires pour lesquels les critères varient en fonction du carbone organique total (C.O.T.), un ajustement du critère a été effectué préalablement aux calculs afin de tenir compte de la concentration du C.O.T.;

6. Le calcul de la masse de contaminants en excès de la limite inférieure (kg) est effectué en multipliant la concentration corrigée (mg/kg) de chacune des cellules de la grille (obtenue à l'étape 5) par la masse sèche de sédiments qu'elles contiennent (kg), et en multipliant le résultat par 1×10^{-6} pour tenir compte des unités (conversion des mg en kg). Pour leurs parts, les masses sèches de chacune des cellules sont obtenues à partir du volume (m^3) de sédiments qu'elles contiennent (tel que le fait le logiciel Surfer à partir de l'isopaque des sédiments déterminé par Géophysique GPR International (1995), multiplié par la densité de matières sèches *in situ* des sédiments (825 kg/m^3 , à 55 % de matières sèches)¹. La masse totale en excès pour chacun des contaminants est obtenue en effectuant la sommation des masses en excès de chacune des cellules de la grille.

Les résultats de cet exercice sont présentés au tableau 1. On y voit que 96,1 % de la masse des contaminants en excès des limites inférieures (critères établis pour les sédiments) est contenue à l'intérieur des sédiments des cellules 1 et 3. Ainsi, seulement 3,9 % de la masse de contaminants en excès des critères établis pour les sédiments demeureraient en place à l'intérieur des sédiments de la cellule 2; leur enlèvement ne représenterait donc pas de gain environnemental significatif.

Les concentrations en huiles et graisses minérales les plus élevées sont comprises à l'intérieur des sédiments des cellules 1 et 3. Pour les sédiments de la cellule 2, les concentrations sont significativement inférieures aux deux autres cellules.

¹ Par exemple, considérons une cellule caractérisée par une concentration en cuivre de 3 500 mg/kg, une concentration limite inférieure de 86 mg/kg (SEN) et un volume de sédiment de 25 m^3 (surface de 5 m x 5 m et épaisseur de sédiments de 1 m). La masse de contaminant en excès de la limite inférieure serait de : $(3\,500 \text{ mg/kg} - 86 \text{ mg/kg}) * 25 \text{ m}^3 * 825 \text{ kg/m}^3 * 1 \times 10^{-6}$
= 70,4 kg de Cu

2) Risque écotoxicologique et risque pour la faune et la santé humaine

D'après l'analyse en triade effectuée par Beak (1998), il existe un gradient au niveau de la concentration des contaminants, de la communauté benthique et de la toxicité, démontrant une nette détérioration de la qualité du milieu entre les stations de référence (en amont du secteur 103 de la ZPM), la cellule 2, la cellule 1 et la cellule 3. La figure 1 présente les résultats de l'approche triade. D'après Beak (1998), « la cellule 1 (portion sud du bassin sud) est caractérisée par une qualité de sédiments généralement moyenne, tandis que la cellule 2 se caractérise par un substrat plus grossier et de meilleure qualité. Enfin, le bassin nord, appelé cellule 3, contient des sédiments de piètre qualité ... ».

Du point de vue du risque pour la faune et la santé humaine, seules les concentrations de BPC et de mercure pourraient potentiellement entraîner un risque marginal à la santé humaine². D'après le tableau 1, tous les BPC en excès des SEN (Aroclor 1260 et BPC totaux) et 98,1 % du mercure³ seront retirés du milieu, permettant de répondre à cette problématique.

D'après cette interprétation, l'enlèvement des sédiments des cellules 1 et 3 permettrait d'enrayer les principaux éléments nuisibles à la qualité du milieu du secteur 103 ainsi que de diminuer considérablement les risques marginaux pour la faune et la santé humaine identifiés par Beak (1998).

3) Effort de dragage et milieu physique

En considérant le volume total de sédiments contaminés identifiés par Géophysique GPR International (1995) dans les baies du secteur 103 de la ZPM (cellules 1, 2 et 3), le dragage des sédiments contaminés des cellules 1 et 3 représente l'enlèvement de 82 % (évaluation de 1994) du volume total de sédiments contaminés (32 702 m³ sur les 39 814 m³ total, voir tableau 1), représentant un effort considérable. Ainsi, l'absence de restauration des sédiments de la cellule 2 ne laisserait sur place que 18 % du volume total de sédiments contaminés (7 112 m³ sur les 39 814 m³ total, voir tableau 1). Qui plus est, ces sédiments sont moins contaminés que ceux des cellules 1 et 3 (voir section 1).

² Beak (1998) : « ... les concentrations de contaminants préoccupants mesurées dans les sédiments contenus dans les bassins du secteur 103 de la zone portuaire de Montréal n'entraînent pas de risques inacceptables pour la majorité des récepteurs; seules les concentrations de BPC et de mercure pourraient potentiellement entraîner un risque marginal à la santé humaine lié à une consommation considérable de poissons de ce secteur. »

³ Dans le cas du mercure, 1,9 % de la masse en excès du SEN (1 mg/kg) demeurerait en place dans les sédiments de la cellule 2. Cette valeur ne serait pas représentative et surestimerait la réalité puisque la masse de mercure en excès proviendrait majoritairement d'un échantillon analysé (échantillon B-49A.1 : 1,74 mg/kg). Il s'agirait donc plutôt d'un effet de pépité.

D'après l'étude de Géophysique GPR International (1995), l'épaisseur des sédiments contaminés est approximativement de l'ordre du mètre pour la cellule 1 (zones 1 à 3 de GPR) et la cellule 3 (zones 6 et 7 de GPR) tandis qu'elle n'est que de 0,3 m (zone 5 de GPR) à 0,55 m (zone 4 de GPR) pour la cellule 2. En considérant le dragage mécanique des sédiments, la faible épaisseur des sédiments contaminés de la zone 5 de GPR (représentant 89 % ou 9 900 m² de la surface de dragage de la cellule 2) et la présence de roc sous-jacent aux sédiments contaminés à cet endroit, certains problèmes techniques pourraient survenir lors de la récupération d'une portion de ces sédiments lors du dragage.

4) Coûts

Les coûts du dragage et de la restauration des sédiments contaminés des cellules 1 et 3 ont été évalués à 6,9 M \$ d'après le scénario d'intervention retenu. L'inclusion des sédiments de la cellule 2 au projet de restauration nécessiterait une somme additionnelle évaluée à 1,79 M\$ (incluant le dragage, l'entreposage temporaire, l'assèchement en couche mince sur une surface d'assèchement, le biotraitement et l'élimination subséquente), somme qui n'apparaît pas justifiée pour le Groupe de restauration.

Tableau 1 : Répartition des masses de contaminants en excès de la concentration limite inférieure selon les divisions de Beak

Paramètres	Cellule/Volume ¹ /Masse ²							Concentration limite inférieure (mg/kg) ³	
	C1 + C2 + C3		C1		C2		C3		
	V ¹ = 39 814 m ³		V ¹ = 16 096 m ³		V ¹ = 7 112 m ³		V ¹ = 16 606 m ³		
	Masse totale (kg)	Masse (kg)	%	Masse (kg)	%	Masse (kg)	%		
INORGANIQUES									
Arsenic	859,4	0,0	0,0	0,0	0,0	859,4	100,0	17 (SEN)	
Cadmium	6,9	1,1	16,3	0,0	0,0	5,8	83,7	3 (SEN)	
Chrome	9370,3	228,8	2,4	0,0	0,0	9141,5	97,6	100 (SEN)	
Cuivre	65440,5	1048,0	1,6	214,5	0,3	64178,0	98,1	86 (SEN)	
Mercuré	8,8	2,5	28,4	0,2	1,9	6,1	69,6	1 (SEN)	
Nickel	7639,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7639,4	100,0	61 (SEN)	
Plomb	169,9	0,1	0,1	0,0	0,0	169,8	99,9	170 (SEN)	
Sélénium	2548,0	5,0	0,2	0,0	0,0	2543,0	99,8	10 (Critère C)	
Zinc	2416,1	33,3	1,4	0,0	0,0	2382,8	98,6	540 (SEN)	
ORGANIQUES									
Huiles & Graisses Minérales	233803	64509,5	27,6	803,6	0,3	168490,0	72,1	5 000 (Critère C)	
HAP									
Naphtalène	39,8	9,7	24,5	0,17	0,4	29,9	75,1	0,6 * C.O.T. (SEN)	
Phénanthrène	488,8	162,1	33,2	45,2	9,3	281,5	57,6	0,8 * C.O.T. (SEN)	
Benzo(a)anthracène	71,7	25,1	35,0	14,6	20,4	32,0	44,6	0,5 * C.O.T. (SEN)	
Benzo(a)pyrène	1,9	1,9	99,8	0,003	0,2	0,0	0,0	0,7 * C.O.T. (SEN)	
Chrysène	8,0	7,9	99,0	0,08	1,0	0,0	0,0	0,8 * C.O.T. (SEN)	
Fluoranthène	1,4	1,2	83,6	0,23	16,4	0,0	0,0	2,0 * C.O.T. (SEN)	
Pyrène	65,4	33,8	51,7	16,1	24,6	15,5	23,7	1,0 * C.O.T. (SEN)	
BPC									
Aroclor 1248 ⁴	-	-	-	-	-	-	-	0,6 * C.O.T. (SEN)	
Aroclor 1254 ⁴	-	-	-	-	-	-	-	0,3 * C.O.T. (SEN)	
Aroclor 1260 ⁵	non-calculée	non-calculé	0,0	non-calculée	0,0	non-calculé	100,0	0,2 * C.O.T. (SEN)	
BPC totaux ⁵	non-calculée	non-calculé	0,0	non-calculée	0,0	non-calculé	100,0	1,0 * C.O.T. (SEN)	
Importance relative (%) de la contamination de chacune des cellules⁶			26,6		3,9		69,5		

Notes :

¹ D'après l'épaisseur des sédiments (isopaque) déterminée par GPR (1995).

² Le terme Masse fait référence à la masse de contaminant en excès de la concentration limite inférieure, d'après l'évaluation de la concentration moyenne pondérée se basant sur les résultats de la caractérisation des sédiments effectuée par GPR (1995).

³ **SEN:** d'après la liste des Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du St-Laurent, Centre St-Laurent, mai 1992.

Critère C: d'après la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, MENV 1998, rév. 2001.

⁴ Aucune analyse ne dépasse la concentration limite inférieure (SEN * % C.O.T.).

⁵ Tous les dépassements de la concentration limite inférieure (SEN * % C.O.T.) ont été observés dans la cellule 3.

⁶ **L'importance relative (%) de la contamination de chacune des cellules** a été déterminée en effectuant la moyenne du % de la masse que représente chacun des contaminants en excès de la concentration limite inférieure (critères SEN ou C).