



environnement illimité inc.
consultants en écologie et environnement

IF 50.05

99/40

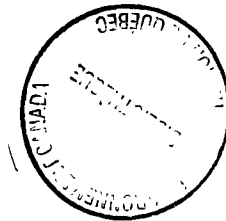
3600203D

TD
427
.533
C41
1990

G.L.

**CARACTÉRISATION DE LA QUALITÉ
DES SÉDIMENTS
DU PORT DE MONTRÉAL**

**RAPPORT FINAL
PROJET #8-3299**



PRÉSENTÉ À

**ENVIRONNEMENT CANADA
CONSERVATION ET PROTECTION
RÉGION QUÉBEC**

PAR

**Catherine Chauvin, ing
ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC.**

LE 18 JUIN 1990

SOMMAIRE

L'objectif de la présente étude est de caractériser la nature, l'étendue et le degré de contamination des sédiments, dans les limites du port de Montréal (depuis le pont Victoria jusqu'à la section 115, incluant les aires de mouillage) et prioriser les secteurs d'intervention dans la perspective d'un plan de décontamination.

En juin 1989, des sédiments de surface ont été échantillonnés à deux cents stations; les prélèvements ont été utilisés pour préparer quarante-deux échantillons composés représentatifs de zones relativement homogènes. Les teneurs en métaux lourds et en contaminants organiques ont été analysées en laboratoire. Un contrôle externe de qualité des analyses a été effectué de façon à évaluer la précision et l'exactitude des résultats obtenus.

Les résultats des analyses granulométriques illustrent les conditions hydrologiques des différentes zones du port, et démontrent l'influence des apports en eaux usées municipales dans les aires de dépôt (fortes teneurs en matières organiques). La composition minéralogique des sédiments reflète la prédominance des minéraux en provenance de la rivière des Outaouais. La présence des roches sédimentaires des basses terres de Saint-Laurent est associée aux zones de transport.

L'analyse des contaminants révèle que l'ensemble de la zone d'étude est contaminé en mercure, plomb, zinc, cuivre, huiles et graisses et biphényles polychlorés. La répartition spatiale de ces contaminants présente une corrélation statistiquement significative, ce qui indique les contaminants sont probablement associés aux mêmes sources.

Dans plusieurs secteurs, les teneurs sont de beaucoup supérieures aux critères d'évaluation de la qualité des sédiments pour le rejet en eaux libres des matériaux de dragage (critères d'Environnement Canada, 1978 et 1989). Les teneurs sont généralement plus élevées dans la partie amont du territoire, et décroissent graduellement vers l'aval. Des sources de contamination locale en cadmium, en arsenic et en HAP ont également été identifiées.

Les zones les plus contaminées sont les bassins situés en amont de la pointe de la Cité-du-Havre, le bassin de la MIL Vickers, et la zone des terminaux pétroliers. Ces zones ont été définies comme des secteurs prioritaires d'intervention dans la perspective d'un plan de décontamination.

TABLE DES MATIERES

	Page
LISTE DES PARTICIPANTS.....	ii
SOMMAIRE.....	iii
TABLE DES MATIERES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
 INTRODUCTION.....	 1
 1. DÉFINITION DE LA PROBLÉMATIQUE	
1.1 Description du territoire.....	3
1.2 Description des processus hydrodynamiques.....	6
1.3 Description des apports en polluants.....	9
1.3.1 Apports des Grands Lacs.....	9
1.3.2 Apports de la rivière des Outaouais	10
1.3.3 Apports urbains et industriels.....	11
1.4 Description des zones d'intervention.....	20
 2. MÉTHODOLOGIE	
2.1 Échantillonnage.....	24
2.1.1 Plan d'échantillonnage.....	24
2.1.2 Activités d'échantillonnage.....	27
2.2 Préparation des échantillons composés	32
2.3 Méthodes analytiques.....	33
2.3.1 Granulométrie.....	33
2.3.2 Paramètres globaux	34
2.3.3 Paramètres inorganiques.....	35
2.3.4 Paramètres organiques.....	38
2.4 Contrôle de qualité des analyses chimiques	42

TABLE DES MATIERES

(suite)

3.	RÉSULTATS	
3.1	Présentation des résultats.....	43
3.2	Validation des résultats	48
3.3	Traitement analytique	
3.3.1	Granulométrie.....	49
3.3.2	Paramètres globaux	51
3.3.3	Paramètres inorganique.....	56
3.3.4	Paramètres organiques.....	73
3.4	Discussion.....	79
4.	PRIORISATION DES SECTEURS D'INTERVENTION	
4.1	Évaluation des impacts.....	84
4.2	Priorisation.....	88
	RECOMMANDATIONS.....	89
	RÉFÉRENCES.....	92
	ANNEXE 1 - CONTROLE DE QUALITÉ DES ANALYSES CHIMIQUES	
	ANNEXE 2 - RAPPORTS DE LABORATOIRES - PARAMETRES INORGANIQUES	
	ANNEXE 3 - RAPPORTS DE LABORATOIRES - PARAMETRES ORGANIQUES	
	ANNEXE CARTOGRAPHIQUE	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	Volumes moyens annuels de dragage d'entretien effectués par le port de Montréal (basé sur la période 1984-1988)	5
Tableau 1.2	Limites géographiques des zones d'intervention	8
Tableau 1.3	Identification des émissaires localisés sur le territoire du port de Montréal.....	15
Tableau 2.1	Identification des zones, des bassins et des échantillons de sédiments prélevés sur le territoire du port de Montréal, en juin 1989	26
Tableau 2.2	Limites de détection obtenues pour les paramètres inorganiques	37
Tableau 3.1	Résultats d'analyse des sédiments du port de Montréal, pour les paramètres inorganiques, les paramètres globaux et les fractions granulométriques.....	45
Tableau 3.2	Résultats d'analyse des sédiments du port de Montréal, pour les paramètres organiques.....	46
Tableau 3.3	Comparaison des critères d'évaluation de la qualité des sédiments pour différents organismes	47
Tableau 4.1	Synthèse des critères pertinents à la priorisation des zones d'intervention pour la décontamination des sédiments du port de Montréal	88

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1	Fractions granulométriques des échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.....	50
Figure 3.2	Pourcentages de matières organiques totales (MOT) mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. Les teneurs en eau mesurées par les deux laboratoires sous-contractants sont présentés à la figure du bas.....	52
Figure 3.3	Teneurs en huiles et graisses totales, en huiles et graisses minérales et en huiles et graisses d'origine non-minérale (huiles et graisses organiques) mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.....	54
Figure 3.4	Corrélations entre les teneurs en huiles et graisses, les fractions limon et argile et la matière organique dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.....	55
Figure 3.5	Teneurs en cadmium et en mercure mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal	58
Figure 3.6	Corrélations entre les teneurs en mercure, les fractions limon et argile, la matière organique totale et les huiles et graisses totales	59
Figure 3.7	Teneurs en plomb, zinc et cuivre mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal	61
Figure 3.8	Corrélation entre les teneurs en plomb, zinc et cuivre dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.....	62
Figure 3.9	Teneurs en chrome, cobalt et nickel mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal	64
Figure 3.10	Corrélation entre les teneurs en chrome, nickel et cuivre dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal	65

LISTE DES FIGURES

(suite)

Figure 3.11	Teneurs en arsenic et en sélénium mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal66
Figure 3.12	Corrélation entre les teneurs en fer, vanadium et titane dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal69
Figure 3.13	Corrélation entre les teneurs en fer et en manganèse dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. La corrélation entre la fraction limon et les teneurs en fer est présentée à la figure du bas.....70
Figure 3.14	Corrélation entre les teneurs en aluminium, titane, magnésium et bore dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal71
Figure 3.15	Corrélation entre les teneurs en calcium et en strontium dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. La corrélation entre la fraction gravier et les teneurs en calcium est présentée à la figure du bas.....72
Figure 3.16	Teneurs en Aroclor 1254 et 1260 mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. Le niveau de contamination des sédiments par rapport au critère de Vigneault est présenté à la figure du bas.....74
Figure 3.17	Corrélation entre les teneurs en BPC totaux, en matières organiques et en huiles et graisses dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal75
Figure 3.18	Teneurs en HAP totaux, en HAP de faible poids moléculaire et en HAP de poids moléculaire élevé mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal77
Figure 3.19	Corrélation entre les teneurs en HAP totaux, matières organiques et huiles et graisses mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal78

INTRODUCTION

Les activités de la Phase I (Inventaire et priorisation) du volet Restauration du Plan d'action Saint-Laurent ont permis d'identifier le port de Montréal comme secteur d'intervention prioritaire. La présente étude s'inscrit dans les activités de partie II de ce volet et vise la caractérisation de la qualité des sédiments dans les limites du port de Montréal. Ces activités permettront de prioriser les secteurs d'interventions dans la perspective d'un plan de décontamination, et d'orienter les activités des phases subséquentes soit le Plan d'Intervention (phase III), le Nettoyage (phase IV) et le Monitoring et suivi (phase V).

Les objectifs de l'étude présentée sont de caractériser la nature, l'étendue et le degré de contamination des sédiments dans les limites du port. L'approche utilisée a permis d'aborder la problématique de décontamination en tenant compte de la dynamique sédimentaire, de l'évolution des apports en polluants et de l'impact sur le milieu des sites aquatiques contaminés.

Dans le premier chapitre, nous présentons les informations recueillies pour élaborer le plan d'échantillonnage des sédiments de surface du port de Montréal. Ces informations comprennent une description du territoire à l'étude, une description des processus de transport et de déposition des polluants, la localisation des sites aquatiques contaminés reconnus et une description des apports en polluants. À l'aide des informations recueillies, neuf zones d'intervention ont été définies. Ces zones regroupent des secteurs pour lesquels les infrastructures portuaires, les processus d'écoulement et les apports en polluants sont similaires.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons la stratégie élaborée pour l'échantillonnage des sédiments, la méthodologie utilisée et les résultats des travaux effectués sur le terrain. Une description des procédures de laboratoire employées pour la préparation des échantillons composés de sédiments et les analyses physico-chimiques est présentée. Les procédures suivies dans le cadre du contrôle de qualité des analyses chimiques sont discutées.

Dans le troisième chapitre, nous présentons les résultats obtenus des laboratoires sous-traitants. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux synthèses et sous forme cartographique. Une analyse graphique et statistique des concentrations en contaminants mesurées dans les sédiments prélevés est présentée. Cette analyse permet de dégager certaines tendances observées quant à l'influence de la dynamique sédimentaire, des activités portuaires, des activités industrielles et des apports associés aux rejets municipaux sur la nature et le degré de contamination des sédiments.

Dans le quatrième chapitre, nous présentons une brève analyse des différents éléments pertinents à la priorisation des secteurs d'intervention, dans la perspective d'un plan de décontamination. Quatre zones d'intervention prioritaires sont ainsi définies, en fonction de la nature et du degré de contamination des sédiments, de l'impact des sites aquatiques contaminés sur le milieu (physique, biologique et humain), de la dynamique sédimentaire, de l'évolution des apports en polluants et de l'utilisation projetée des infrastructures portuaires.

Finalement, des recommandations générales quant à l'élaboration d'une stratégie d'intervention pour la décontamination des zones prioritaires sont formulées.

1.0 DÉFINITION DE LA PROBLÉMATIQUE

Ce chapitre présente les informations recueillies pour élaborer le plan d'échantillonnage des sédiments du port de Montréal. Ces informations comprennent une description du territoire à l'étude, une description des processus de transport et de déposition des polluants, la localisation des sites aquatiques contaminés reconnus, et une description des apports en polluants (sections 1.1, 1.2 et 1.3).

À l'aide des informations recueillies, neuf zones d'intervention ont été définies. Ces zones regroupent des secteurs pour lesquels les infrastructures portuaires, les processus d'écoulement, et les apports en polluants sont similaires. Une description de chacune de ces zones est présentée à la section 1.4.

1.1 DESCRIPTION DU TERRITOIRE

LIMITES TERRITORIALES

Les limites juridiques du port de Montréal s'étendent du pont Victoria jusqu'à la paroisse de Saint-Joseph de Sorel. Sur l'île de Montréal, les installations portuaires couvrent une superficie d'environ 150 hectares; le territoire, de forme étroite et allongée, s'étend sur une quinzaine de kilomètres en bordure du fleuve. Les activités portuaires proprement dites occupent seulement 60% de la superficie disponible, car une partie du territoire est constituée d'espaces verts (Promenade Bellerive) ou d'aménagements à vocation récréative et touristique (Vieux-Port). Le territoire à l'étude s'étend du pont Victoria à la section 115, incluant les aires de mouillages.

INFRASTRUCTURES PORTUAIRES

De par sa situation géographique privilégiée, le port de Montréal est le site d'un trafic maritime important (environ 22 millions de tonnes de marchandises en 1987). Les infrastructures portuaires englobent cinq terminaux à conteneurs, deux élévateurs à grain, un silo d'entreposage de ciment, des aires ouvertes pour la manutention des vrac solide et liquide, une vingtaine de hangars de transit, et plusieurs postes à quai. Les infrastructures comprennent également une douzaine de garages pour l'entretien des équipements, ainsi que plusieurs restaurants, cantines et salles de repos. Quelques sections du Port sont occupées en permanence par des industries privées.

GESTION DES OPÉRATIONS MARITIMES

La gestion des opérations maritimes et des accès aux installations portuaires est assurée à la fois par la Garde Côtière et la société du port de Montréal. La Garde Côtière a juridiction sur le chenal maritime et les aires de mouillage, tandis que la société portuaire a juridiction sur une bande de 30 m de large, à partir de la face des quais. Les deux organismes doivent s'assurer que la profondeur des eaux est respectée à l'intérieur de ces limites.

ENTRETIEN DES AIRES DE NAVIGATION ET D'ACCOSTAGE

Le port de Montréal effectue à chaque année des sondages près de la face des quais afin d'identifier la présence de débris ou de haut-fonds constituant une entrave à la navigation. Le volume de dragage moyen, basé sur la période 1984-1988, est d'environ 5000 m³/an.

Des données relatives au volume de dragage d'entretien ont été obtenues des autorités du Port de Montréal (pour la période 1984-1988). Ces données ont été regroupées en fonction des neufs zones d'intervention définies à la section 1.4 et sont présentées au tableau 1.1.

De façon générale, les matériaux dragués près de la face des quais sont constitués de rebuts associés aux activités de transbordement et à l'opération et l'entretien des installations portuaires (rebut métalliques, débris, câbles d'acier, ferraille, blocs de béton, gravier, etc.).

Il est à noter que la zone du Vieux-Port (zone 2), qui constitue une des zones de sédimentation les plus importantes du territoire, n'a pas fait l'objet de dragage d'entretien depuis 1984. Les données présentées au tableau 1.1 montrent également qu'au delà de 40% du volume annuel moyen de dragage est effectué à l'intérieur des limites de la zone 6, soit pour l'entretien des aires d'accès aux terminaux à conteneurs.

La Garde Côtière effectue également à chaque année des relevés bathymétriques afin de vérifier si la débâcle a entraîné le déplacement de roches ou de débris à l'intérieur des limites de la voie navigable. Des contrats de dragages sont accordés environ tous les cinq ans; les volumes varient mais sont toujours très faibles (<1000 m³). Aucun dragage important n'a été effectué depuis 1975.

Tableau 1.1 Volumes moyens annuels de dragages d'entretien effectués par le Port de Montréal (basés sur la période 1984-1988).

ZONE	Bassin ou Infrastructures	Poste à qual ou section	Volume (m3)	Remarque
1 Cité-du-Havre	Bassin Bickerdike	M1 à M6	300	Pierres, vase, débris
	Bassin Windmill	B4 à B8, 4 à 10	650	Roches, gravier, sable, vase, débris
	Chenal maritime		-	-
2 Vieux-Port	Bassin de la Gare maritime	11, 12, H3, H5	-	Dernier nettoyage en 1984
	Bassin de la Jetée No 1	H4, H6, H7, H9	-	Dernier nettoyage en 1984
	Bassin du quai Jacques Cartier	H8, H10, 16o, 16	-	Dernier nettoyage en 1984
	Bassin de l'Horloge	21, 22, 23, 24	-	Dernier nettoyage en 1984
3 Marchandises générales	Quais et hangars	Sect. 24 à 43se	650	Gravier, pierres, sable, rebuts métalliques
4 Vrac solide	Bassin de la Jetée Laurier (est)	44s	65	Pierres, vase, câbles d'acier
	Bassin de la Jetée Tarte (est)	44n, 45, 46se	250	Pierre, vase
	Bassin de la Jetée Sutherland (est)	48	300	Vase, sable, débris
5 Vickers	Hangars, élévateur à grain	49 à 55	50	Blocs de béton, câbles d'acier, débris
	Bassin de l'élévateur à grain	56	-	-
	MIL Vickers (désaffecté)	56e, 56s, 57s	175	Gravier, pierres, sable, vase
	Vrac solide	57n, 58, 59	200	Gravier, pierres, vase, câbles d'acier
	Terminal Racine (conteneurs)	60 à 62	125	Grosses pierres, gravier, sable, rebuts métalliques, câbles d'acier
6 Terminaux à conteneurs	Terminaux à conteneurs	64 à 80	2250	Grosses pierres, blocs de béton, gravier, sable, câbles, débris
7 Promenade Bellerive	Parc	81 à 93	-	-
8 Terminaux pétroliers	Sections 93 à 102e	94 à 102e	200	Grosses roches, gravier, sable, débris
	Baie de Esso	102o, 103s	25	Vase
	Baie de Shell	103n, 104	-	-
	Terminal d'Ultramar	105, 106e	60	Grosses roches, gravier, sable, débris
	Baies	106, 107, 108	-	-
	Terminal de Pétro-Canada	109, 110e	-	-
	Baie de Pétro-Canada	110o	-	-
	Parc du Vieux Moulin	112, 113, 114	-	-
	Quai Marien	115	-	-
9 Aires de mouillage	Longueuil	-	-	-
	Montréal-Est	-	-	-
	Pointe-aux-Trembles	-	-	-

MOYENNE ANNUELLE TOTALE: ~5300 m3/an

1.2 DESCRIPTION DES PROCESSUS HYDRODYNAMIQUES

Cette section comprend une description des processus d'écoulement des eaux du fleuve et de la rivière des Outaouais, dans la région de Montréal, ainsi que l'identification des zones de transport et de déposition dans le territoire du port.

COULOIRS D'ÉCOULEMENT

Le regroupement des données hydrodynamiques obtenues jusqu'à maintenant montre que l'eau du fleuve Saint-Laurent n'est pas homogène. En effet, le chenal maritime constitue la principale voie d'écoulement des eaux en provenance des Grands Lacs, tandis que les eaux et les sédiments transportés par les affluents sont rabattus le long des rives. Le mélange graduel des différentes masses d'eau varie alors en fonction de la bathymétrie, les vitesses de courant et les débits (Hydrotech, 1989).

La rive ouest de l'île de Montréal est caractérisée par la rencontre de plusieurs masses d'eau importantes à débit variable, soit les eaux en provenance des Grands Lacs par les centrales Beauharnois et Les Cèdres, et les eaux en provenance de la rivière des Outaouais par les chenaux Sainte-Anne et Vaudreuil. Ces eaux transitent dans le lac Saint-Louis, les rapides de Lachine et le bassin de Laprairie avant d'emprunter la partie du couloir fluvial comprise dans le territoire à l'étude.

À la hauteur du pont Jacques-Cartier on distingue, à partir de l'île de Montréal vers la rive sud, les couloirs d'écoulement suivants:

- eaux de la rivière des Outaouais en provenance du chenal Sainte-Anne;
- eaux de mélange de la rivière des Outaouais en provenance du chenal Sainte-Anne et du chenal Vaudreuil;
- eaux de mélange de la rivière des Outaouais et du fleuve;
- eaux du fleuve en provenance des Grands Lacs;
- eaux de mélange du fleuve et de la rivière Chateauguay.

Les différentes masses d'eau observées dans ces couloirs d'écoulement ne sont pas stables et varient en fonction du temps et de l'espace, selon les variations saisonnières et annuelles des débits et des apports solides. La distribution transversale des couloirs de mélange peut donc être très différente en période de crue, d'étiage ou de module intermédiaire.

ZONES DE TRANSPORT ET DE DÉPOSITION

De façon générale, les caractéristiques physiques du couloir fluvial font en sorte que le centre du fleuve représente une zone de transport, tandis que l'approche des rives représente des zones de déposition et d'accumulation de polluants. Les zones intermédiaires sont soumises à un jeu de déposition et d'érosion qui varie en fonction des charges sédimentaires et des débits saisonniers ou annuels (Hydrotech, 1989).

Dans la région du port de Montréal les vitesses de courant sont relativement élevées, à cause du rétrécissement du couloir fluvial à la sortie du bassin Laprairie. D'après l'intensité des écoulements, le potentiel de déposition dans le secteur est faible, sauf dans les régions abritées. Les zones de transport, i.e. à l'intérieur desquelles il n'y a pas ou peu de sédimentation naturelle, correspondent aux secteurs pour lesquels l'alignement des quais est parallèle au cours principal du fleuve. Les zones de déposition et d'érosion sont localisées dans les zones de remous et de contre-courant. Les zones de déposition et d'accumulation sont localisées en retrait du courant principal, comme par exemple dans les baies et les bassins.

La pointe de la Cité-du-Havre a été aménagée au début du siècle dans le but de protéger le secteur du Vieux-Montréal contre les effets des crues et des glaces. Les bassins localisés en amont de la pointe sont isolés du cours principal du fleuve et constituent une large zone d'eaux calmes. Les solides en suspension et les contaminants provenant de sources locales sont confinés à l'intérieur de la zone et s'accumulent au fond des bassins. L'ensemble de ces bassins constitue la zone de déposition la plus importante du territoire.

En aval de la pointe de la Cité-du-Havre, l'alignement des quais et les changements d'orientation du cours principal du fleuve entraînent la formation de remous et de contre-courants. Quelques zones de déposition et d'accumulation des polluants sont localisées dans les secteurs abrités. Les aires de déposition et d'érosion sont localisées près des zones d'écoulement turbulent, ce qui favorise la remise en suspension et la dispersion de la matière déposée.

Le territoire à l'étude a été divisé en neuf zones d'intervention regroupant des secteurs pour lesquels les processus d'écoulement sont similaires. Les types d'écoulement associés à chacun des bassins, à l'intérieur de ces zones, sont indiqués au tableau 1.2. Les zones de déposition et d'accumulation des polluants sont associées aux écoulements lents, les zones de déposition et d'érosion aux écoulements turbulents et les zones de transport aux écoulements rapides. Une description complète de chacune des zones est présentée à la section 1.4.

Tableau 1.2 Limites géographiques des zones d'intervention
(les zones sont décrites dans le texte et localisées sur l'annexe cartographique)

ZONE	Bassin ou Infrastructures	Poste à quai ou section	Écoulement*
1 Cité-du-Havre	Bassin Bickerdike Bassin Windmill Chenal maritime	M1 à M6 B4 à B8, 4 à 10 pointe de la Cité-du-Havre	très lent lent turbulent
2 Vieux-Port	Bassin de la Gare maritime Bassin de la Jetée No 1 Bassin du quai Jacques Cartier Bassin de l'Horloge	11, 12, H3, H5 H4, H6, H7, H9 H8, H10, 16o, 16 21, 22, 23, 24	très lent très lent très lent très lent
3 Marchandises générales	Quais et hangars	24 à 43se	rapide
4 Vrac solide	Bassin de la Jetée Laurier (est) Bassin de la Jetée Tarte (est) Bassin de la Jetée Sutherland (est)	44s 44n, 45, 46se 48	turbulent turbulent turbulent
5 Vickers	Hangars, élévateur à grain Bassin de l'élévateur à grain MIL Vickers (désaffecté) Vrac solide Terminal Racine (conteneurs)	49 à 55 56 56, 56e, 56s, 57s, 57n 57n, 58, 59 60 à 62	rapide lent lent turbulent rapide
6 Terminaux à Conteneurs	Terminaux à conteneurs	64 à 80	rapide
7 Promenade Bellerive	Parc	81 à 93	lent
8 Terminaux Pétroliers	Terminaux pétroliers Baie de Esso Baie de Shell Terminal d'Ultramar Baies Terminal de Pétro-Canada Baie de Pétro-Canada Parc du Vieux Moulin Quai Marien	94 à 102e 102o, 103s 103n, 104 105, 106e 106, 107, 108 109, 110e 110o 112, 113, 114 115	rapide lent lent rapide lent rapide lent lent lent
9 Aires de mouillage	Longueuil Montréal-Est Pointe-aux-Trembles	- - -	rapide rapide rapide

* Écoulement très lent ou lent : zone d'accumulation et de déposition
Écoulement turbulent : zone de déposition et d'érosion
Écoulement rapide : zone de transport

1.3 DESCRIPTION DES APPORTS EN POLLUANTS

Cette section présente une description sommaire des apports en polluants dans la zone d'étude. Étant donné le peu de données disponibles relatives à la nature des polluants, la qualité des suspensoïdes et les interactions entre l'eau (phase dissoute) et les sédiments (phase particulaire), les informations présentées sont d'ordre qualitatifs.

Les documents consultés comprennent une étude effectuée en 1984 par la firme BCPTA pour Environnement Canada, des documents fournis par les autorités du port de Montréal et de la Communauté Urbaine de Montréal, un rapport présenté par Germain et Janson pour Environnement Canada (1984) et une étude effectuée par Hydrotech (1989).

À l'intérieur de la zone d'étude, les principales sources de polluants correspondent aux apports en eaux usées et de ruissellement issues du territoire du port de Montréal et de la CUM, et aux apports en polluants reliés aux eaux du fleuve et de la rivière des Outaouais. Les retombées atmosphériques (poussières, hydrocarbures, métaux lourds, etc.) peuvent également contribuer à la contamination des eaux portuaires et des aires de déposition.

1.3.1 Apports des Grands Lacs

À la sortie du lac Ontario, la concentration de matières en suspension dans les eaux en provenance des Grands Lacs est très faible: la valeur médiane à Cornwall est 3 mg/l. De plus, sur le territoire québécois, le fleuve Saint-Laurent contribue peu à l'accroissement naturel de la charge sédimentaire, à cause de sa morphologie et de la nature originale de ses fonds (Hydrotech, 1989).

L'ensemble des relevés montre que les concentrations en sédiments en suspension sont en général assez faibles en amont du lac Saint-Pierre, soit inférieures en moyenne à 10 mg/l. Dans la région de Montréal, les concentrations moyennes en solides en suspension sont de 4 mg/l au centre du couloir fluvial (Germain et Janson, 1984).

Les apports en polluants reliés aux eaux du fleuve, sur le territoire du port, seraient donc négligeables dans la phase particulaire. La charge de contaminants transportés par le fleuve dans la phase dissoute pourrait cependant être importante, notamment en composés organochlorés, en plomb et en zinc (Hydrotech, 1989).

1.3.2 Apports de la rivière des Outaouais

La rivière des Outaouais est le principal tributaire du fleuve Saint-Laurent dans le tronçon Cornwall-Québec, avec un apport relatif de 36% sur l'ensemble des affluents. À titre de comparaison, le débit de la rivière des Outaouais est d'environ 2000 m³/s à l'entrée du lac des Deux-Montagnes, tandis que celui du fleuve est d'environ 8000 m³/s à l'entrée du lac Saint-François.

Contrairement au fleuve Saint-Laurent, pour lequel la variation du débit est relativement faible, le débit de la rivière des Outaouais peut augmenter considérablement en période printannière. Pendant la période de crue extrême d'avril 1976, par exemple, le débit de la rivière était supérieur à celui du fleuve et a atteint 8190 m³/s.

La rivière des Outaouais constitue une source importante d'apports en solides en suspension dans la région de Montréal. Les particules ont toutefois tendance à sédimenter dans les secteurs lacustres (lac Saint-Louis et bassin Laprairie), en amont du territoire du port de Montréal. Il est à noter qu'entre 60% et 70% de la charge sédimentaire est véhiculée en période de crue.

Les eaux de la rivière des Outaouais sont caractérisées par un apport considérable en éléments nutritifs. Les rejets urbains (bassin de population d'environ 2 millions de personne), les rejets des industries des pâtes et papiers et les rejets associés aux activités agricoles en sont responsables.

Les données de l'eau et des sédiments de fond démontrent cependant que la rivière des Outaouais semble constituer un milieu beaucoup moins contaminé, tant dans sa phase dissoute que particulaire, que ne l'est le fleuve Saint-Laurent dans le tronçon international (Hydrotech, 1989, p.149).

1.3.3 Apports urbains et industriels

La géométrie allongée du territoire et la proximité d'un cours d'eau récepteur ont favorisé le développement de réseaux d'égouts à émissaires multiples pour l'évacuation des eaux usées. Plus d'une centaine d'émissaires de type pluvial, sanitaire, domestique, industriel ou unitaire ont été localisés sur le territoire du port. La liste des émissaires inventoriés est présentée au tableau 1.3. Les émissaires les plus importants ont été numérotés et localisés sur l'annexe cartographique.

RÉSEAUX D'ÉGOUTS

De façon générale, les eaux usées issues du territoire du port de Montréal et de la Communauté Urbaine de Montréal (CUM) sont déversées au fleuve à travers des réseaux d'égouts de type combiné. L'importance relative des apports en eaux usées sanitaires, domestiques et industrielles varie toutefois d'un secteur à l'autre, en fonction de la localisation des quartiers résidentiels et des secteurs d'activités commerciales et industrielles.

Le réseau de la CUM englobe certains secteurs pour lesquels les infrastructures de collecte des eaux usées et de ruissellement sont en partie désuètes. Plusieurs conduites ont été abandonnées au cours des années lors de travaux de réaménagements ou d'entretien, par exemple dans les secteurs du centre-ville, du Vieux Montréal et de l'embouchure du canal Lachine. Une bonne partie du débit intercepté par les réseaux d'égouts existants est donc due à l'infiltration, dans cette région de la zone d'étude.

Sur le territoire du port proprement dit, l'opération et l'entretien du réseau de la CUM peut être difficile, à cause de la forte dénivellation entre les infrastructures de collecte et les points de déversement au fleuve. Aussi, presque la totalité du réseau d'égouts du port de Montréal est localisée à un niveau plus bas que celui projeté pour l'intercepteur sud de la CUM, et certaines conduites ont été construites en dessous du niveau d'eau moyen du fleuve (conduites submergées).

L'échéancier révisé de mise en opération des l'intercepteur sud-est de la CUM est échelonné sur la période printemps 1990 - automne 1991. Des travaux sont actuellement en cours pour établir les modalités de raccordement du réseau d'égout du port de Montréal à celui de la CUM.

REJETS ISSUS DU TERRITOIRE DU PORT DE MONTRÉAL

Les eaux usées et de ruissellement issues du territoire du port de Montréal (au sud de la rue Notre-Dame) sont déversées au fleuve à travers une soixantaine de petits émissaires. Les infrastructures de collecte et les exutoires sont de faible diamètre, car la population desservie et la superficie du territoire sont relativement restreintes.

Les eaux usées domestiques issues des bâtiments du port (ateliers, garages, bureaux, restaurants, etc.) sont chargées en matières solides et en huiles et graisses. Les eaux provenant du drainage des aires de manutention et des sites d'entreposage à aire ouverte (sel, coke, minerai, ferraille, etc.) sont chargées en solides en suspension, en solides dissous et en sels.

Les eaux usées d'une vingtaine d'industries localisées sur le territoire du port de Montréal ou près de la rue Notre-Dame sont rejetées directement au fleuve; ces sources ponctuelles représentent généralement des apports considérables en contaminants organiques et inorganiques. La majorité des émissaires industriels sont localisés dans le bassin Windmill (secteur alimentaire), le bassin de la MIL Vickers (métallurgie) et la zone des terminaux pétroliers (métallurgie et pétrochimie).

Le déversement des eaux usées issues du port de Montréal n'a pas beaucoup d'influence sur la qualité globale des eaux, dans ce secteur du couloir fluvial, mais peut contribuer à la contamination locale des suspensoïdes et de la matière accumulée dans les zones de déposition.

REJETS ISSUS DU TERRITOIRE DE LA CUM

Les eaux de ruissellement d'une partie importante du territoire de la CUM sont rejetées au fleuve, dans les limites de la zone d'étude. Le territoire drainé s'étend de la rue McGill au boulevard Saint-Jean-Baptiste, entre la rue Notre-Dame et le boulevard Métropolitain. La superficie du territoire est $\sim 100 \text{ km}^2$ (10000 ha), ce qui correspond à environ 60 fois celle du territoire du port de Montréal. Le volume des eaux de ruissellement déversées au fleuve peut donc être important, par temps de pluie; ces eaux sont chargées en solides en suspension, en solides dissous et en sels.

La population desservie par le réseau de la CUM (versant sud-est) est assez importante (probablement plus de 500 000 habitants). La densité de population est plus élevée à l'ouest qu'à l'est du pont-tunnel Louis-Hippolyte Lafontaine; les rejets municipaux déversés en amont du pont-tunnel sont donc caractérisés par une charge importante en eaux usées sanitaires et domestiques.

Plusieurs quartiers industriels sont localisés à l'intérieur des limites du territoire drainé par le réseau de la CUM, en particulier dans les parties ouest (Ville Lachine), centre (paroisse de Longue Pointe) et est (Ville de Montréal-Est) de la zone d'étude. Les rejets municipaux déversés dans ces secteurs supportent donc une forte charge en substances toxiques diverses. Sur l'ensemble du territoire, toutefois, les eaux usées industrielles déversées au fleuve sont généralement combinées aux eaux usées domestiques et sanitaires de la population desservie.

DESCRIPTION DES CHARGES POLLUANTES

Il existe très peu d'informations sur la qualité des eaux usées issues du territoire du port de Montréal et de la CUM. En effet, la quantité de polluants, le type de contaminants et le débit des eaux usées et de ruissellement varient dans le temps; il est donc difficile de procéder à un échantillonnage représentatif de la qualité moyenne des eaux associées à chacun des émissaires.

Les charges polluantes associées aux eaux usées municipales sont généralement estimées en fonction du nombre d'habitants desservis par le réseau considéré. Cette façon de procéder permet d'évaluer de façon adéquate les quantités de solides en suspension, de matières oxydables et d'éléments nutritifs associés aux rejets d'eaux usées domestiques. Cette méthode d'évaluation ne permet pas, cependant, de tenir compte des apports associés aux effluents industriels et aux eaux de ruissellement. Ces apports varient d'une région à l'autre en fonction de divers facteurs: nombre et type d'industries, type de réseau (séparatif ou combiné), utilisation du territoire dans le bassin versant du réseau collecteur, etc.

Selon les autorités consultées à la CUM, les rejets municipaux déversés par le réseau de la CUM sur le territoire du port de Montréal n'ont pas fait l'objet de caractérisation spécifique. Les infrastructures de collecte, pour la construction des intercepteurs, ont été conçues en fonction de débits de design. Parallèlement, le dimensionnement des unités de traitement pour l'usine d'épuration a été calculé à l'aide de charges empiriques.

La dimension des exutoires et les débits projetés a l'intercepteur sud ont cependant été identifiés. La dimension des exutoires permet de localiser les émissaires les plus importants (cf. tableau 1.3 et annexe cartographique). Les débits projetés par temps sec permettent d'évaluer la répartition des charges sur le territoire du port: 90% des eaux usées sont déversées en amont du pont-tunnel (zones 1 à 6), dont 45% à l'intérieur des limites de la zone 3 et 15% à l'intérieur de celles des zones 1 et 2.

L'impact des eaux usées municipales sur la qualité des sédiments du port de Montréal est en partie déterminé par la localisation des exutoires. En effet, les rejets déversés dans les zones de transport peuvent être dispersés par les eaux du fleuve, et contribuer à la contamination des zones de déposition situées en aval du point de rejet (impact diffus). Par contre, les contaminants associés aux rejets déversés dans les zones d'eaux calmes peuvent avoir tendance à s'accumuler près des exutoires (impact local).

Les rejets de la CUM représentent une partie importante des apports en solides en suspension, en matières oxydables et en substances toxiques déversés au fleuve, dans les limites du port de Montréal. Les dépôts accumulés dans les aires de sédimentation seraient donc constitués principalement de matières solides associées aux rejets municipaux. La mise en opération de l'intercepteur sud-est du réseau de la CUM, prévue pour la fin de l'année 1991, permettra une réduction importante de ces apports. Il est à noter toutefois que les apports en polluants associés aux débordements, en période de pluie, ne seront pas contrôlés.

Tableau 1.3 Identification des émissaires localisés sur les territoire du Port de Montréal. La numérotation des émissaires les plus importants correspond à celle présentée à l'Annexe cartographique.

Localisation	Type	Dimension (cm)	Usage principal	Numérotation
--------------	------	-------------------	-----------------	--------------

ZONE #1

PM1	U	25	Drainage des routes et du poste M1	
PB3	U	30 X 58	Hangar B4, drainage de la jetée Bickerdike	1-A
PB7	U	61	Hangars B1,B2,B5,B6; drainage de la jetée Bickerdike	1-B
PB8	P	30	Drainage du poste B8	
S4	U		Entrée du canal Lachine	1-C
S4	U	183	Ville de Montréal	1-C
S4	U	91	Ville de Montréal	1-C
S4	U	61	Canada Malting	1-C
S4	P	30	Route	1-C
S4	U	91	Farines Ogilives	1-C
P7ouest	U	25	Élévateur #5	
P9ouest	U	38	Station électrique, élévateur #5B	1-D

ZONE #2

P11ouest	P	30	Drainage du Chemin du port	
P11nord est	P	30	Elévateur #5	
P12	P	25	Drainage P12	
P12	U	351	Collecteur St-Jacques	2-A
P3	D	20	Restaurant du terminal Alexandra	
P14est	U	30	Hangars 3,4,5,6	
P15ouest	U	122	Ville de Montréal (égout Elgin)	2-B
P17	U	38	Drainage de l'ancien quai Jacques Cartier	
P21et22 nord	U	25 (3)	Jetée et voie ferrée du bassin du marché	
P20,21,22,23	-	-	Exutoires multiples	

Localisation:

P: Poste à quai

S: Section

H: Hangar

Type:

U: Unitaire (ou combiné)

P: Pluvial

D: Domestique

(Selon plan de ... date de ...)

Tableau 1.3 Identification des émissaires localisés sur les territoire du Port de Montréal. La numérotation des émissaires les plus importants correspond à celle présentée à l'Annexe cartographique.

Localisation	Type	Dimension (cm)	Usage principal	Numérotation
--------------	------	-------------------	-----------------	--------------

ZONE #3

P24	D	20	Restaurant	
P25	P	30	Voie ferrée	
P27	U	152 X 228	Collecteur Papineau	3-A
P28	U	30	Bureaux Immigration, stationnement	
P28	P	30	Stationnement	
P29	U	30	Restaurant	
P29	U	183	Collecteur Craig	3-B
P29	U	305	Collecteur Delorimier	3-C
P30	U	274	Collecteur Mont-Royal	3-D
P30	U	427	Collecteur Parc Lafontaine	3-E
P31	P	25 (3)	Drainage du poste PQ31	
P32	U	198	Collecteur rue Mont Royal	3-F
P33	U	38	Dominion Textile	3-G
P33	P	38	Voie ferrée	
P33	U	30	H32, H33	
P34	P	46	Voie ferrée	
P35	U	61 X 152	Gaz Métro	3-H
P35	U	76	Gaz Métro, Collecteur Bercy	3-I
P35	U	86	P34, H35	3-J
P36	P	30	Voie ferrée	
P37	P	122	Voie ferrée	
H40	U	51	H39, H40, bureau	
H40	U	183	Collecteur Dérézy	3-K
H41	U	25	H41, bureau	
H41	P	30	Dominion Industriel Center Inc.	
H41	P	25	H41	
H42	U	25	H42, voie ferrée	
H42	U	30	H42 (atelier mécanique)	
H42	U	183	Collecteur Nicolet, élévateur #3 (D6,U12)	3-L
H42	U	25	H42	

Localisation:

P: Poste à quai

S: Section

H: Hangar

Type:

U: Unitaire (ou combiné)

P: Pluvial

D: Domestique

Tableau 1.3 Identification des émissaires localisés sur les territoire du Port de Montréal. La numérotation des émissaires les plus importants correspond à celle présentée à l'Annexe cartographique.

Localisation	Type	Dimension (cm)	Usage principal	Numérotation
--------------	------	-------------------	-----------------	--------------

ZONE #4

43 est	P	46	Remblai entre terminal Laurier et terminal no3	
43 est	D	15	Elévateur #3	
44 sud	U	25	Bureau, aire de stockage de sel	4-A
44 sud	P	25	Drainage terminal Tarte	
46 sud est	U	53	H46, H47, drainage S48 (vrac solide)	4-B
46 est	P	38	Drainage au bout du terminal Tarte	
P48	U	305	Collecteur Lasalle	4-C
H50	U	25	H49, H50, H51, douanes, voie ferrée S49-S51	
H52	U	152	Collecteur Viau	4-D
H52	P	25	Voie ferrée (du H52 à l'élévateur #4)	
H52	D	25	H52 (bureau, atelier)	
P54,P55	U	25	Elévateur #4, bâtiment	
P54,P55	D	25 (3)	Elévateur #4	

ZONE #5

P56 nord	U	76	Versatile Vickers, restaurant	5-A
P56 nord	D	10	Elévateur #4, bureau	
P56nord est	-	30	Atelier de la Versatile VicKers	
P56 nord est	-	20	-	
P57	U	86	Collecteur Lot 8	5-B
P57,P58	P	23 (2)	Aire d'entreposage en vrac (TMF)	
P58	U	135	Collecteur Lot 13	5-C
P58	P	25	Drainage P58	
P59	U	38	H59, route (S57,S58,S59), voie ferrée	
P60	U	427	Collecteur Molson	5-D
P59,P60,P61	P	20 (5)	Drainage terminal Racine	

Localisation:

P: Poste à quai

S: Section

H: Hangar

Type:

U: Unitaire (ou combiné)

P: Pluvial

D: Domestique

Tableau 1.3 Identification des émissaires localisés sur les territoire du Port de Montréal. La numérotation des émissaires les plus importants correspond à celle présentée à l'Annexe cartographique.

Localisation	Type	Dimension (cm)	Usage principal	Numérotation
--------------	------	-------------------	-----------------	--------------

ZONE #6

P62			Drainage S60 et S61, garage	6-A
S62		61 X 61	Domestic Petroleum	
P64 nord	U	91	Domtar Chemical, bureau, stationnement	6-B
P64	U	240	Collecteur Clarence-Gagnon	6-C
P64	P	25	Voie ferrée, aire d'entreposage de conteneurs (S64 et S65)	
P64	U	25	Voie ferrée, aire d'entreposage, garage, H64, douanes	
P66,P67	U	25 (3)	Aire d'entreposage, stationnement, voie ferrée, bureaux	
P67,P67	P	25 (3)	Aire d'entreposage	
P70	U	25 (3)	Voie ferrée, réservoirs, balance, stationnement	
P70	P	25	Ruissèlement	
P71	U	30 (2)	Bureau, entrepot d'Allied Chemical	
P72		91	Canadian Gypsum Co.	6-D
P73	U	25	H73, aire d'entreposage	
P73	P	25	Aire d'entreposage	
P73	P	25	Aire d'entreposage	
P74	U	244 (2)	Collecteur Boucherville	6-E
P74	U	198	Collecteur Boucherville	6-E
P75 est	P	25	Drainage de la route	
P78	U	30	H77, garage, aire d'entreposage (conteneur)	
P78,P79	P	25 (5)	Drainage des quais	

Localisation:

P: Poste à quai

S: Section

H: Hangar

Type:

U: Unitaire (ou combiné)

P: Pluvial

D: Domestique

Tableau 1.3 Identification des émissaires localisés sur les territoire du Port de Montréal. La numérotation des émissaires les plus importants correspond à celle présentée à l'Annexe cartographique.

Localisation	Type	Dimension (cm)	Usage principal	Numérotation
--------------	------	-------------------	-----------------	--------------

ZONE #7

P80	U	76	Drainage de la voie ferrée et aire d'entreposage	7-A
S87		290	Quai Mercier	7-B
S93	U	122	Collecteur Gonthier	7-C
S93	D	10	Balance	
P94	U	91	Collecteur Georges-V	7-D

ZONE #8

P95	U	122	Collecteur Lakefield	8-A
P101 est	-	157	Bassin de captage Esso Imp.	8-B
P103	U	91	Fosse Cassidy	8-C
P104	U	76	Collecteur Monarque	8-D
P105	U	183	Collecteur Durocher	8-E
S108	U	122	Collecteur Broadway et Laurendeau	8-F
S108	U	198	Collecteur Broadway et Laurendeau	8-G
S110	U	91 X 152	Montréal-Est (Quai Marien)	8-H
S111	U	76	Collecteur 2e avenue	8-I
S115	U	259	Collecteur St-Jean Baptiste	8-J

Localisation:

P: Poste à quai

S: Section

H: Hangar

Type:

U: Unitaire (ou combiné)

P: Pluvial

D: Domestique

1.4 DESCRIPTION DES ZONES D'INTERVENTION

Cette section comprend une description des neuf zones d'intervention circonscrites à l'intérieur du territoire à l'étude. Ces zones ont été définies en fonction des processus d'écoulement, des apports en polluants et de la localisation des infrastructures portuaires. Le plan d'échantillonnage, les résultats des travaux effectués sur le terrain et les résultats d'analyses des sédiments prélevés seront présentés de façon à faire ressortir les tendances observées à l'intérieur de chacune de ces zones, le cas échéant (chapitre 2 et 3). La priorisation des secteurs d'intervention dans la perspective d'un plan de décontamination sera également formulée de façon à faire ressortir toute problématique particulière associée à chacune des zones (chapitre 4).

Zone 1 Terminal Bickerdike

Cette zone est constituée des bassins Bickerdike, Windmill et de la partie du chenal maritime située entre le Vieux-Port et la pointe de la Cité-du-Havre.

Le bassin Windmill donne accès à un terminal à conteneur et à un élévateur à grain (marché domestique). Les apports dans le bassin sont constitués des eaux du canal Lachine, des rejets des industries de la rue Mill, des rejets associés à l'opération de l'élévateur à grain et des eaux de drainage du terminal Bickerdike. Le débit des eaux issues du canal Lachine étant relativement faible, l'écoulement des eaux dans le bassin est lent.

Le bassin Bickerdike est utilisé pour la réparation de navires et le transbordement de marchandises générales. Les apports dans le bassin Bickerdike sont constitués principalement des eaux de drainage de la pointe de la Cité-du-Havre. L'écoulement des eaux dans le bassin est très lent.

Aucun apport local n'a été identifié dans la partie du chenal maritime située entre le Vieux-Port et la pointe de la Cité-du-Havre. La présence de la pointe de la Cité-du-Havre entraîne cependant la formation de remous et de contre-courants favorisant la déposition et la remise en suspension des polluants déversés dans les zones 1 et 2. Ces remous et contre-courant peuvent également favoriser le dépôt des solides en suspension associés au déversement de neige usée effectué du pont de la Concorde, un peu en amont de la pointe.

Zone 2 Vieux-Port

Cette zone est constituée des quatre bassins du secteur du Vieux-Port, soit ceux de la gare maritime, de la Jetée #1, du quai Jacques-Cartier et du quai Victoria (bassin de l'Horloge).

Depuis 1984, les quais et jetées sont utilisés pour des activités récréo-touristiques. Le quai de la gare maritime est utilisé pour l'accostage des bateaux de passagers. Une entreprise offrant des excursions en bateau sur le fleuve opère à partir du bassin de l'Horloge. Certains bassins peuvent être utilisés pour l'entreposage de bateaux (hivernage).

Les apports municipaux dans la zone du Vieux-Port sont caractérisés par une forte charge en eaux usées sanitaires: en effet, les effluents déversés dans les bassins de la gare maritime et de la Jetée #1 comprennent les eaux usées issues du secteur du centre-ville.

L'ensemble du secteur est en retrait du courant principal du fleuve, et tous les bassins de la zone 2 constituent des zones de déposition et d'accumulation des polluants.

Zone 3 Marchandises générales (Sections 24 à 42)

Cette zone est constituée d'un alignement de quais parallèles au courant principal. Neuf hangars de transit sont utilisés pour l'entreposage de marchandises générales, de sucre, d'engrais, de potasse, etc. Des aires ouvertes sont utilisées pour l'entreposage de ferraille et la manutention de vrac solide (coke, fer, sel, gypse, etc.). Le quai #30 est utilisé pour le déversement de neige usée. Le trafic maritime est relativement peu important, car les installations portuaires sont désuètes (vieux hangars, espace restreint).

Les apports municipaux sont très importants dans ce secteur: 45% du débit total des eaux usées déversées par la CUM (versant sud-est) sont rejetées dans cette zone. L'ensemble du secteur est localisé dans une zone de transport. Les encoignures de quai constituent des aires de déposition et d'érosion.

Zone 4 Vrac solide (sections 43 à 47)

Cette zone est constituée des jetées Laurier, Tarte et Sutherland. Les jetées et hangars sont utilisés pour l'entreposage de sel, de sable, de minerai, etc. Des convoyeurs fermés sont utilisés pour le transbordement de sucre. La compagnie Miron opère un ancien élévateur à grains pour la manutention de clinqueur et l'entreposage de ciment.

Les apports dans les bassins localisés entre les trois jetées sont principalement constitués des eaux usées issues du territoire du port (eaux de drainage, eaux usées domestiques). Un émissaire important de la CUM est localisé à la section 48, dans l'encoignure de quai située à l'est de la jetée Sutherland (émissaire 4-C sur l'annexe cartographique).

À cause de la géométrie des jetées et de l'orientation du courant principal du fleuve, les aires d'accès entre les jetées constituent des zones d'écoulement turbulent. Cet effet est particulièrement prononcé dans le cas du bassin localisé entre la jetée Laurier et la jetée Tarte.

Zone 5 MIL Vickers (sections 48 à 62)

La zone 5 englobe quatre hangars utilisés pour l'entreposage de marchandises générales, un élévateur à grain (marché d'exportation), un site industriel désaffecté (MIL Vickers), une aire d'entreposage à ciel ouvert (produits chimiques, charbon, minerai, gypse, etc.) et un terminal à conteneurs (terminal Racine). L'aire d'entreposage à ciel ouvert a déjà été utilisée pour la remise de piles électrochimiques usagées (piles pour véhicules automobiles). La section 52 est utilisée pour le déversement de neige usée. Plusieurs émissaires municipaux importants sont localisés dans les zones de déposition et d'accumulation (section 57), de turbulence (sections 58 et 59) et de transport (sections 49 à 55).

Les bassins de l'élévateur #4 et de la MIL Vickers constituent des zones de déposition et d'accumulation, et ont probablement été contaminés par les rejets municipaux, industriels (Vickers) et locaux (entreposage à aire ouverte). La zone localisée en face du poste à quai 59 est reconnue comme aire de déposition et de remise en suspension des polluants. En effet, les eaux usées d'un collecteur important (collecteur Molson, émissaire 5-D à l'annexe cartographique) sont déversées dans une zone de contre-courant et de turbulence créée par la géométrie des aménagements portuaires et l'orientation du courant principal du fleuve. La présence de bateaux amarrés au poste à quai favorise également la déposition des polluants près de l'exutoire, le long des quais et possiblement dans le bassin de la MIL Vickers.

Zone 6 Terminaux à conteneurs (sections 63 à 80)

La zone 6 comprend trois terminaux à conteneurs, des aires d'entreposage à ciel ouvert et un site de déversement de neige usée (section 74). Un des terminaux à conteneur (terminal Racine) a été utilisé pour le transbordement de produits pétroliers, jusque vers la fin des années 1970.

L'ensemble du secteur est localisé dans une zone de transport; les aires de déposition sont situées dans les parties amont (extrémité est du terminal Racine) et aval du secteur (baie du pont-tunnel). Les apports municipaux sont importants à proximité de ces zones de déposition (émissaires 6-C et 6-E à l'annexe cartographique).

Zone 7 Promenade Bellerive (sections 81 à 93)

La promenade Bellerive représente environ un kilomètre d'espace vert en bordure du fleuve. Des émissaires municipaux importants sont localisés dans la partie ouest, au centre et dans la partie est de la zone. La platière localisée entre la berge et le chenal maritime constitue une large zone d'eaux lentes, parce qu'en retrait du cours principal du fleuve.

Zone 8 Terminaux pétroliers (sections 94 à 115)

Cette zone est constituée d'un ensemble de terminaux pétroliers, d'une aire de déchargement de sel, et d'un site industriel (Canada Ciment Lafarge). Aucun émissaire important n'est localisé entre les sections 94 et 102-E (zone de transport). Plusieurs émissaires municipaux et industriels importants sont localisés dans les zones de déposition (entre la section 103 et la section 115).

Zone 9 Aires de mouillage

Cette zone englobe les trois aires de mouillage: Longueuil, Montréal-Est et Pointe-aux-Trembles. Bien que les vitesses de courant soient assez élevées dans les aires de mouillage, la présence de zones de déposition est probable. En effet, les zones d'ancrages sont plus profondes que le lit du fleuve et présentent une superficie relativement importante; les matières en suspension peuvent alors sédimenter à l'intérieur des limites de ces zones. Les mouvements de fond peuvent également contribuer à la déposition de matières solides à l'intérieur des aires de mouillage.

2.0 MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre présente la stratégie élaborée pour l'échantillonnage des sédiments, la méthodologie utilisée et les résultats des travaux effectués sur le terrain (section 2.1). Une description des procédures de laboratoire employées pour la préparation des échantillons composés de sédiments et les analyses physico-chimiques sont présentées aux sections 2.2 et 2.3. Les procédures suivies dans le cadre de l'exercice de contrôle de qualité des analyses chimiques sont discutées à la section 2.4.

2.1 ÉCHANTILLONNAGE

2.1.1 Plan d'échantillonnage

La stratégie d'échantillonnage prévoyait la préparation d'échantillons composés à partir de 5 à 7 prélèvements de sédiments de surface effectués dans des secteurs relativement homogènes. Étant donnée la dimension du territoire à l'étude, cette approche permettait de caractériser globalement les plages de sédiments, en limitant le nombre d'analyses à effectuer et les biais de résultats ponctuels.

Le territoire à l'étude a été divisé en neuf zones d'intervention (cf. tableau 1.2 et section 1.4). Les secteurs homogènes ont été définis à l'intérieur de ces zones en fonction des processus d'écoulement et des apports en polluants. Bien que des échantillons représentatifs puissent être obtenus par un échantillonnage au hasard, une répartition mieux définie a été jugée préférable. Ainsi, un échantillonnage plus exhaustif a été prévu dans les zones de déposition et d'accumulation des polluants associés à des rejets industriels ou municipaux.

Environ 200 échantillons de sédiments de surface ont été prélevés par Environnement Illimité inc. en juin 1989. Ces échantillons ont été utilisés pour former 46 composés. Quarante-deux composés ont été retenus pour les analyses physico-chimiques, car certains prélèvements n'ont pas été conservés selon les procédures recommandées par Environnement Canada.

Le prélèvement de 5 à 7 échantillons par secteur homogène a été effectué sans difficulté dans les zones de déposition et d'accumulation des polluants. L'échantillonnage dans les zones turbulentes et les zones de transport s'est avéré plus laborieux; plusieurs essais ont été infructueux et certains composés sont constitués de seulement 1, 2 ou 3 prélèvements individuels.

Les profondeurs échantillonnées et le volume de matériaux prélevés variaient en fonction du type de benne utilisée, des vitesses de courant et de la compacité des sédiments. La profondeur maximum (environ 20 cm) était obtenue dans le cas de matériaux fins, non consolidés, prélevés avec une benne Ekman dans des zones d'eaux calmes. La profondeur minimum (quelques cm) était obtenue dans le cas de matériaux compacts prélevés avec la benne Ponar.

L'identification des bassins échantillonnés et des composés est présentée au tableau 2.1, pour chacune des zones d'intervention. Deux numéros d'identification sont donnés pour chacun des composés: le numéro initial a été donné pendant l'échantillonnage, et le numéro final correspond à celui utilisé pour la présentation des résultats. Le numéro final est codé de la façon suivante: le premier chiffre correspond à la zone d'intervention, le deuxième chiffre correspond au numéro du bassin dans la zone, et le troisième chiffre correspond au numéro du composé dans le bassin.

Il est à noter que la localisation des stations individuelles, à l'intérieur de chacun des secteurs homogènes, a été choisie de façon aléatoire. Chaque secteur a été divisé en blocs de dimension égale (environ 10 m X 10 m), et une dizaine de stations ont été sélectionnées à l'aide d'un logiciel générant des séries de nombre aléatoires. Le choix des 5 à 7 stations, sur le terrain, a été effectué en fonction des accès aux points de prélèvements (présence de bateaux, estacades, etc.).

Le plan d'échantillonnage prévoyait le prélèvement de tous les échantillons en duplicata, de façon à permettre des analyses complémentaires. Cette procédure additionnelle s'est avérée particulièrement appropriée, car l'analyse de certains contaminants organiques a dû être reprise (cf. section 2.3.4). La reprise des analyses a donc été effectuée sur des échantillons composés de sédiments préparés à partir des duplicata prélevés sur le terrain, pendant la période d'échantillonnage.

Tableau 2.1 Identification des zones, des bassins et des échantillons composés de sédiments prélevés sur le territoire du Port de Montréal, en juin 1989.

No ZONE	No BASSIN	Nombre de prélèvements	#COMPOSÉ	
			Initial	Final
1 Cité-du-Havre	1 Windmill	3	A1	111
		3	A2	112
		2	B1	113
		2	B2	114
	2 Bickerdike	5	A	121
	3 Chenal maritime	7	C1	131
		7	C2	132
2 Vieux-Port	1 Gare maritime	6	B	211
	2 Jetée #1	8	C	212
		5	G	221
		5	D	222
		5	E	223
	3 Jacques-Cartier	7	F	231
	4 Horloge	7	H	241
3 Marchandises générales	1 Quai #32	-	D1	annulé
	2 Quai #34	1	D2	311
	3 Quai #36	2	D3	321
4 Vrac solide	1 Jetée Laurier (est)	2	E1	411
	2 Jetée Tarte (est)	5	N	421
	3 Jetée Sutherland (est)	5	O	431
5 Vickers	1 Élévateur #4	7	I	511
	2 MIL Vickers	5	J	521
		6	K	522
	3 Dickson	7	L	531
6 Conteneurs	1 Terminal Racine	6	M	611
	2 Pont-tunnel	5	V	621
7 Promenade Bellerive	1 Partie ouest	5	W	711
		7	X	712
	2 Partie est	7	X1	721
		5	X2	722
8 Pétrolières	1 Esso	7	P	811
	2 Shell	7	Q	821
	3 Section 106	7	R	831
	4 Section 108	7	S	841
	5 Pétro-Canada	7	T	851
	6 Parc du Moulin	7	Y	861
	7 Quai de Pte-aux-Trembles	5	U	871
	8 Pétro-Canada (zone d'influence)	2	Z1	881
		3	Z2	882
9 Aires de mouillage	1 Montréal-Est	4	F1	911
		3	F2	912
	2 Pointe-aux-Trembles	1	G1	921
		1	G2	922

Procédures d'échantillonnage

L'échantillonnage et la conservation des sédiments ont été effectués selon les procédures établies par Environnement Canada (R.Rochon et M.Chevalier, *Échantillonnage et conservation des sédiments en vue de la réalisation des projets de dragage*, Environnement Canada, sept. 1987).

Les sédiments ont été prélevés à l'aide d'une benne Ekman dans les zones de déposition, et à l'aide d'une benne Ponar dans les zones de transport. Les prélèvements destinés aux analyses des paramètres organiques et inorganiques ont été effectués séparément.

Les sédiments prélevés pour l'analyse des fractions granulométriques et des contaminants inorganiques ont été transvasés à l'aide d'une cuillère de plastique dans des pots de polypropylène de 500 ml. Les sédiments prélevés pour l'analyse des contaminants organiques ont été transvasés à l'aide d'une cuillère métallique dans des pots de verre de 500 ou 1000 ml (pots Mason). Une feuille d'aluminium rincée à l'hexane a été insérée à l'intérieur du couvercle des pots Mason de façon à éviter une contamination des sédiments par le joint d'étanchéité.

Les échantillons ont été placés dans une glacière immédiatement après le prélèvement. L'expédition au laboratoire a été effectuée à l'intérieur d'une période de 48 heures.

2.1.2 Activités d'échantillonnage

Cette section présente une description sommaire des travaux et des observations effectués sur le terrain durant la période d'échantillonnage. Les stations d'échantillonnage et le regroupement des stations pour la préparation des échantillons composés sont représentés à l'annexe cartographique.

Les stations échantillonnées sans succès sont également indiquées à l'annexe cartographique. Le prélèvement de sédiments n'a pu être réalisé à ces stations soit parce que les vitesses de courant étaient trop élevées, soit parce que la fermeture de la benne était entravée par la présence de roches ou de débris. Les échantillons constitués uniquement de grosses roches et de gravier n'ont pas été conservés pour les analyses physico-chimiques.

Zone 1 Terminal Bickerdike

Un total de 7 échantillons composés ont été formés à partir de 29 prélèvements effectués dans le bassin Windmill, le bassin Bickerdike et le chenal maritime.

Pendant l'échantillonnage, la présence d'une estacade autour d'un bateau amarré au poste à quai B-3 (bassin Bickerdike) a été observée. Une station a été échantillonnée sans succès à proximité du bateau. Le personnel à bord d'une embarcation d'Environnement Canada amarrée à la berge M5 a indiqué que l'estacade avait été installée pour contenir une fuite d'huiles ou de produits pétroliers.

Les activités d'échantillonnage effectuées dans le bassin Windmill ont révélé que ce secteur ne constitue pas une zone homogène; la granulométrie des sédiments varie fortement d'un endroit à l'autre. Les échantillons prélevés près de l'exutoire du canal Lachine, par exemple, sont plus grossiers que ceux prélevés à la sortie du bassin. La présence de Chironomides (larves), de rebuts d'égout et de débris divers a été notée dans tous les échantillons. Huit stations ont été échantillonnées sans succès dans le bassin.

Une abondance de bivalves a été notée dans les échantillons prélevés dans le chenal maritime.

Zone 2 Vieux-Port

Sept échantillons composés ont été formés à partir de 43 prélèvements effectués dans les bassins du Vieux-Port. Tous les échantillons prélevés étaient constitués de matière organique en décomposition.

Les températures élevées au cours de la période estivale entraînent un processus de digestion anaérobique de la matière organique accumulée dans les bassins de la Jetée No 1. L'échappement des gaz de digestion entraîne alors une remontée des boues en surface. Au moment de l'échantillonnage, une estacade était installée entre la Jetée No 1 et le quai Alexandra et une équipe de la compagnie Sanivan procédait au nettoyage de la matière organique remontant à la surface de l'eau.

Zone 3 Marchandises générales

Deux stations ont été échantillonnées avec succès dans la zone de transport comprise entre les sections 24 et 43. En effet, la présence de sédiments fins a été observée aux encoignures des quais 34 et 36 seulement. Les sédiments composés uniquement de gravier et de roches n'ont pas été retenus pour les analyses en laboratoire (sections 28, 31, 32, 33 et 39 à 43-SE). Tous les essais (douze stations) ont été effectués à l'aide d'une benne Ponar.

Zone 4 Vrac solide

Douze prélèvements ont été effectués dans les trois zones de turbulence identifiées. Le bassin localisé entre les jetées Laurier et Tarte a été échantillonné à l'aide d'une benne Ponar, à cause d'un contre-courant important; les sédiments prélevés contenait une forte proportion de sable et de petites roches. Les deux autres zones de turbulence ont été échantillonnées à l'aide d'une benne Ekman; les sédiments étaient constitués d'eau, de roches, de sable et de matériaux fins. Cinq stations ont été échantillonnées sans succès dans la zone 4.

Zone 5 MIL Vickers

Quatre composés ont été formés à partir de vingt-cinq échantillons prélevés dans le bassin de l'élévateur No 4, le bassin de la Vickers et la section 59.

Dans le bassin de l'élévateur No 4, les sédiments étaient composés de sable et de vase. La présence de gravier a été notée à proximité des berges et une station a été échantillonnée sans succès. La présence de grains de céréales a été observée près du poste à quai 56.

La partie centrale du bassin de la Vickers a été creusée à plus de 15 m pour permettre l'opération des cales sèches. Les sédiments prélevés dans les zones limitrophes (< 10 m) et au centre du bassin étaient composés de vase et de matière en décomposition. Près du poste à quai 57, le fond du bassin était constitué de gravier et deux stations ont été échantillonnées sans succès. Deux composés ont été formés afin de pouvoir évaluer si le contre-courant observé dans la zone de rejet du collecteur Molson (poste 59) a une influence sur la diffusion des apports dans le bassin.

La zone de rejet du collecteur Molson est reconnue comme aire de déposition. En effet, les eaux usées sont déversées dans une zone de contre-courant qui favorise la sédimentation et la remise en suspension des polluants. Les sédiments prélevés dans ce secteur étaient constitués de sable et de matières organiques. Une station a été échantillonnée sans succès dans ce secteur.

Zone 6 Terminaux à conteneurs

Deux échantillons composés ont été formé à partir de onze prélèvements effectués à la benne Ekman dans les zones de déposition (sections 64 et 75). Ces aires de déposition sont situées dans des zones d'écoulement turbulent et dans l'aire de rejet d'émissaires municipaux importants. Les sédiments prélevés à l'extrémité est du terminal Racine (section 64) présentaient une odeur d'hydrocarbures. La présence de plantes aquatiques a été notée dans les sédiments prélevés dans la baie du pont-tunnel (section 75). Dans les deux cas, les sédiments étaient surtout constitués de matière organique, avec une forte teneur en eau.

Deux essais ont été effectués à l'aide d'une benne Ponar dans les zones de transport (sections 66 à 74, sections 76 à 80). Les sédiments étaient constitués de grosses roches et de gravier, et n'ont pas été conservés pour les analyses.

Zone 7 Promenade Bellerive

Quatre échantillons composés ont été formés à partir de 24 prélèvements effectués à la benne Ekman sur la platière située entre la zone littorale et le chenal maritime (~ 6 m de profondeur). Les quatre zones homogènes ont été définies en fonction de la localisation des émissaires municipaux.

Les sédiments prélevés dans les zones localisées aux extrémités est et ouest de la promenade Bellerive étaient surtout constitués de matière organique. La présence de benthos, de plantes aquatiques, d'argile et de sable a été observée dans les sédiments prélevés dans la partie centrale de la platière.

Zone 8 Terminaux pétroliers

Un total de 9 échantillons composés ont été formés à partir de 52 prélèvements effectués dans la zone des terminaux pétroliers. Sept composés ont été formés à partir de sédiments prélevés dans les baies (zones de déposition); deux stations localisées à proximité du chenal ont été échantillonnées sans succès. Deux composés ont été formés à partir de sédiments prélevés à la sortie de l'émissaire privé de Pétro-Canada (zone turbulente); six stations ont été échantillonnées sans succès. Quatre essais effectués à la benne Ponar dans les zones de transport n'ont pas permis le prélèvement de matériaux fins (sections 94 à 102-E, 105 et 106-E, 109 et 110-E).

Pendant l'échantillonnage, des estacades étaient installées dans les baies de Esso (section 102), de Shell (section 104) et de Pétro-Canada (section 110). Un déversement accidentel est également survenu dans la baie de Pétro-Canada. Tous les échantillons de sédiments prélevés présentaient un odeur d'hydrocarbure, en particulier ceux des bassins de Shell et de Pétro-Canada.

De façon générale, la profondeur d'eau dans les baies des terminaux pétroliers est assez faible (moins de 10 m). Le fond est surtout constitué de matériaux fins; la présence de sable, gravier et morceaux d'asphalte a été observée à quelques reprises.

La présence de plantes aquatiques et de benthos a été observée dans les sections non-utilisées pour le transbordement de produits pétroliers, soit les sections 102, 106, 108 et 112 à 114.

Zone 9 Aires de mouillage

Les trois aires de mouillage ont été échantillonnées à l'aide d'une benne Ponar. Les vitesses de courant sont relativement élevées dans l'aire de mouillage Longueuil, et les deux essais effectués ont été infructueux. Les prélèvements effectués dans l'aire de mouillage Montréal-Est ont été utilisés pour former deux composés. En effet, les sédiments prélevés dans la partie nord (près du chenal maritime) présentaient une granulométrie plus grossière que ceux prélevés dans la partie sud. Seulement deux stations ont été échantillonnées avec succès dans l'aire de mouillage Pointe-aux-Trembles. Les sédiments prélevés dans la partie aval présentaient une granulométrie plus fine que ceux prélevés dans la partie amont. Quatre stations ont été échantillonnées sans succès.

2.2 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS COMPOSÉS

À la réception au laboratoire, tous les échantillons individuels de sédiments ont été décantés puis homogénéisés vigoureusement. Des composés d'environ 250 grammes ont été préparés en élévant un minimum de 50 grammes de sédiments dans chacun des échantillons individuels.

Le choix des prélèvements individuels devant être utilisés pour la préparation des composés a été effectué en tenant compte du plan original d'échantillonnage. Cependant, dans le cas où les sédiments prélevés à l'intérieur d'une zone présumée homogène présentaient une granulométrie très différente, plusieurs composés ont été formés. C'est le cas par exemple des sédiments prélevés dans le bassin Windmill (exutoire du canal Lachine); la granulométrie des sédiments prélevés variait beaucoup d'une station à l'autre, et quatre composés (plutôt que deux) ont été préparés.

Deux séries de composés ont été préparées par le laboratoire Éco-Recherches, soit une première série pour les analyses effectuées par la section inorganique (granulométrie, matière organique totale, contaminants inorganiques) et une deuxième série pour les analyses effectuées par la section organique (huiles et graisses, contaminants organiques). L'identification des zones, des bassins et des échantillons composés a été présentée au tableau 2.1.

Suite aux difficultés rencontrées par le laboratoire Éco-Recherches pour l'analyse des contaminants organiques, une partie des analyses a été reprise par le laboratoire Novalab (cf. section 2.3.4). Une série de composés a donc également été préparée par le laboratoire Novalab, pour l'analyse des BPC et des HAP. Ces échantillons composés ont été formés à partir des duplicata d'échantillons prélevés sur le terrain. La liste des échantillons utilisés pour la fabrication des composés est donc la même pour Éco-Recherches et Novalab (tableau 2.1).

2.3 MÉTHODES ANALYTIQUES

2.3.1 GRANULOMÉTRIE

La granulométrie des sédiments est un paramètre important à considérer lors de l'interprétation des résultats d'analyses chimiques. En effet, les polluants se concentrent souvent dans les matériaux fins (limon et argile), à cause entre autres de la plus grande surface d'adsorption des petites particules. Plusieurs polluants ont également une grande affinité avec la matière organique.

L'analyse des paramètres globaux, des contaminants organiques et des contaminants inorganiques est effectuée sur les fractions sable, limon et argile des sédiments. La fraction sable est cependant inerte, et ne retient généralement que très peu de contaminants. La quantité de sable présente dans l'échantillon peut représenter un 'facteur de dilution' des teneurs observées, car les valeurs mesurées sont normalisées par rapport au poids total de l'échantillon (poids sec).

La granulométrie des échantillons composés a été déterminée par sédimentation (méthode de l'hydromètre, Manuel des méthodes d'échantillonnages et d'analyses des sols, 1978). Les limites granulométriques des sédiments sont:

- gravier : $> 2 \text{ mm}$
- sable : de 2 mm à $63 \mu\text{m}$
- limon : de $63 \mu\text{m}$ à $4 \mu\text{m}$
- argile : $< 4 \mu\text{m}$

Les sédiments sont séchés, broyés et tamisés sur un tamis de 2 mm . La fraction inférieure à 2 mm est d'abord pré-traitée dans une solution de Calgon (pour disperser les particules), puis homogénéisée à l'aide d'un mélangeur électrique. La solution est ensuite transvasée dans un cylindre de un litre et les lectures de densité sont prises à l'aide d'un hydromètre à intervalles réguliers.

Le pourcentage de la fraction $> 63 \mu\text{m}$ est déterminée par tamisage de la solution. Les pourcentages des fractions $< 63 \mu\text{m}$ et $< 4 \mu\text{m}$ sont déterminés à l'aide des mesures de densité, par interpolation sur une courbe granulométrique.

2.3.2 PARAMETRES GLOBAUX

Les paramètres globaux choisis sont le pourcentage de matière organique totale et les teneurs en huiles et graisses. Ces deux paramètres permettent une évaluation générale de la quantité de composés organiques présents dans les sédiments analysés.

Matière organique totale

Le paramètre généralement utilisé pour la caractérisation du contenu en matière organique dans les sédiments est le carbone organique total (COT). Pour la détermination du COT, le CSL recommande une méthode d'analyse par conductivité thermique. L'instrumentation nécessaire (analyseur CHN) n'étant pas disponible chez le laboratoire sous-contractant, nous avons choisi comme paramètre de remplacement la matière organique totale (MOT). La MOT a été déterminée par perte de poids par calcination, à 550°C.

Huiles et graisses

Les huiles et graisses représentent un paramètre global permettant d'évaluer la quantité de composés organiques présents dans le substrat analysé.

La méthode employée par Éco-Recherches pour l'analyse des huiles et graisses est la suivante: un échantillon de sédiment est extrait au fréon; une partie de l'extrait est purifiée sur gel de silice; l'extrait purifié et l'extrait non-purifié sont ensuite analysés par technique infra-rouge. Seuls les composés organiques contenant des liaisons carbone-hydrogène saturées sont dosés (absorbance des liens C-H hybridés sp^3 à 2930 cm^{-1}).

L'analyse de l'extrait non-purifié permet de doser les huiles et graisses totales, qui englobent un ensemble de composés organiques tels les hydrocarbures de type pétrolier, les hydrocarbures d'origine biologique, les graisses animales ou végétales, etc.

L'analyse de l'extrait purifié permet de doser les huiles et graisses minérales. Les huiles et graisses minérales correspondent aux hydrocarbures de type pétrolier seulement (gaz naturel, essence, huiles lubrifiantes, graisses et cires).

2.3.3 PARAMETRES INORGANIQUES

CHOIX DES PARAMETRES

Selon le mandat original, les échantillons de sédiments du Port de Montréal devaient être analysés à l'aide d'une seule technique permettant de caractériser simultanément une vingtaine de paramètres inorganiques. Cependant, de façon à pouvoir obtenir des limites de détection satisfaisantes, plusieurs techniques analytiques ont été utilisées.

La liste des paramètres analysés est présentée au tableau 2.2. Les paramètres sont divisés en deux groupes: les éléments traces et les éléments majeurs. La concentration naturelle des éléments traces dans les sédiments est généralement faible (de l'ordre du ppm); la concentration des éléments majeurs, par contre, peut être élevée (de l'ordre du pourcent).

La liste des éléments traces englobe les contaminants "classiques" (cadmium, mercure, plomb, cuivre, chrome, zinc, arsenic), ainsi que plusieurs autres contaminants (bore, cobalt, manganèse, nickel, strontium, vanadium). L'antimoine, le béryllium et le molybdène ont été analysés, mais les résultats obtenus sont tous inférieurs à la limite de détection.

La liste des éléments majeurs comprend le calcium, le fer, le magnésium, le silicium, le titane et l'aluminium. Plusieurs éléments traces sont associés aux éléments majeurs, et il est possible d'observer des concentrations naturelles relativement élevées en arsenic, chrome, manganèse, strontium, vanadium, etc. Une comparaison entre les teneurs mesurées pour ces éléments traces et les éléments majeurs dans les sédiments peut permettre l'identification de sources de pollution urbaines ou industrielles.

DIGESTION DES SÉDIMENTS

La digestion chimique des sédiments permet de relâcher et de mettre en solution les contaminants inorganiques présents dans la matrice étudiée. Il existe plusieurs méthodes de digestion, selon le type de solutions acides et oxydantes utilisées:

- les méthodes de digestion utilisant des solutions très agressives permettent la mise en solution de tous les éléments constituant la matrice analysée (digestion totale);
- les méthodes de digestion utilisant des solutions moins vigoureuses permettent la mise en solution des métaux autres que ceux liés à la matrice minéralogique (digestion partielle).

Dans le cadre du présent mandat, une digestion partielle a été effectuée. La méthode employée est celle recommandée par Environnement Canada. Une portion représentative des sédiments est séchée, broyée mécaniquement et tamisée (80 mesh). La digestion est effectuée avec de l'acide nitrique et du peroxyde d'hydrogène; la mise en solution est effectuée avec de l'acide nitrique et de l'acide chlorhydrique. La procédure de digestion est la même pour tous les paramètres, à l'exception du mercure (digestion de l'échantillon humide à l'acide nitrique et l'acide sulfurique).

DOSAGE DES CONTAMINANTS

Tous les paramètres inorganiques choisis ont été analysés par spectroscopie d'émission (ICP, pour 'Inductive Coupled argon Plasma'). Cependant, à cause d'interférences chimiques ou spectrales, les limites de détection obtenues pour certains éléments se sont avérées trop élevées. Les éléments suivants ont alors également été analysés par spectroscopie d'absorption:

- aluminium, cobalt, cuivre, plomb (absorption atomique à la flamme);
- arsenic, sélénium (absorption atomique sans flamme, par génération d'hydrures);
- mercure (absorption atomique sans flamme, par génération de vapeur froide).

LIMITES DE DÉTECTION ET DE QUANTIFICATION

Les techniques analytiques utilisées et les limites de détection associées à chacun des paramètres sont indiquées au tableau 2.2. Ces limites sont inférieures ou égales aux critères d'évaluation de la qualité des sédiments d'Environnement Canada (limites acceptables), lorsque applicables. Les résultats d'analyses devraient donc permettre de prioriser les secteurs d'intervention en fonction des critères existants.

Les limites de quantification correspondent aux concentrations à partir desquelles les teneurs peuvent être évaluées avec un niveau de confiance donné. Techniquement, les limites de quantification sont égales à la valeur moyenne obtenue pour une série de blancs de laboratoire ($n \geq 7$), additionnée de dix fois l'écart-type obtenu. Selon le personnel du laboratoire sous-contractant, les limites de quantification correspondent à peu près à trois fois la limite de détection.

Il est à noter qu'en pratique, les limites de détection varient d'un paramètre et d'un échantillon à l'autre, à cause des effets reliés à la matrice analysée et à la présence d'interférents. De plus, entre la limite de détection et la limite de quantification, la précision et l'exactitude des valeurs mesurées sont indéterminées. Les résultats reportés se situant dans cette gamme de concentration doivent donc être interprétés avec réserve.

Tableau 2.2 Limites de détection obtenues pour les paramètres inorganiques, selon les différentes méthodes analytiques utilisées.

MÉTHODE ANALYTIQUE	PARAMETRE	Limite de détection
Émission atomique (ICP) (mg/kg)	Antimoine	10
	Arsenic	20
	Béryllium	1
	Bore	1
	Cadmium	1
	Calcium	1
	Chrome	1
	Fer	1
	Magnésium	1
	Manganèse	1
	Mercure	20
	Molybdène	5
	Nickel	5
	Sélénium	20
	Silice	5
	Strontium	10
	Titane	10
	Vanadium	10
	Zinc	2
Absorption par génération d'hydrures (mg/kg)	Arsenic	1
	Sélénium	1
Absorption par génération de vapeur froide (mg/kg)	Mercure	0.02
Absorption atomique à la flamme (mg/kg)	Aluminium	100
	Cobalt	5
	Cuivre	3
	Plomb	15
Calcination (%)	% M.O.T.	0.01

2.3.4 PARAMETRES ORGANIQUES

CHOIX DES PARAMETRES

Selon le mandat original, les sédiments du port de Montréal devaient être analysés selon les méthodes EPA 624 (composés volatils) et EPA 625 (composés non-volatils ou extractibles). Cependant, suite aux recommandations formulées par le personnel du laboratoire du Capitaine Bernier, seulement l'analyse des composés non-volatils a été effectuée. Les composés non-volatils regroupent l'ensemble des paramètres suivants:

- les composés organochlorés: BPC et pesticides
- les composés acides: phénols
- les composés neutres ou basiques: HAP, phtalates, nitrosoamines, nitroaromatiques, haloéthers

RÉSULTATS OBTENUS DU LABORATOIRE SOUS-CONTRACTANT (ÉCO-RECHERCHES)

Les sédiments prélevés dans le port de Montréal ont tous été analysés selon la méthode EPA 625 par Éco-Recherches. Les travaux effectués (42 échantillons composés) ont mis en évidence des difficultés analytiques majeures quant à l'extraction et au dosage des composés neutres et des composés acides dans les sédiments; les résultats obtenus pour ces paramètres n'ont donc pas pu être utilisés. Dans le cas des composés organochlorés, aucune difficulté analytique n'a été observée; cependant, les limites de détection obtenues n'étaient pas appropriées. La qualité des résultats obtenus d'Éco-Recherches ont donc été jugée non-satisfaisante.

RÉSULTATS OBTENUS DU LABORATOIRE EXTERNE (NOVALAB)

Les travaux effectués par le laboratoire choisi pour le contrôle de qualité externe (3 échantillons composés) ont également mis en évidence des difficultés analytiques majeures quant à l'extraction et au dosage des composés acides. Toutefois, les limites de détection et les rendements d'extraction obtenus pour les composés organochlorés et les composés neutres se sont avérés adéquats. La qualité des résultats obtenus de Novalab a donc été jugée satisfaisante.

REPRISE DES ANALYSES

De façon à pouvoir répondre aux objectifs du mandat, une partie des analyses organiques a donc été reprise. Les résultats obtenus des deux laboratoires ont permis d'identifier les contaminants organiques prioritaires, i.e. pour lesquels une reprise des analyses était pertinente:

- **Phénols**

Les difficultés rencontrées par les deux laboratoires pour l'analyse des composés acides semblent indiquer qu'une mise au point des méthodes pour l'analyse des phénols dans les sédiments est nécessaire. Ceci a d'ailleurs été confirmé par plusieurs autres laboratoires consultés. Étant donné que le développement de méthodes analytiques ne pouvait être effectué dans le cadre du présent mandat, ce contaminant n'a pas été réanalysé.

- **Composés organochlorés**

Dans le cas des composés organochlorés, les résultats obtenus des deux laboratoires ont permis d'identifier les BPC comme contaminant prioritaire. Les teneurs en pesticides étant très faibles dans les sédiments du port de Montréal, nous avons considéré que ces composés n'avaient pas besoin d'être réanalysés.

- **Composés neutres**

Dans le cas des composés neutres, des méthodes spécifiques à chacune des substances énumérées plus-haut doivent être utilisées, de façon à éliminer les interférents. Étant donné que le mandat original prévoyait une caractérisation globale des teneurs en contaminants organiques, le budget prévu ne permettait pas d'avoir recours à une série d'analyses différentes pour chacun des paramètres. Les résultats de contrôle de qualité externe ont cependant permis d'identifier les HAP comme contaminant prioritaire.

Dans le but d'identifier correctement le niveau de contamination des différents secteurs du port et d'établir les bases nécessaires à l'élaboration d'un plan de décontamination de ce site fédéral, l'analyse des BPC et des HAP a donc été reprise sur la totalité des échantillons prélevés dans le port de Montréal. Les duplicata d'échantillons prélevés sur le terrain ont été utilisés pour la préparation de nouveaux composés (cf. section 2.1). La reprise des analyses a été effectuée par le laboratoire Novalab; le rapport de laboratoire est présenté à l'annexe 3, et les résultats ont été compilés au tableau 3.2.

PROCÉDURES ANALYTIQUES

Extraction des composés organiques dans les sédiments

L'extraction des composés organiques consiste à récupérer dans un solvant les substances cibles à analyser. L'extraction peut être effectuée par reflux (extraction Soxhlet) ou par agitation mécanique.

Selon le type de composés cibles à récupérer, différents solvants ou mélanges de solvants sont utilisés. Les résidus de pesticides et de biphényles polychlorés sont généralement extraits des sédiments avec un mélange acétone:hexane. Les résidus de HAP et autres composés neutres sont généralement extraits avec un mélange acétone:hexane:dichlorométhane.

Les extraits doivent souvent être purifiés, car les procédures d'extraction ne sont pas complètement sélectives; plusieurs composés organiques peuvent donc interférer dans l'analyse. Les résidus de BPC et pesticides organochlorés sont généralement purifiés sur colonne Florisil, et les résidus de HAP sur gel de silice.

Les procédures d'extraction utilisées varient d'un laboratoire à l'autre; les méthodes sont généralement choisies en fonction des rendements d'extraction obtenus. Toutefois, les solvants et méthodes de purification employées sont à peu près toujours les mêmes.

Dosage des BPC et HAP

Le dosage des BPC est effectué par injection des extraits purifiés dans un chromatographe à phase gazeuse muni d'un détecteur à capture d'électrons. Les concentrations sont évaluées en comparant les chromatogrammes obtenus pour les échantillons réels avec ceux obtenus pour des mélanges connus d'Aroclors 1242, 1248, 1254 ou 1260.

Le dosage des HAP est effectué par injection des extraits purifiés dans un chromatographe à phase gazeuse muni d'un détecteur sélectif d'ions. Les différents HAP sont détectés et quantifiés par spectrométrie de masse. Un étalon interne est ajouté à chaque extrait pour suivre et corriger les variations de réponse du spectromètre. Les variations de rendements d'extraction sont évaluées à l'aide des recouvrements observés pour les étalons alternatifs. Les résultats obtenus ne sont pas corrigés en fonction des recouvrements observés pour les étalons alternatifs.

Recouvrement des étalons alternatifs

Dans le cas des HAP, des étalons alternatifs sont ajoutés à chaque échantillon de sédiments, avant l'extraction, de façon à pouvoir évaluer le recouvrement des différents composés (i.e. les rendements d'extractions). On utilise généralement quatre étalons alternatifs, de façon à pouvoir couvrir une gamme étendue de poids moléculaires.

Les étalons alternatifs sont des composés pour lesquels une partie des atomes d'hydrogène sont remplacés par du deutérium. Pour le naphthalène, par exemple, le Dg-naphthalène est utilisé comme étalon alternatif; huit atomes d'hydrogène sont donc substitués par des atomes de deutérium sur la molécule. Les propriétés d'extraction des étalons alternatifs sont équivalentes à celles des composés réels. Le poids moléculaire des étalons alternatifs étant plus élevé, la séparation des composés par le spectromètre de masse est cependant différente. Ceci permet d'isoler la réponse mesurée pour les étalons alternatifs de celle obtenue pour les composés réels.

La réponse obtenue pour une quantité connue d'étalon alternatif injectée dans l'échantillon de sédiments permet de calculer le recouvrement. Les pourcentages acceptables de recouvrement varient entre 50% et 120%, selon le type de composé organique considéré. Pour les HAP, des recouvrements de l'ordre de 70% sont jugés satisfaisants.

Les recouvrements obtenus pour les quatre étalons alternatifs sont présentés au tableau 3.2. On observe que les recouvrements sont plus faibles pour le Dg-naphthalène que pour les trois autres étalons; cet effet peut être relié au fait que ce composé, de poids moléculaire plus faible, est plus volatil. Dans l'ensemble, les recouvrements obtenus sont jugés satisfaisants.

LIMITES DE DÉTECTION ET DE QUANTIFICATION

Les limites de détection peuvent varier d'un échantillon de sédiments à l'autre, à cause de la présence d'interférents. Cependant, de façon générale, les limites de détection obtenues sont les suivantes: BPC : 0.01 mg/kg; HAP : 0.1 mg/kg.

Les cas pour lesquels les limites de détection obtenues sont plus élevées ou plus faibles que celles mentionnées ci-haut sont indiqués de façon spécifique au tableau 3.2. Les limites de détection et de quantification obtenues sont plus faibles ou égales aux limites acceptables des critères d'évaluation de la qualité des sédiments; les résultats d'analyses devraient donc permettre de prioriser les secteurs d'intervention en fonction des critères existants.

2.4 CONTROLE DE QUALITÉ DES ANALYSES CHIMIQUES

Un contrôle de qualité externe a été effectué par deux laboratoires indépendants sur un sous-ensemble de trois échantillons composés de sédiments et sur un échantillon de matériaux de référence, pour chacun des paramètres analysés. Les paramètres choisis sont ceux pour lesquels il existe des critères d'évaluation de la qualité des sédiments, soit le mercure, le cadmium, le plomb, le zinc, le cuivre, le chrome, le nickel, l'arsenic, les BPC et les HAP.

Tous les échantillons ont été acheminés aux laboratoires sous forme de triplicata fantômes. La précision des résultats a été évaluée en comparant les résultats obtenus pour la série de triplicata fantômes. L'exactitude a été évaluée à l'aide des résultats obtenus pour les matériaux de référence, pour lesquels les teneurs en contaminants sont certifiées. Pour être jugés acceptables, le taux de variation de ces paramètres de contrôle (précision et exactitude) doit être de l'ordre de 15% pour les paramètres inorganiques et de 25% pour les paramètres organiques.

Une description complète de la méthodologie et des procédures suivies par les laboratoires pour l'analyse des échantillons de contrôle externe est présentée à l'annexe 1.

3.0 RÉSULTATS

Dans ce chapitre, nous présentons une analyse graphique et statistique des résultats obtenus des laboratoires sous-contractant. La description des procédures analytiques et l'évaluation des limites de détection obtenues pour chacun des paramètres analysés ont été présentées au chapitre précédent. L'analyse des résultats obtenus dans le cadre des procédures de contrôle de qualité des analyses chimiques est présentée à l'annexe 1, et une discussion sommaire sur la validation des résultats est présentée à la section 3.2.

Les rapports d'analyses effectuées par le laboratoire Éco-Recherches (granulométrie, matière organique, huiles et graisses et contaminants inorganiques) sont présentés à l'annexe 2. Les rapports d'analyses effectuées par le laboratoire Novalab (BPC et HAP) sont présentés à l'annexe 3.

3.1 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Tableaux synthèse

Les résultats obtenus des laboratoires sont présentés sous forme de deux tableaux synthèses (tableaux 3.1 et 3.2). Une comparaison des critères d'évaluation de la qualité des sédiments, pour différents organismes, est présentée au tableau 3.3.

Représentation graphique

Tous les résultats sont également présentés sous forme graphique, de façon à permettre une vue d'ensemble de la répartition spatiale des contaminants dans les différentes zones d'intervention. De façon à faciliter l'évaluation de niveau de contamination des sites échantillonnés, les critères d'évaluation de la qualité des sédiments (critères d'Environnement Canada) sont indiqués sur les graphiques. Les critères utilisés sont ceux de la région du Pacifique et du Yukon pour les HAP et ceux de Vigneault et coll. pour les autres paramètres.

Représentation cartographique

Pour chacune des zones d'intervention, la teneur moyenne mesurée par contaminant a été évaluée; ces moyennes sont reportées sous forme graphique à l'annexe cartographique et permettent de visualiser rapidement les niveaux et le type de contamination observés dans les différentes zones du territoire. Les contaminants pour lesquels les teneurs moyennes ont été évaluées sont ceux pour lesquels il existe un critère d'évaluation de la qualité des sédiments, soit le cadmium, le mercure, le plomb, le cuivre, le zinc, le chrome, l'arsenic, la matière organique totale, les huiles et graisses, les BPC et les HAP.

Analyses statistiques

Des corrélations non-paramétriques (corrélations de Kendall) ont été utilisées pour caractériser les relations entre les répartitions spatiales des teneurs mesurées dans les sédiments, pour les différents paramètres. Certaines corrélations statistiquement significatives sont représentées graphiquement; les coefficients de corrélation (τ_{Kendall}) et les probabilités associées (p) sont alors indiquées en bas de page. Dans les autres cas, les coefficients et probabilités associées sont indiquées dans le texte.

Les coefficients de corrélation non-paramétriques permettent de mettre en évidence toute relation monotone croissante ou décroissante, linéaire ou non, entre deux variables. Dans le cas des résultats d'analyses des sédiments du port de Montréal, 42 valeurs mesurées ont été utilisés pour effectuer les tests de corrélation, pour chacun des paramètres. Le nombre de données disponibles est suffisamment élevé pour permettre de déceler une corrélation statistiquement significative entre deux variables faiblement liées.

Il est important de souligner que les résultats des tests statistiques peuvent masquer certaines discontinuités dans les relations entre contaminants. En effet, certaines corrélations peuvent être positives pour l'ensemble des résultats, mais non-significatives pour un sous-ensemble de données. Les cas pour lesquels cet effet a été observé sont discutés dans le texte.

Tableau 3.1 Résultats d'analyses des sédiments du Port de Montréal, pour les paramètres inorganiques, les paramètres globaux et les fractions granulométriques. Les zones identifiées ont été présentées au chapitre 1 (tableau 1.1). Les procédures analytiques et les limites de détection obtenues pour chacun des paramètres sont discutées dans le texte.

ZONE	1							2							3		4			5				6		7				8									9			
STATION	111	112	113	114	121	131	132	211	212	221	222	223	231	241	311	321	411	421	431	511	521	522	531	611	621	711	712	721	722	811	821	831	841	851	861	871	881	882	911	912	921	922
ÉLÉMENTS TRACES (mg/kg)																																										
Arsenic	8	10	6	8	11	7	4	4	7	2	6	6	4	6	11	3	<1	5	3	3	7	9	5	4	4	4	3	3	4	4	42	7	7	15	6	8	<1	<1	5	2	9	3
Cadmium	2	2	9	2	3	9	1	19	6	3	2	1	5	1	<1	4	3	<1	<1	8	11	41	8	<1	3	<1	<1	2	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Chrome	129	124	123	71	100	125	72	115	100	59	90	91	82	62	21	86	23	51	47	73	72	64	61	53	57	35	26	17	23	71	372	139	66	187	54	60	19	71	20	5	11	39
Cobalt	12	12	12	8	10	15	13	12	10	<5	10	8	<5	25	6	9	10	12	49	<5	12	24	12	16	<5	10	8	<5	<5	5	15	19	10	15	7	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cuivre	268	297	317	225	237	226	121	342	260	190	236	206	175	119	98	575	98	143	235	213	357	515	155	134	223	176	131	119	295	182	5024	860	1507	553	747	196	572	629	25	12	20	36
Mercur	1.01	1.8	2.26	0.75	1.78	1.58	0.94	1.77	1.4	1.53	1.02	1.63	1.04	1.72	0.21	0.9	0.4	0.49	1.24	1.1	1.19	1.04	0.32	0.66	0.89	0.52	0.36	0.79	0.71	0.39	0.61	0.43	0.59	0.77	0.56	0.73	0.1	0.61	0.13	0.08	0.03	0.03
Nickel	56	60	68	48	41	58	44	40	44	14	48	43	40	34	27	50	27	37	35	58	115	60	54	43	38	36	34	11	23	34	121	128	58	61	38	46	31	47	17	<5	13	23
Plomb	520	600	802	411	419	306	181	396	352	200	309	264	222	199	286	482	42	127	157	169	359	360	108	195	118	80	98	86	130	93	158	121	102	139	77	82	34	63	96	<15	<15	<15
Zinc	557	1192	1840	798	1960	1453	762	1637	1502	589	1255	1088	1069	459	232	712	271	442	457	1262	2660	10900	883	602	1061	502	536	418	532	453	677	429	424	587	463	352	229	667	105	107	132	90
Bore	78	86	95	85	84	121	104	79	78	31	57	78	115	103	58	100	61	94	61	284	139	265	265	134	111	104	96	59	79	74	83	75	70	100	84	100	32	106	62	29	29	99
Manganèse	621	427	266	618	38	461	402	351	354	155	313	347	218	431	273	426	310	440	1170	409	381	338	514	490	498	453	435	246	310	364	519	377	331	440	340	452	511	374	570	234	669	443
Sélénium	<1	2	<1	<1	2	2	<1	2	<1	2	2	<1	<1	<1	<1	2	<1	2	<1	2	<1	2	<1	<1	2	<1	<1	<1	<1	3	68	26	24	26	9	3	12	16	5	<1	<1	<1
Strontium	176	151	154	149	144	138	129	133	123	73	92	90	83	98	215	160	93	83	188	100	146	107	82	85	90	77	74	128	166	101	192	156	106	143	115	142	76	97	130	59	65	39
Vanadium	24	35	38	26	37	48	37	34	35	18	36	37	46	44	19	32	17	40	27	34	28	27	30	34	33	28	24	18	29	28	40	36	20	45	33	48	42	35	32	19	26	53
ÉLÉMENTS MAJEURS (%)																																										
Aluminium	0.86	0.83	0.98	0.70	1.53	1.65	1.56	1.58	1.51	0.94	1.59	1.53	1.76	1.52	0.67	1.07	0.73	1.73	1.30	1.17	0.94	0.95	1.16	1.26	1.35	1.20	1.01	0.90	1.29	0.86	1.17	1.15	0.75	1.39	0.98	1.79	0.30	1.02	1.37	0.67	1.41	2.29
Calcium	3.27	2.53	2.67	3.33	2.24	3.04	6.80	2.66	2.69	1.38	1.62	2.01	1.89	1.89	7.90	5.10	2.74	2.35	4.21	3.18	5.89	2.58	2.34	2.43	2.73	2.25	2.40	6.80	4.60	3.15	4.92	5.04	3.12	3.74	3.78	3.59	2.40	3.50	4.70	2.30	2.50	2.90
Fer	1.96	2.50	3.00	2.60	3.20	3.30	3.10	3.20	2.90	1.06	3.30	2.90	3.40	3.33	2.18	3.30	2.60	3.29	2.33	2.72	3.10	2.62	2.76	2.91	2.41	2.57	2.66	1.90	2.40	2.45	2.63	2.52	2.20	2.68	2.36	3.12	2.60	2.76	2.55	1.70	2.90	3.40
Magnésium	0.33	0.72	0.95	0.67	0.95	2.96	0.99	1.02	0.96	0.56	1.08	1.01	1.17	1.15	0.69	0.78	0.63	1.24	0.85	0.90	1.75	0.97	1.03	1.26	0.86	0.85	0.75	0.57	0.75	0.89	1.14	1.10	0.76	1.12	1.01	1.26	0.54	0.86	0.79	0.56	0.87	1.70
Silicium	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.026	0.01	0.01	0.03	0.00	0.04	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Titane	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.05	0.04	0.04	0.00	0.04	0.05	0.04	0.07	0.02	0.03	0.01	0.09	0.03	0.07	0.05	0.06	0.04	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.03	0.06	0.05	0.09	0.04	0.05	0.07	0.01	0.02	0.16
PARAMETRES GLOBAUX (g/kg)																																										
H&G tot.	8	17	13	10	10	10	6	10	11	11	9	11	9	7	2	6	9	4	4	10	7	7	6	21	9	3	1	4	5	6	8	6	4	17	6	12	7	7	0.2	0.2	0.1	0.2
H&G min.	5	11	8	7	8	5	5	1	1	4	8	2	8	6	2	2	5	2	3	7	6	6	3	7	3	2	1	2	3	5	7	5	3	15	5	9	5	6	0.1	0.1	<1	<1
% MOT	24	35	20	35	15	15	13	19	19	18	18	17	14	18	6	17	3	13	24	18	17	12	27	19	35	9	4	13	11	7	12	8	5	14	10	7	2	7	7	2	2	3
% d'EAU	63	65	47	68	57	71	72	76	78	86	82	82	72	68	27	70	26	77	85	74	66	69	90	83	83	68	50	61	66	55	71	59	51	72	22	56	49	60	25	27	24	36
GRANULOMÉTRIE (%)																																										
Gravier	16	15	3	6	1	1	4	0	2	0	0	0	0	3	41	3	4	0	2	1	0	1	2	0	0	0	0	10	16	3	1	3	0	4	11	3	33	10	51	1	55	1
Sable	62	41	18	3	22	32	38	23	26	0	1	10	33	24	46	54	47	37	52	18	2	30	66	47	0	62	66	61	48	26	44	28	48	34	31	1	6	51	31	72	34	0
Limon	6	26	39	12	53	47	36	52	52	0	48	48	44	42	4	22	13	37	29	55	10	45	18	36	0	17	16	18	21	41	37	35	33	42	45	40	11	21	9	11	4	74
Argile	16	18	40	79	24	20	23	25	21	100	51	43	23	30	9	21	36	26	17	27	88	25	15	18	100	21	17	11	15	30	19	34	19	20	13	57	50	18	9	17	7	25

Tableau 3.2 Résultats d'analyses des sédiments du Port de Montréal, pour les paramètres organiques. Les zones identifiées ont été présentées au chapitre 1 (tableau 1.1). Les procédures analytiques et les limites de détection obtenues pour chacun des paramètres sont discutées dans le texte.

ZONE STATION	1 111 112 113 114 121 131 132							2 211 212 221 222 223 231 241							3 311 321				4 411 421 431				5 511 521 522 531				6 611 621				7 711 712 713 714				8 811 821 831 841 851 861 871 881 882								9 911 912 921 922			
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (mg/kg)																																														
naphtalène	0.7	0.4	1.8	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	0.2	0.3	0.1	0.2	6.3	1.1	0.8	0.2	0.8	0.2	0.3	0.6	0.6	0.6	1.6	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.7	0.1	0.1	0.7	tr	0.3	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01	0.01				
acénaphène	0.8	0.6	1.0	0.3	0.4	<1	<1	0.2	0.2	0.5	0.2	<1	<1	0.2	7.2	1.2	0.6	0.2	0.4	<1	0.2	0.3	0.3	<1	0.9	0.4	tr	0.1	0.2	0.3	0.7	2.0	0.2	0.8	<1	0.7	tr	0.1	<0.1	tr	<0.1	<0.1				
fluorène	1.9	1.0	2.2	0.3	0.6	0.2	0.2	0.3	0.4	1.1	0.3	0.9	<1	0.3	11.0	1.5	0.7	0.2	0.7	0.2	0.3	0.5	0.4	0.5	0.6	0.4	0.1	0.6	0.2	0.4	1.0	2.6	0.3	3.4	0.2	1.3	0.1	0.2	tr	0.01	<0.1	<0.1				
phénanthrène	26.0	8.4	15.0	3.0	3.1	1.3	1.5	2.6	3.4	5.0	2.6	2.7	1.0	2.8	66.0	12.0	5.8	2.0	5.4	1.3	1.8	2.9	3.0	2.2	3.6	4.1	0.9	6.4	1.9	2.3	4.7	8.2	2.5	11.0	0.5	9.7	0.5	1.6	0.05	0.10	0.03	<0.1				
anthracène	9.0	2.4	4.1	0.7	0.9	0.3	0.4	0.5	0.8	0.4	0.5	3.9	0.2	0.7	15.0	2.7	1.5	0.5	1.2	0.2	0.4	0.7	0.7	0.3	0.7	1.0	0.2	2.0	0.5	0.4	0.9	2.9	0.9	<1	0.2	2.8	0.1	0.3	0.01	0.02	0.02	<0.1				
fluoranthène	31.0	9.6	14.0	4.4	3.2	1.9	1.9	4.0	4.5	2.7	3.4	2.0	1.5	3.3	49.0	12.0	5.9	2.3	6.8	1.9	2.2	3.3	3.0	1.8	1.9	3.9	1.2	9.2	2.1	1.4	2.0	5.6	3.0	2.8	1.1	9.6	0.4	1.4	0.05	0.10	0.11	<0.1				
pyrène	39.0	8.6	12.0	4.4	3.3	2.2	1.9	3.8	4.4	2.8	3.4	2.0	1.5	2.8	39.0	9.8	5.1	2.0	5.0	1.7	1.9	2.9	2.4	1.6	2.4	3.5	1.0	8.9	1.9	2.2	3.0	5.4	3.0	11.0	1.8	8.8	0.4	2.1	0.04	0.09	0.10	<0.1				
benz(a)-anthracène	tr	tr	8.4	2.9	2.5	1.3	0.8	2.3	2.6	tr	2.2	1.2	0.8	2.0	19.0	4.3	2.4	0.9	2.1	0.7	0.9	1.3	1.4	0.5	1.5	2.0	0.7	4.0	1.0	0.7	tr	1.6	1.7	tr	0.7	4.6	0.1	0.8	0.01	0.02	0.05	<0.1				
chrysène	34.0	7.1	6.0	2.3	1.8	1.4	1.0	1.7	1.9	0.3	1.6	0.9	0.7	1.3	17.0	4.4	2.2	1.0	2.0	0.8	0.9	1.6	1.0	0.4	1.5	1.7	0.6	3.5	1.1	0.9	3.1	1.8	1.7	6.0	0.8	3.8	0.1	1.0	0.03	0.06	0.05	<0.1				
benzo(k)-fluoranthène	28.0	8.4	9.0	3.7	3.8	2.0	1.6	4.7	5.2	2.5	3.7	2.5	2.0	3.0	20.0	6.1	2.9	2.2	4.4	1.4	1.8	2.7	1.5	1.7	1.8	2.3	0.9	5.2	1.4	1.4	1.9	2.8	2.7	2.2	0.8	6.1	0.1	0.9	0.04	0.06	0.06	<0.1				
benzo(a)pyrène	29.0	7.3	4.9	2.0	2.7	1.1	0.9	2.2	3.0	1.0	1.6	1.1	1.5	1.1	13.0	3.3	1.6	0.8	2.0	0.7	0.8	1.7	0.9	0.7	1.1	1.3	0.5	3.4	0.8	0.7	1.3	1.9	1.8	3.4	0.5	3.0	0.1	0.5	0.01	0.02	0.04	<0.1				
indeno(1,2,3-cd)pyrène	12.0	3.6	3.8	1.9	1.4	1.0	0.7	1.7	1.8	1.2	1.2	0.9	0.8	1.1	7.1	2.6	1.2	0.8	1.8	0.7	0.6	0.9	0.8	0.7	0.9	1.2	0.4	2.5	0.6	0.5	0.7	1.0	1.1	0.7	0.4	2.5	tr	0.4	tr	0.02	0.03	<0.1				
dibenzo(ah)anthracène	5.4	1.6	1.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.7	0.8	0.4	0.4	tr	0.3	0.4	3.7	1.2	0.5	0.3	0.6	0.2	0.2	0.3	0.3	tr	0.4	0.4	tr	0.8	0.3	tr	0.2	0.4	0.5	0.7	<1	1.0	<1	tr	<0.1	tr	tr	<0.1				
benzo(ghi)peryène	8.5	3.1	2.7	1.2	1.4	0.7	0.6	1.7	1.8	0.8	1.4	0.9	0.7	0.7	4.6	2.0	0.9	0.5	1.2	0.5	0.5	1.0	0.5	0.6	0.6	0.8	0.3	2.1	0.5	0.5	0.9	0.7	6.7	1.1	0.3	1.5	tr	0.3	tr	0.02	0.02	<0.1				
HAP (< poids moléc.)	38	13	24	4	5	2	2	4	5	8	4	8	1	4	106	19	9	3	8	2	3	5	5	4	7	6	1	9	3	4	8	16	4	16	1	15	1	2	0.08	0.15	0.06	0.01				
HAP (> poids moléc.)	187	49	63	24	21	12	10	23	26	12	19	11	10	16	172	46	23	11	26	8	10	16	12	8	12	17	6	40	10	8	13	21	22	28	6	41	1	7	0.18	0.39	0.46	0.00				
HAP totaux	225	62	87	28	26	14	12	27	31	19	23	19	11	20	278	64	32	14	34	10	13	21	17	11	19	23	7	49	13	12	21	37	26	44	7	56	2	10	0.26	0.54	0.52	0.01				
POURCENTAGES DE RÉCUPÉRATION																																														
d8-naphtalène	41	35	53	53	51	46	49	60	53	51	57	48	91	45	61	52	50	48	52	50	48	51	55	53	54	56	49	53	55	47	44	33	37	39	50	43	63	47	56	53	58	65				
d10-anthracène	83	83	82	84	97	84	70	89	97	87	89	88	82	82	93	76	72	55	82	87	80	90	70	67	69	78	62	78	70	73	98	79	73	98	78	90	80	76	71	73	73	76				
d10-fluoranthène	100	96	100	89	82	85	76	79	98	78	87	77	80	78	100	81	82	63	79	85	74	75	72	65	87	81	69	83	75	65	100	100	78	100	100	100	86	100	82	80	79	81				
d12-peryène	99	76	71	88	88	85	57	75	100	94	79	95	88	79	84	86	86	72	78	100	72	100	50	69	89	78	71	90	70	80	100	81	93	100	82	90	69	78	64	66	70	71				
BIPHÉNYLS POLYCHLORÉS (mg/kg)																																														
Arochlor 1242	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<0.1	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<5	<0.1	<1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1				
Arochlor 1254	<0.1	0.79	0.71	0.36	1.60	<0.1	0.17	0.55	0.31	0.12	0.32	0.25	0.10	0.14	0.01	0.62	0.08	<0.1	<1	0.31	0.10	<0.1	<0.1	0.19	<0.1	0.05	0.04	0.05	0.08	<0.1	0.22	<1	<0.1	0.08	<0.1	0.06	0.15	<0.1	<0.1	0.01	<0.1	<0.1				
Arochlor 1260	2.20	1.5	1.00	0.49	1.30	0.89	0.35	0.78	0.67	0.94	0.65	0.55	0.34	0.25	0.03	<1	0.08	<0.1	0.66	<0.1	<1	0.30	0.52	<0.1	0.31	0.05	0.05	0.08	0.09	0.14	0.29	0.30	0.19	0.08	0.03	0.08	<1	0.12	<0.1	0.03	<0.1	<0.1				
BPC totaux	2.2	2.3	1.7	0.9	2.9	0.9	0.5	1.3	1.0	1.1	1.0	0.8	0.4	0.4	0.0	0.6	0.2	0.0	0.7	0.3	0.1	0.3	0.5	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	0.3	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0				

LÉGENDE tr : trace

**Tableau 3.3 Comparaison des critères d'évaluation de la qualité des sédiments pour différents organismes
(en mg/kg, poids sec).**

	CAREM '76	EQ/EC '78		MEO '79	EPA '82		EQ '88			MEO '89			EC '89
		A	B		A	B	A	B	C	A	B	C	
Arsenic	6	3	6	8	3	8	10	30	50	4	6	33	1000
Cadmium	0.6	5	8	0.1	•	•	1.5	5	20	1	1	10	0.6
Chrome	100	70	90	25	25	75	75	200	800	22	31	111	•
Cobalt	•	•	•	•	•	•	50	100	500	•	•	•	•
Cuivre	48	30	60	25	25	50	50	100	500	15	25	114	•
Manganèse	•	•	•	•	•	•	•	•	•	400	457	1100	0.75
Mercure	0.75	0.3	1.0	0.3	1	1	0.2	2	10	0.1	0.1	2	•
Nickel	55	•	•	25	20	50	50	100	100	15	31	90	•
Plomb	20	20	60	50	40	60	50	200	600	23	31	250	500
Vanadium	130	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Zinc	175	80	175	100	90	200	100	500	1500	65	110	800	•
BPC	•	0.05	0.1	0.05	•	0.05	0.1	1	10	0.02	0.04	•	0.15
Pesticides	•	•	•	•	•	0.05	0.1	1	1	•	•	•	•
HAP totaux	•	•	•	•	•	•	1	20	200	•	•	•	2.5
HAP (<poids mol.)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6
HAP (>poids mol.)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	50
H&G	1000	1000	2000	1500	1000	2000	•	•	•	•	•	•	•
COT (%)	5	1.5	5	•	•	•	•	•	•	•	1	10	•
A: acceptable B: non-accept. A: non-pollué B: pollué A: résidentiel B: commercial C: industriel A: sans effet B: bioessais requis C: non-acceptable													

CAREM '76: Comité Averseur du Rejet En Mer

EQ/EC '78: Ministère de l'Environnement du Québec et Environnement Canada (région du Québec); critères de Vigneault et coll.

MEO '79: Ministère de l'Environnement de l'Ontario; critères de Levings, C.D.

EPA '82: Environmental Protection Agency (U.S.A.), Zone V; critères de Jensen

EQ '88: Ministère de l'environnement du Québec; critères indicatifs de la contamination des sols et de l'eau souterraine (d'après 'La politique de réhabilitation des terrains contaminés')

MEO '89: Ministère de l'Environnement de l'Ontario; d'après le document préliminaire 'Development of provincial sediment quality guidelines' de D.Persaud, R.Jaagumagi et A.Hayton (section Biologie aquatique)

EC '89: Environnement Canada, Région du Pacifique et du Yukon, d'après le document 'Interim contaminant testing guidelines and screening/rejection limits for ocean disposal'

3.2 VALIDATION DES RÉSULTATS

Le contrôle de qualité des analyses effectuées en laboratoire constitue une étape importante des processus d'évaluation de la qualité des sédiments. En effet, l'interprétation des résultats et l'élaboration d'une stratégie d'intervention dans la perspective d'un plan de décontamination dépend de la qualité des résultats obtenus.

Le contrôle de qualité externe a été effectué par deux laboratoires indépendants sur un sous-ensemble de trois échantillons composés de sédiments et sur un échantillon de matériaux de référence, pour chacun des paramètres choisis. Tous les échantillons ont été acheminés aux laboratoires sous forme de triplicata fantômes.

Le budget alloué pour le contrôle de qualité externe ne permettait pas d'inclure l'ensemble des éléments considérés dans le cadre des analyses régulières. Le choix des paramètres a donc été restreint aux éléments pour lesquels il existe des critères d'évaluation de la qualité des sédiments, soit le mercure, le cadmium, le plomb, le zinc, le cuivre, le chrome, le nickel, l'arsenic, les BPC et les HAP.

L'analyse et l'interprétation des résultats obtenus des deux laboratoires sont présentées à l'annexe 1. La précision et l'exactitude obtenues pour chacun des paramètres analysés ont été jugées en fonction des objectifs du présent mandat, soit la priorisation des zones d'intervention dans la perspective d'un plan de décontamination.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'influence de la nature des échantillons, des méthodes analytiques employées et des limites de détection obtenues sur la variabilité des résultats. Une plus grande variation au niveau de la précision des valeurs mesurées a été observée dans le cas où les échantillons sont analysés par voie humide (soit pour les BPC, les HAP et le mercure). La variabilité des résultats est également plus grande dans le cas de sédiments contenant une proportion importante de matériaux grossiers; cet effet est dû à l'hétérogénéité des échantillons. La précision et l'exactitude des valeurs mesurées sont plus faibles dans le cas où les valeurs mesurées se situent près de la limite de détection analytique; cet effet a été observé dans le cas du cadmium.

Toutefois, de façon générale, la précision et l'exactitude obtenues ont été jugées satisfaisantes pour l'ensemble des paramètres analysés. Le contrôle de qualité externe a donc permis de valider les résultats obtenus dans le cadre des analyses régulières.

3.3 TRAITEMENT ANALYTIQUE

3.3.1 GRANULOMÉTRIE

Les résultats obtenus pour les fractions granulométriques sont présentés sous forme graphique à la figure 3.1. Les fractions fines (argile et limon) et les fraction grossières (sable et gravier) ont été regroupées, de façon à faire ressortir les points suivants:

- Les sédiments prélevés dans les zones de transport et de contre-courants sont surtout constitués de matériaux grossiers. Le total des pourcentages de sable et de gravier varie autour de 50% dans les zones 3 et 4, autour de 70% dans la zone 7, et autour de 80% dans la zone 9.
- La présence de gravier a été observée à quelques stations seulement, soit dans la zone 1 (bassin Windmill - exutoire du canal Lachine), la zone 7 (partie est de la platière localisée face à la promenade Bellerive), la zone 8 (zone de transport en aval du quai de Pétro-Canada) et les zones 3, 4 et 9 (zones de transport).
- Les sédiments prélevés dans les zones d'accumulation sont surtout constitués de matériaux fins. Le total des pourcentages d'argile et de limon varie autour de 80% dans les zones 1, 2, 5 et 6, et autour de 60% dans la zone 8.
- L'analyse des fractions granulométriques étant effectuée sur des sédiments séchés, broyés et tamisés, le contenu en matière organique devient associé à la plus petite fraction ($<4\ \mu\text{m}$). Les résultats obtenus pour des sédiments à forte teneur en matière organique correspondent alors à un pourcentage d'argile très élevé. Cet effet a été observé dans les cas de stations localisées à proximité d'un élévateur à grain, ou dans la zone de rejet d'importants émissaires municipaux (figure 3.1).
- Le déversement de neige usée sur le territoire du port peut contribuer à un apport en sable et autres matériaux grossiers dans les zones d'accumulation. Quatre sites de déversement ont été localisés sur le territoire à l'étude. Trois d'entre eux sont situés dans des zones de transport, et les apports en matériaux grossiers sont probablement diffusés par les eaux du fleuve. Par contre, le site localisé au poste à quai 56 est situé en amont d'une zone de contre-courant; les résultats obtenus pour les sédiments prélevés dans cette zone de remous (composés 531 et 611) montrent qu'une partie importante des sédiments est constituée de sable (50% - 70%).

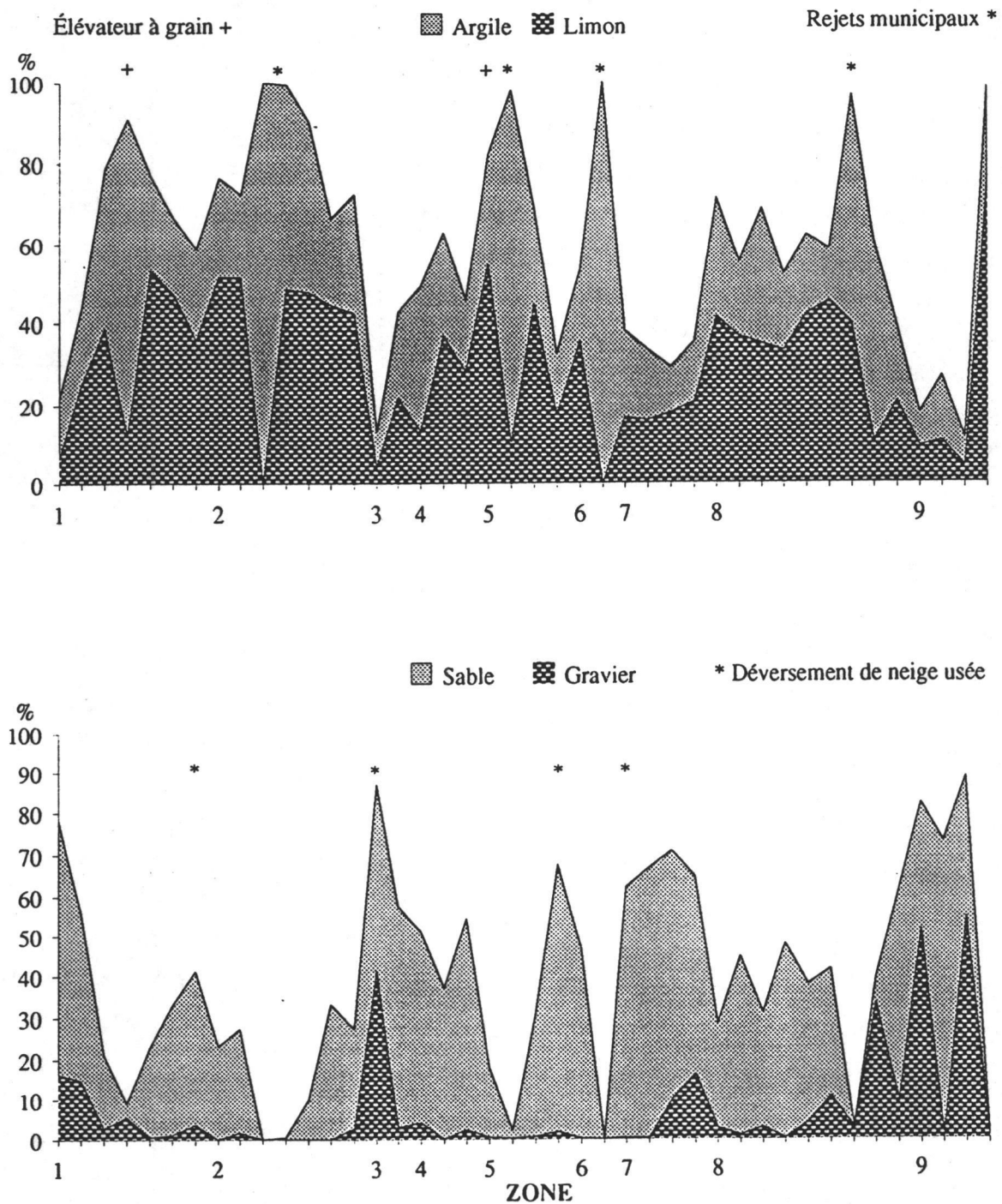


Figure 3.1 Fractions granulométriques des échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. Les fractions granulométriques sont:

Argile: $< 4 \mu\text{m}$ Limon: $4 \mu\text{m}$ à $63 \mu\text{m}$ Sable: $63 \mu\text{m}$ à 2 mm Gravier: $> 63 \text{ mm}$

3.3.2 PARAMETRES GLOBAUX

Matières organiques totales

Les pourcentages de matières organiques totales mesurés sont présentés à la figure 3.2. Les critères d'évaluation de la qualité des sédiments sont représentés sur le graphique; ces critères ont été élaborés pour le COT, mais sont exprimés en fonction de la MOT (il existe une relation empirique entre la matière organique totale et le carbone organique total: $MOT = 2.3 \times COT$).

Comme il a été mentionné au chapitre 2, les eaux usées d'une partie importante du territoire de la CUM sont déversées au fleuve, en amont du pont-tunnel. Il n'est donc pas étonnant d'observer que les échantillons de sédiments prélevés dans les zones 1, 2, 3, 4, 5 et 6 présentent un pourcentage de matière organique plus élevé que le critère non-acceptable. Les pourcentages sont toutefois plus faibles dans le cas de sédiments prélevés dans les zones de transport et de contre-courant (zones 3 et 4).

Le volume de rejets municipaux déversé au fleuve, en aval du pont-tunnel, est relativement faible; conséquemment, les pourcentages de MOT observés pour les zones 7, 8 et 9 se situent entre les limites acceptable et non acceptable des critères de Vigneault.

Les teneurs en eau sont également présentées à la figure 3.2. Les teneurs en eau mesurées chez Novalab sont systématiquement plus faibles que celles mesurées chez Éco-Recherches. La différence peut être attribuable aux procédures en laboratoire (température et durée de la période d'assèchement des sédiments). La différence est toutefois probablement reliée au fait que les composés ont été préparés chez Novalab environ 5 mois après la période d'échantillonnage.

Les paramètres analysés par le laboratoire Novalab sont des composés organiques non-volatils (BPC et HAP). Les concentrations mesurées sont exprimées en mg/kg, poids sec. La diminution observée pour les teneurs en eau dans les sédiments, après une période de 5 mois d'entreposage au congélateur, ne devrait donc pas entraîner de variation importante dans les concentrations mesurées pour les contaminants organiques.

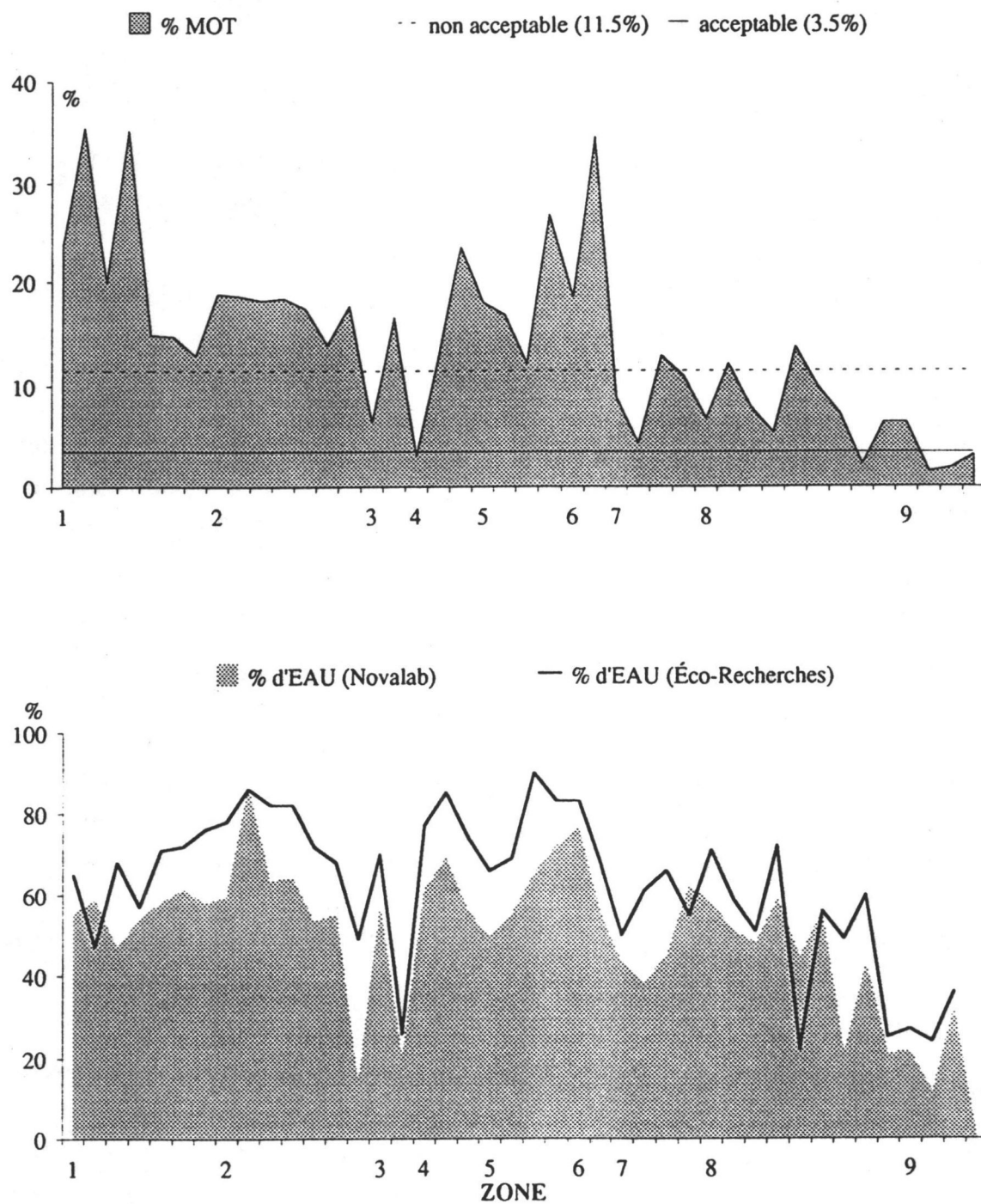


Figure 3.2 Pourcentages de matières organiques totales (MOT) mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. Les teneurs en eau mesurées par les deux laboratoires sous-contractants sont présentés à la figure du bas.

Huiles et graisses

Les teneurs mesurées en huiles et graisses sont présentées à la figure 3.3. Les critères de Vigneault sont indiqués sur le graphique. Toutes les valeurs obtenues pour les huiles et graisses totales sont plus élevées que le critère non acceptable, à l'exception de celles mesurées pour les sédiments prélevés dans la zone 9 (aires de mouillage).

Les zones d'accumulation situées dans les zones d'influence des rejets municipaux contiennent généralement une proportion plus élevée d'huiles et graisses d'origine organique (zones 1, 2 et 6). Dans la zone des terminaux pétroliers (zone 8), les huiles et graisses sont presque exclusivement d'origine minérale (hydrocarbures de type pétrolier).

La figure 3.4 présente une comparaison entre les valeurs obtenues pour les huiles et graisses et le pourcentage des fractions limon et argile des sédiments. La corrélation entre les huiles et graisses et la fraction fine des sédiments est plus significative dans le cas des huiles et graisses totales ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.419$; $p = 0.0001$) que dans celui des huiles et graisses organiques ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.282$; $p = 0.0187$) ou minérales ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.252$; $p = 0.0085$).

La figure 3.4 présente également une comparaison entre les valeurs obtenues pour les huiles et graisses et la matière organique totale. Dans ce cas, la corrélation est plus significative pour les huiles et graisses totales ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.441$; $p = 0.0001$) et les huiles et graisses organiques ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.467$; $p = 0.0001$) que pour les huiles et graisses d'origine minérale ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.231$; $p = 0.031$).

Il semblerait donc que les teneurs en huiles et graisses soient associées à la fois à la fraction fine des sédiments et au contenu en matières organiques. Cette association est due en partie au fait qu'il existe un recoupement entre ces trois paramètres. En effet, le dosage de la matière organique contenue dans les sédiments englobe une partie des huiles et graisses. De plus, à cause de la méthode employée pour l'analyse des fractions granulométriques, la matière organique est associée à la fraction argile des sédiments (cf. section 2.3.1)

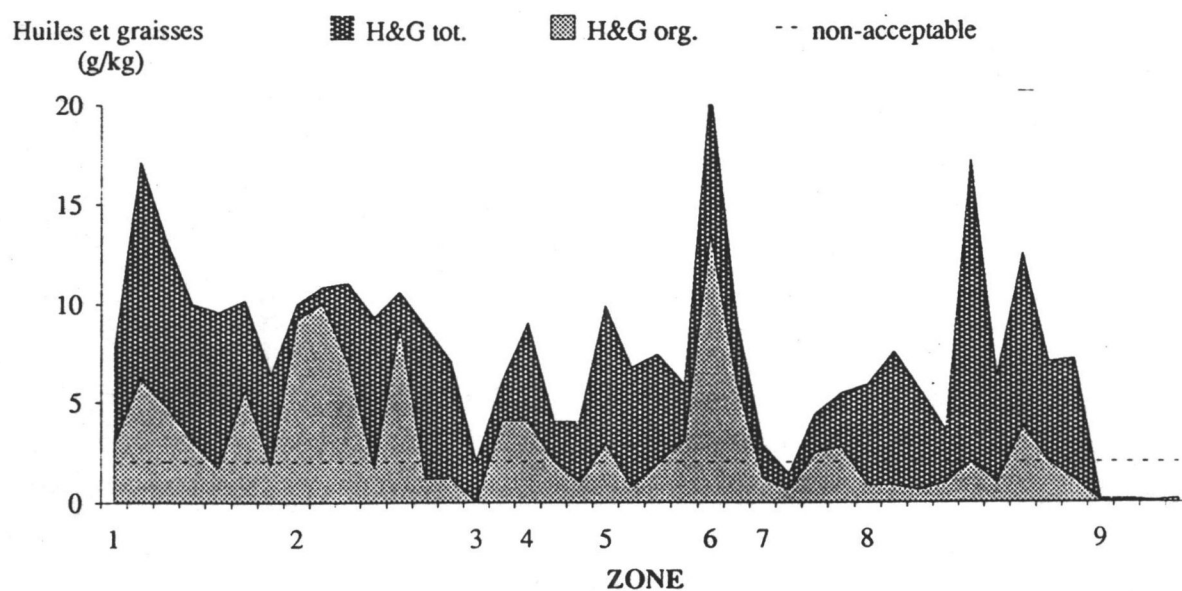
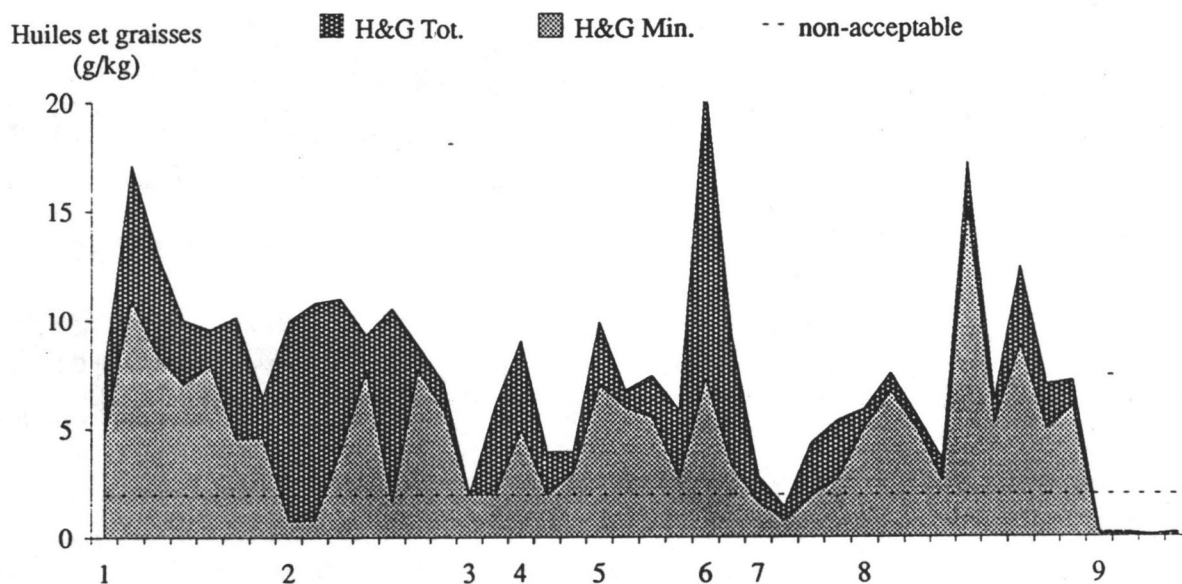


Figure 3.3 Teneurs en huiles et graisses totales, en huiles et graisses minérales et en huiles et graisses d'origine non-minérale (huiles et graisses organiques) mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

--- Critères de Vigneault: accept.: 1 g/kg non accept: 2 g/kg

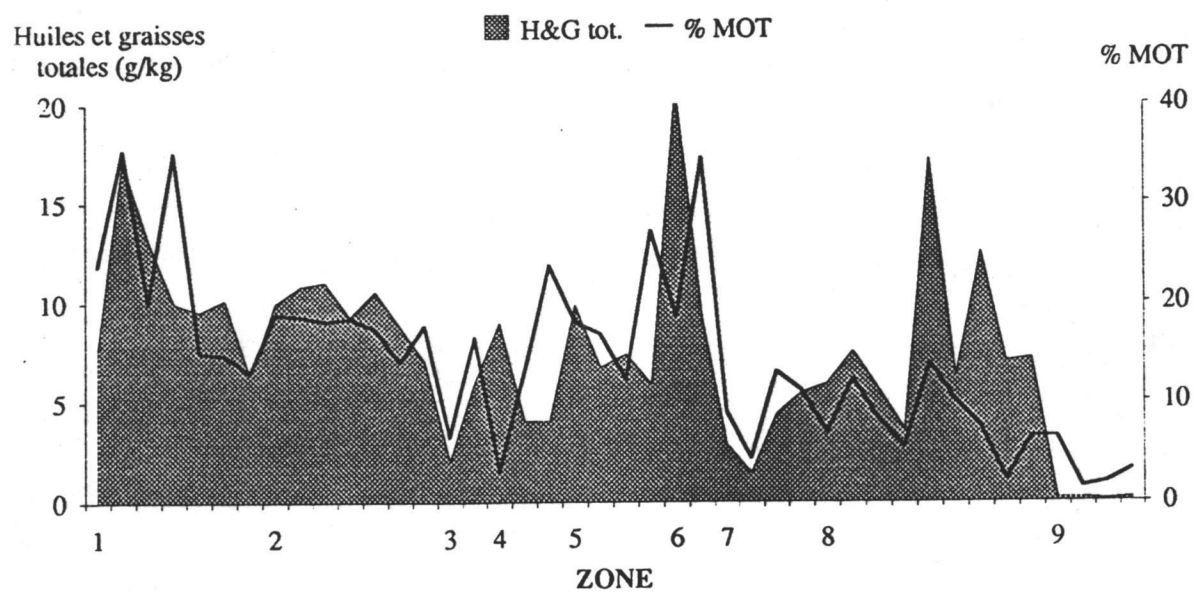
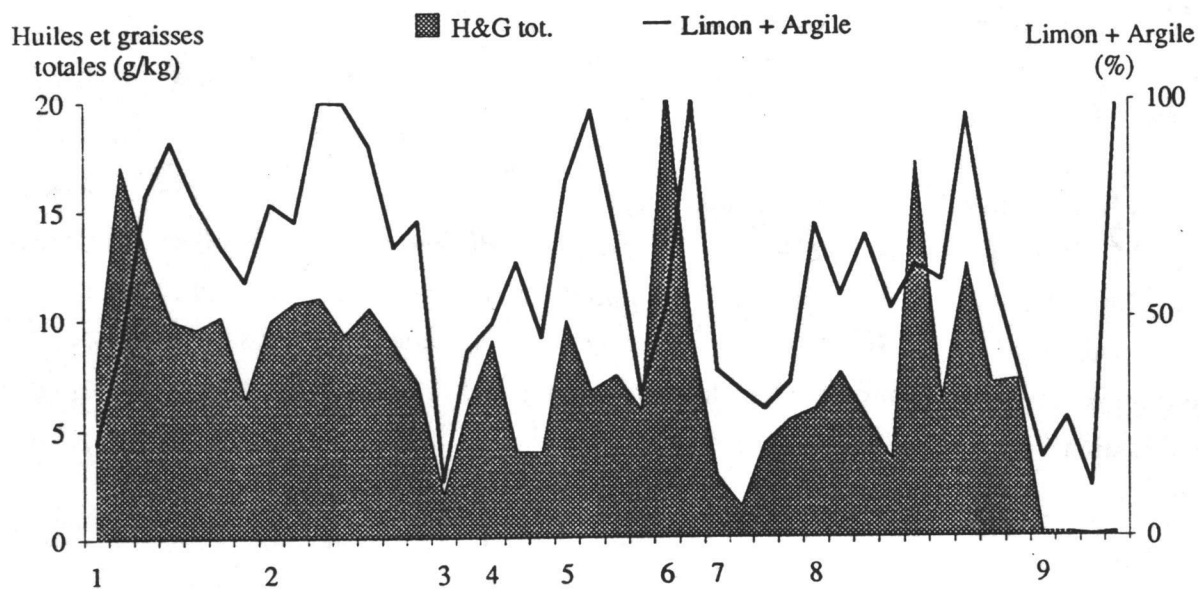


Figure 3.4 Corrélations entre les teneurs en huiles et graisses, les fractions limon et argile et la matière organique dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

H&G - L+A: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.419$ $p = 0.0001$

H&G - MOT: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.441$ $p = 0.0001$

3.3.3 PARAMETRES INORGANIQUES

CADMIUM

Les résultats obtenus pour le cadmium montrent que les zones 1, 2 et 5 sont contaminées (figure 3.5). Les valeurs mesurées sont particulièrement élevées pour deux composés seulement, soit le #211 (bassin de la gare maritime) et le #522 (bassin de la MIL Vickers). Les résultats obtenus pour deux composés de la zone 1 et trois composés de la zone 5 se situent à la limite du critère. Les résultats obtenus pour tous les autres composés se situent en dessous de la limite de quantification (70% des valeurs mesurées sont < 3 mg/kg).

Zones 1 et 2

La contamination observée dans les zones 1 et 2 semble être reliée à la présence d'une source ponctuelle. En effet, le résultat obtenu pour le composé #211 (gare maritime) est beaucoup plus élevé que ceux obtenus pour les composés #113 (bassin Windmill) et #131 (chenal maritime). Le déplacement des navires dans le bassin de la gare maritime favorise la remise en suspension des sédiments, et pourrait entraîner la contamination observée dans le bassin Windmill et le chenal maritime.

La principale source actuelle de polluants dans le bassin de la gare maritime est associée aux eaux usées municipales déversées par le collecteur Saint-Jacques (émissaire #2-A sur l'annexe cartographique).

Zone 5

La contamination observée pour les quatre composés de la zone 5 semble également être reliée à la présence d'une source ponctuelle. Le résultat obtenu pour le composé #522 correspond à environ 5 fois le critère non acceptable de Vigneault, tandis que ceux obtenus pour les trois autres composés de la zone se situent à la limite du critère. La présence d'un contre-courant important dans la zone 5 serait favorable à la diffusion des apports dans la colonne d'eau ou à la remise en suspension des sédiments contaminés.

La source ponctuelle pourrait être associée aux rejets municipaux (émissaires 5-B, 5-C et 5-D sur l'annexe cartographique), aux activités portuaires (entreposage à aire ouverte à la section 57) ou aux activités industrielles de la MIL Vickers.

MERCURE

Les résultats obtenus pour le mercure montrent une contamination importante des zones 1 et 2 (figure 3.5). La moyenne des valeurs obtenues dans ces zones est 1.5 mg/kg, ce qui correspond à une fois et demie le critère non acceptable de Vigneault. Un composé de la zone 4 et trois composés de la zone 5 présentent des teneurs à la limite du critère non acceptable. Les résultats obtenus pour les zones 3, 6, 7 et 8 se situent entre les critères acceptable et non acceptable. Aucune contamination n'a été observée dans les aires de mouillage (zone 9).

La répartition spatiale des teneurs observées dans les zones contaminées et non contaminées est assez homogène. Ceci pourrait indiquer que les apports en mercure sont diffus. Les teneurs élevées observées dans les zones 1 et 2 indiquent toutefois un apport local important; cet effet pourrait être relié à la stabilité des dépôts accumulés en amont de la pointe de la Cité du Havre.

La présence de mercure dans les sédiments semble associée à la présence de matériaux fins, soit la matière organique ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.562$; $p = 0.0001$) ou les fractions limon et argile ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.5101$; $p = 0.0001$). La présence de mercure dans les sédiments est également associée aux teneurs en huiles et graisses ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.346$; $p = 0.0012$). Une comparaison entre ces différents paramètres est présentée à la figure 3.6.

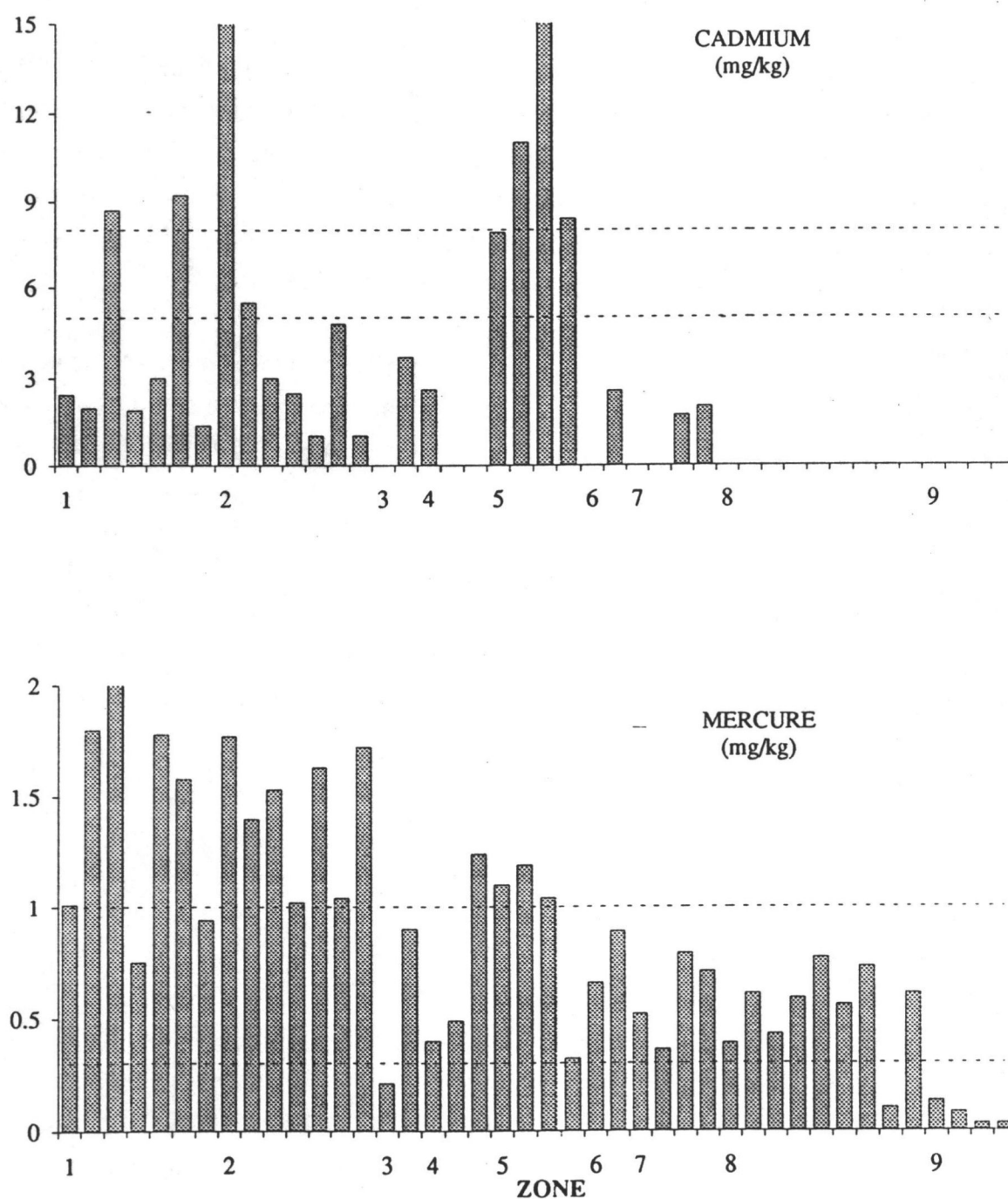


Figure 3.5 Teneurs en cadmium et en mercure mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

--- Critères de Vigneault: acceptable: Cd: 5 mg/kg Hg: 0.3 mg/kg
non acceptable: Cd: 8 mg/kg Hg: 1.0 mg/kg

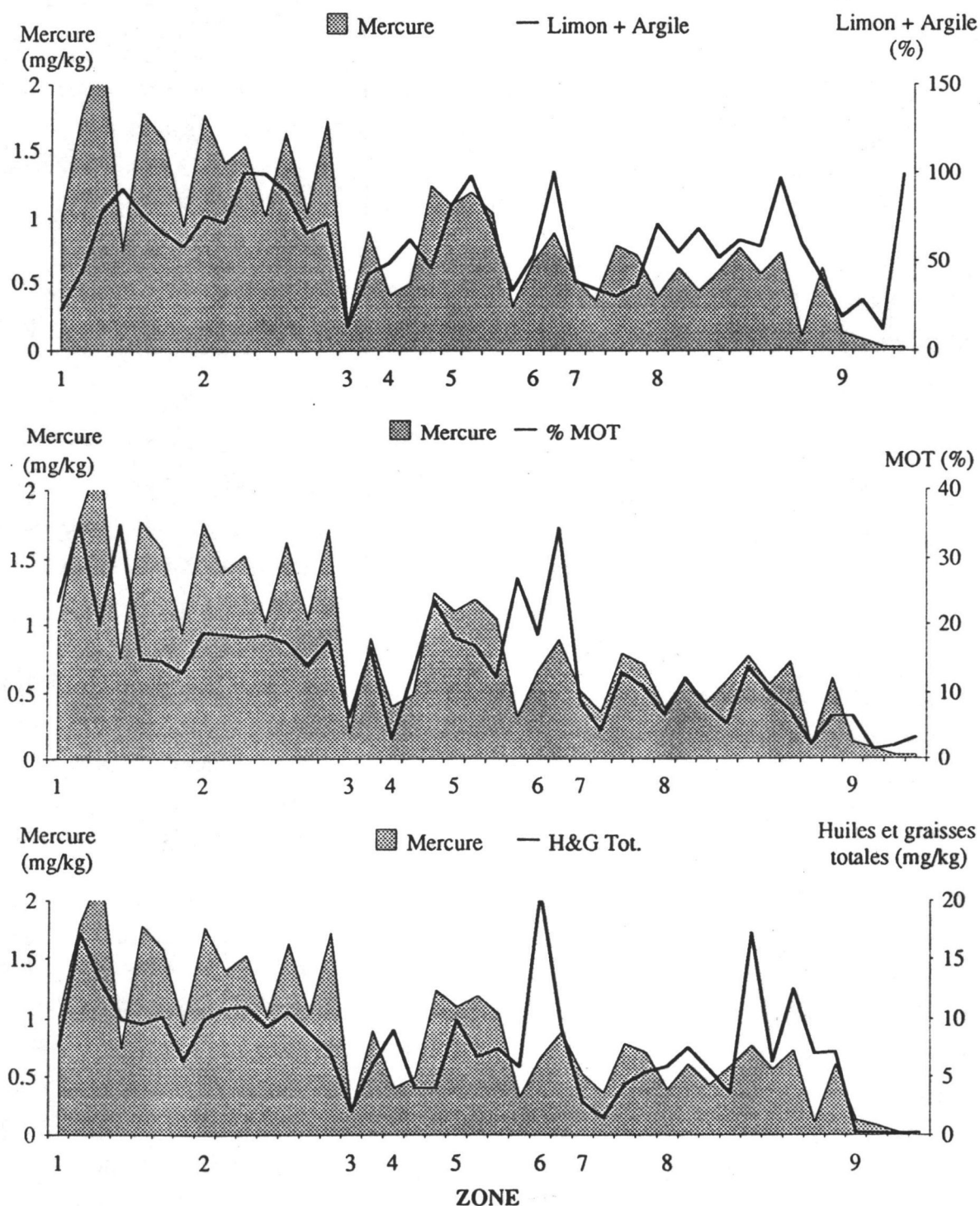


Figure 3.6 Corrélations entre les teneurs en mercure, les fractions limon et argile, la matière organique totale et les huiles et graisses totales.

Hg - L&A: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.346$ $p = 0.0012$

Hg - MOT: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.562$ $p = 0.0001$

Hg - H&G: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.510$ $p = 0.0001$

PLOMB, ZINC, CUIVRE

Les résultats présentés à la figure 3.7 montrent que tous les sédiments prélevés dans le port de Montréal sont contaminés en plomb, en zinc et en cuivre, à l'exception des aires de mouillage (zone 9). Les teneurs mesurées pour ces trois éléments varient entre 2 et 15 fois le critère non acceptable de Vigneault, en moyenne.

Dans le cas du plomb, les zones 1 et 2 sont les plus contaminées; les eaux de ruissellement déversées au fleuve dans ce secteur du port constituent probablement un apport important en plomb (le territoire drainé englobe le centre-ville de Montréal).

Dans le cas du zinc, la zone 5 est la plus contaminée; le résultat obtenu pour les sédiments prélevés dans la partie est du bassin de la MIL Vickers atteint 60 fois le critère de Vigneault. Cette contamination est probablement due à un apport industriel local, soit par la MIL Vickers ou par des rejets industriels déversés par l'intermédiaire du réseau municipal (émissaires 5-A et 5-B sur l'annexe cartographique).

Dans le cas du cuivre, la zone 8 est la plus contaminée; cette contamination est reliée à l'effluent industriel de Noranda Ltée, division CCR. Cette compagnie procède à l'affinage et la mise en forme de cuivre, d'alliages de cuivre et de métaux précieux. Les effluents de procédés sont chargés en solides en suspension, en cuivre et autres métaux lourds (dont l'arsenic, le sélénium, le chrome et le nickel). Les eaux usées sont déversées au fleuve par l'intermédiaire du collecteur Durocher (émissaire 8-E sur l'annexe cartographique).

À l'exception des zones très fortement contaminées (zones 1 et 2 pour le plomb, zone 5 pour le zinc et zone 8 pour le cuivre), la répartition spatiale de ces trois éléments dans les sédiments prélevés sur le territoire du port est assez similaire. Les corrélations plomb-zinc, plomb-cuivre et zinc-cuivre sont hautement significatives (figure 3.8).

Comme dans le cas du mercure, les teneurs mesurées sont corrélées avec la présence de matériaux fins, d'huiles et graisses et de matière organique: le coefficient de corrélation (τ_{Kendall}) varie entre 0.30 et 0.50 et la probabilité associée entre 0.0001 et 0.01, pour les corrélations (Pb, Zn, Cu) - MOT, (Pb, Zn, Cu) - H&G et (Pb, Zn, Cu) - (argile + limon).

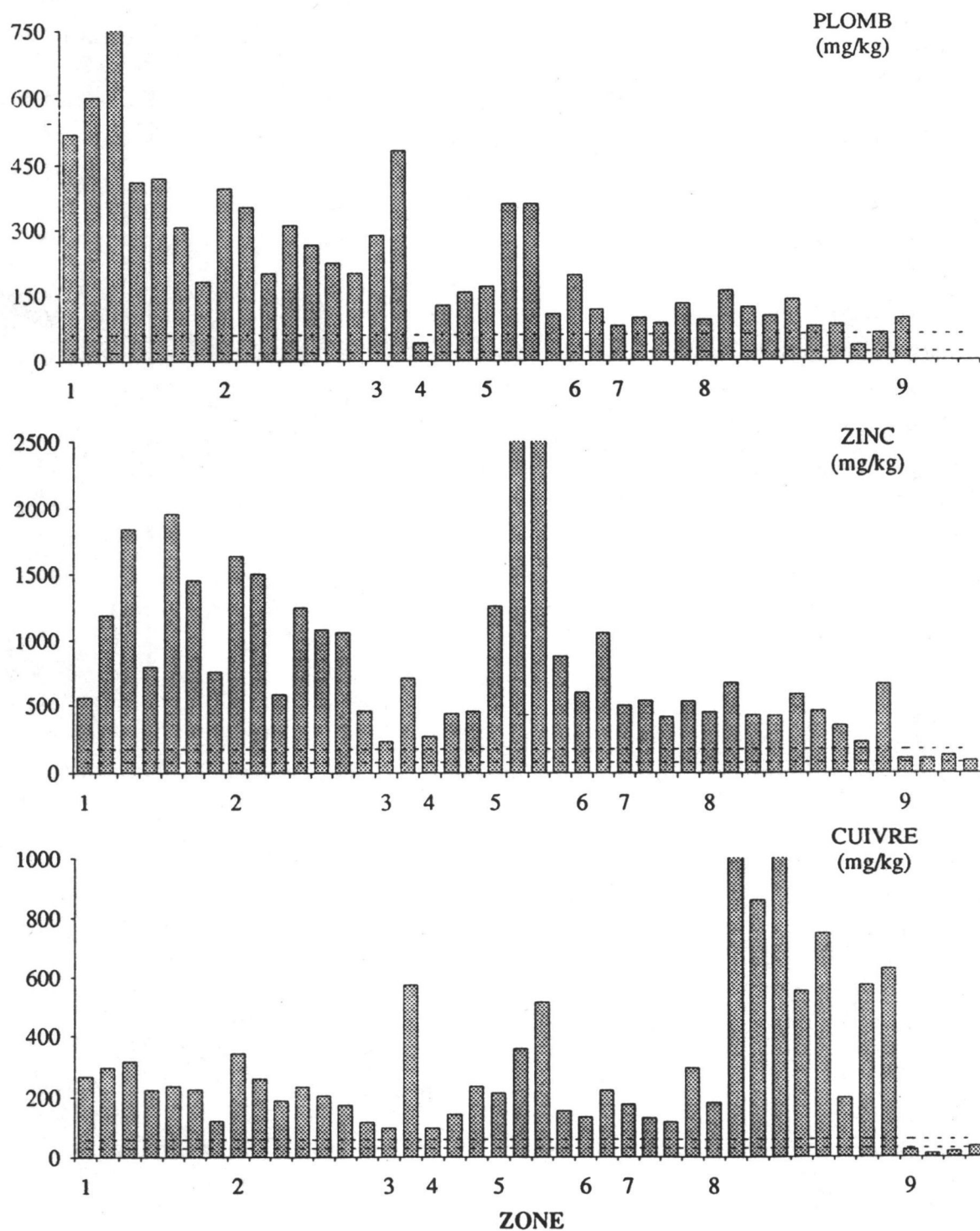


Figure 3.7 Teneurs en plomb, zinc et cuivre mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

--- Critères de Vigneault: accept.: Pb: 20 mg/kg Zn: 80 mg/kg Cu: 30 mg/kg
non acc.: Pb: 60 mg/kg Zn: 175 mg/kg Cu: 60 mg/kg

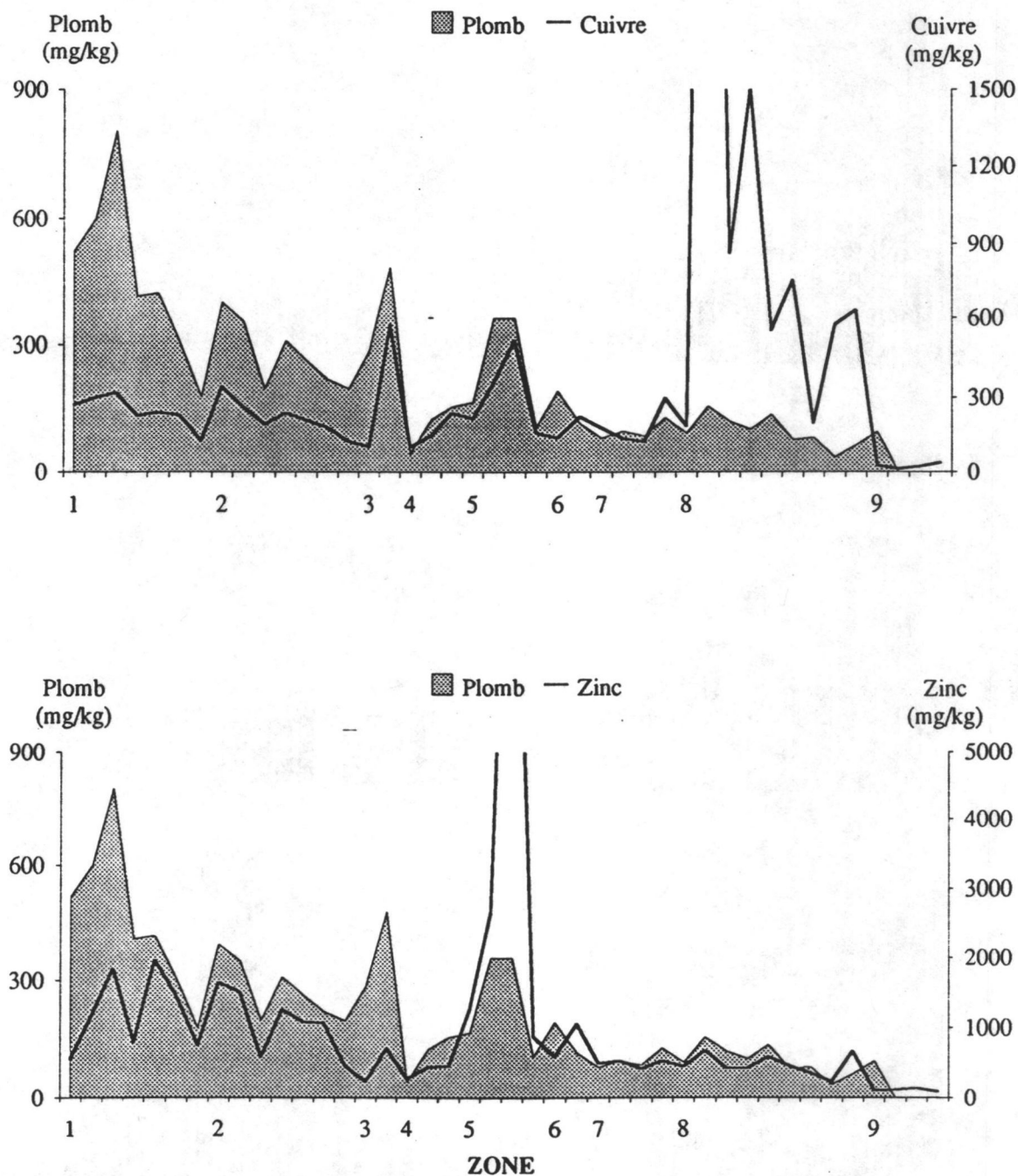


Figure 3.8 Corrélation entre les teneurs en plomb, zinc et cuivre dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

Pb - Zn: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.468$ $p = 0.0001$

Pb - Cu: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.531$ $p = 0.0001$ (en omettant la zone 8)

Cu - Zn: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.629$ $p = 0.0001$ (en omettant la zone 8)

CHROME, COBALT, NICKEL

Les résultats obtenus pour le chrome, le cobalt et le nickel sont présentés à la figure 3.9.

Les résultats obtenus pour le cobalt sont en majeure partie inférieurs à la limite de quantification. Une valeur élevée est cependant observée dans le cas d'un composé de la zone 4. Il est à noter qu'il n'existe pas de critère d'évaluation de la qualité des sédiments, dans le cas du cobalt (cf. tableau 3.3).

Dans le cas du chrome et du nickel, la zone 8 semble contaminée. La majorité des valeurs mesurées dans les autres zones sont plus faibles que le critère non acceptable de Vigneault. La corrélation entre les résultats obtenus pour ces deux contaminants est très bonne (figure 3.10). Une concentration élevée en nickel, dans un composé de la zone 5, ne semble pas associée à une forte teneur en chrome; une teneur élevée en cadmium a cependant été observée pour ce composé (voir ci-haut).

La corrélation entre le chrome, le nickel et le cuivre est également très bonne (figure 3.10). Comme il a été mentionné plus haut, la contamination marquée de la zone 8 pour ces trois éléments est reliée aux rejets de Noranda Ltée, division CCR.

ARSENIC, SÉLÉNIUM

Les résultats obtenus pour l'arsenic et le sélénium sont présentés à la figure 3.11. Dans le cas de l'arsenic, plusieurs valeurs mesurées sont plus élevées que le critère de Vigneault: les zones 1, 3, 5 et 8 semblent contaminées. Il est à souligner, cependant, que les critères non acceptables de l'EPA, du MOE et d'Environnement Canada sont plus élevés que ceux de Vigneault (tableau 3.3).

Dans le cas du sélénium, tous les résultats obtenus sont égaux ou inférieurs à la limite de détection, à l'exception de la zone 8. La contamination marquée en arsenic et en sélénium dans cette zone est reliée aux rejets industriels de Noranda Ltée.

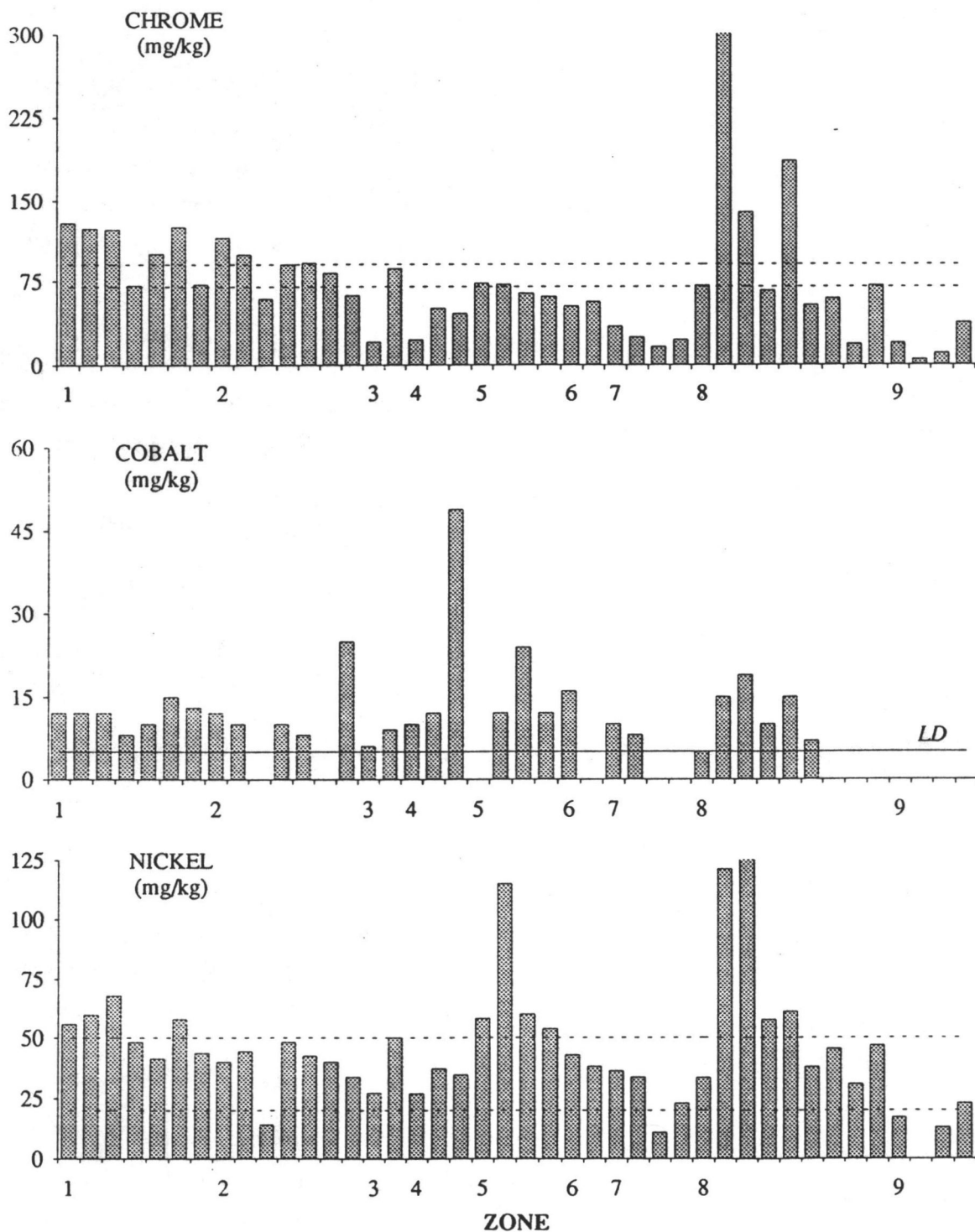


Figure 3.9 Teneurs en chrome, cobalt et nickel mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. .

--- Critères de Vignault: Cr: accept.: 70 mg/kg non accept.: 90 mg/kg

--- Critères de l'EPA: Ni: accept.: 20 mg/kg non accept.: 50 mg/kg

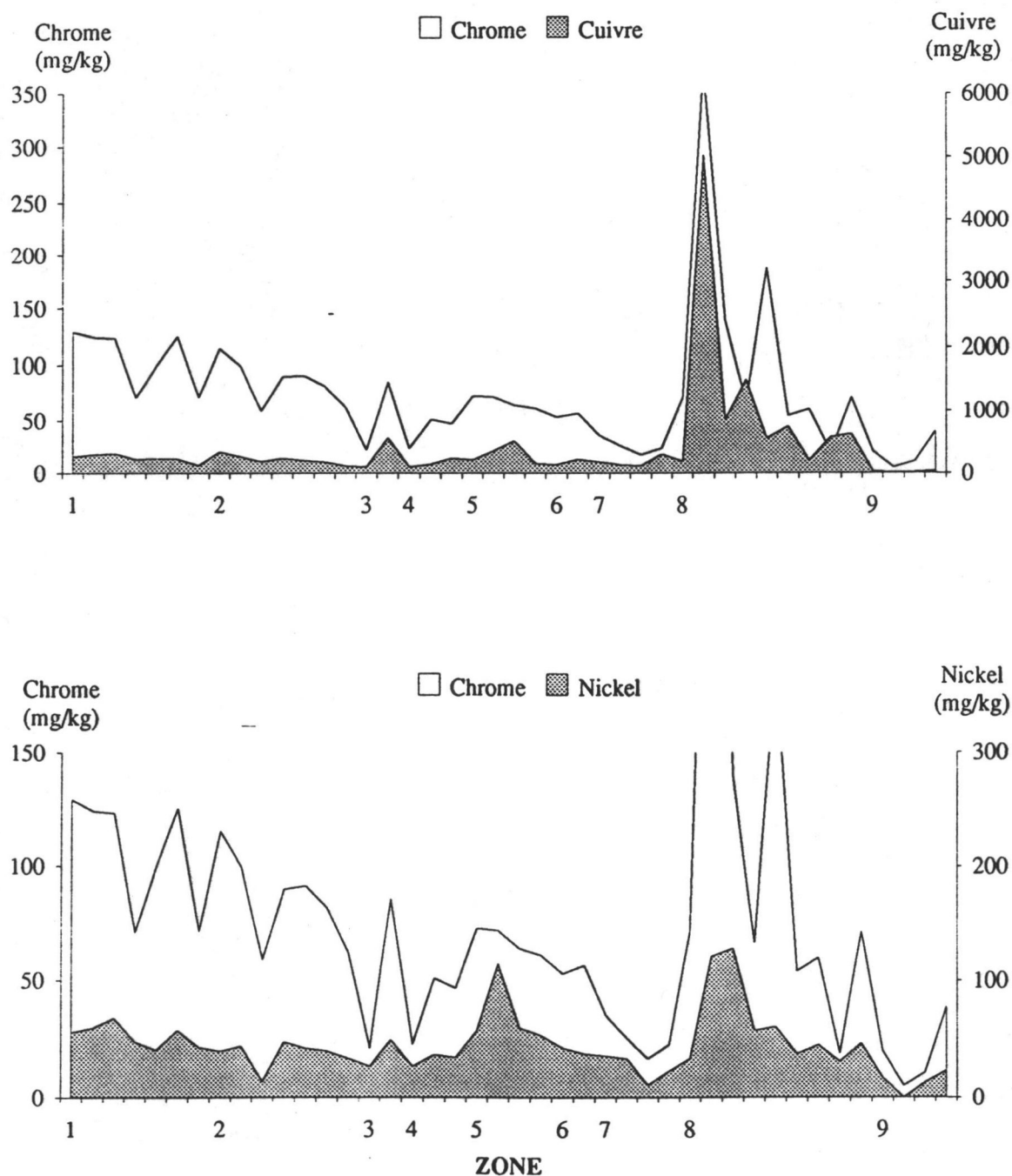


Figure 3.10 Corrélation entre les teneurs en chrome, nickel et cuivre dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

Cr - Cu: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.499$ $p = 0.0001$

Cr - Ni: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.640$ $p = 0.0001$

Cu - Ni: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.526$ $p = 0.0001$

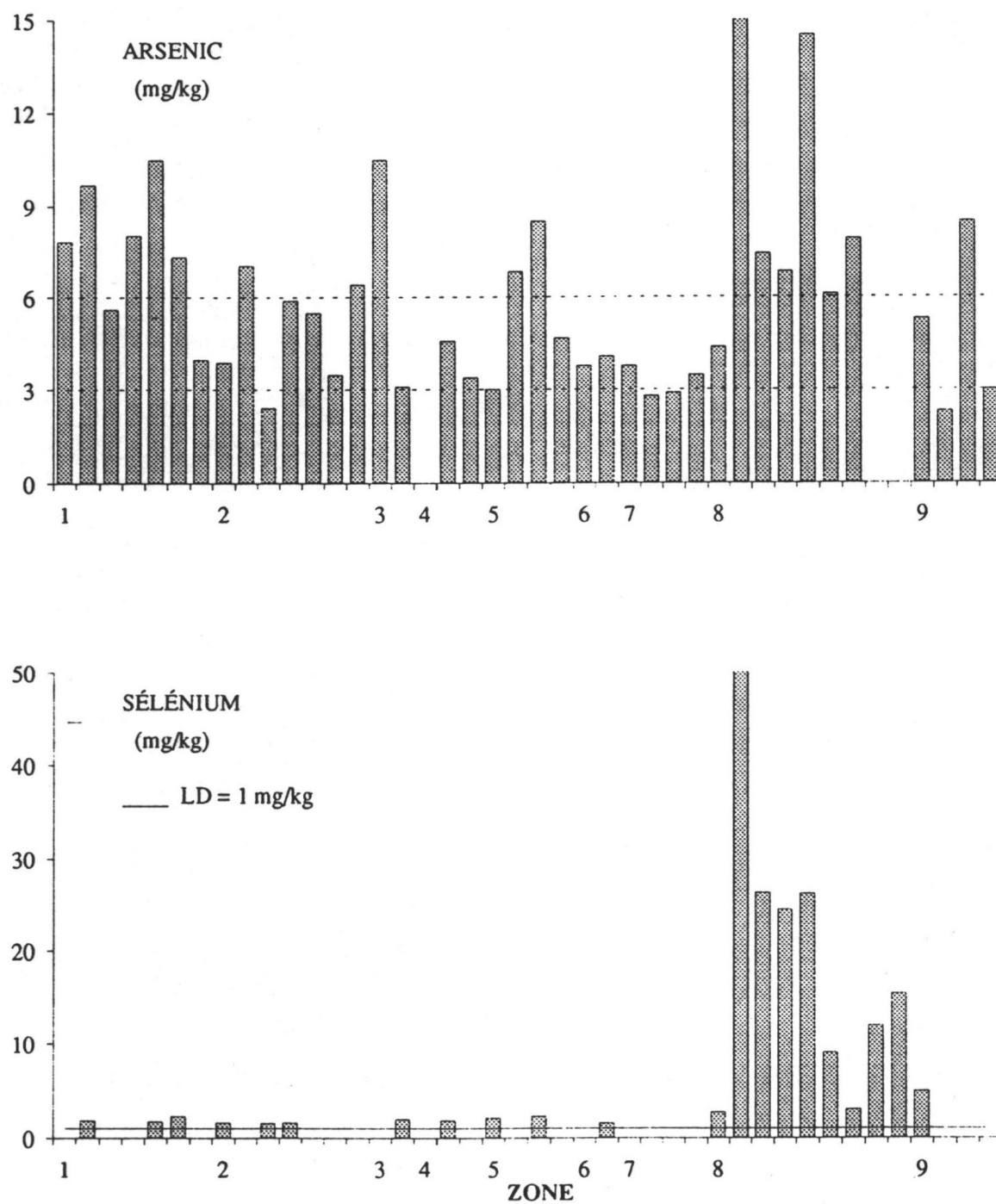


Figure 3.11 Teneurs en arsenic et en sélénium mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

--- Critères de Vigneault: As: accept.: 3 g/kg non accept: 6 g/kg

FER, VANADIUM, TITANE, MANGANESE, ALUMINIUM, MAGNÉSIUM, BORE

Les résultats présentés aux figures 3.12 à 3.14 montrent des répartitions spatiales équivalentes dans les sédiments pour les éléments suivants: fer, vanadium, titane, manganèse, aluminium, magnésium et bore. Ces éléments sont associés aux formations géologiques du bouclier canadien (roches métamorphiques) et leur présence dans les sédiments du port serait probablement reliée aux apports de la rivière des Outaouais, dont les eaux longent la rive sud de l'île de Montréal depuis le lac des Deux-Montagnes.

Les résultats obtenus pour le fer, le vanadium, le titane sont présentés à la figure 3.12. La corrélation entre ces éléments est très forte, et aucune anomalie marquée n'est observée: la répartition spatiale des teneurs mesurées dans les sédiments est équivalente pour les trois éléments. Ceci semble indiquer que les valeurs obtenues sont représentatives des teneurs naturelles dans les sédiments du port de Montréal.

La corrélation entre les valeurs mesurées pour le fer et le manganèse est présentée à la figure 3.13. La répartition spatiale des teneurs est équivalente pour ces deux éléments, à l'exception de la zone 4. La teneur élevée en manganèse observée pour le composé #431 peut être naturelle ou associée à une source ponctuelle. Une teneur élevée en cobalt a également été observée pour ce composé. Les sources anthropiques possibles dans ce secteur sont les rejets municipaux associés au collecteur Lasalle (émissaire 4-C à l'annexe cartographique) et les rejets associées à la manutention de minerais divers à la section 48 (entreposage à ciel ouvert).

La corrélation entre les teneurs en fer et la fraction limon des sédiments est également très bonne (figure 3.13). La corrélation fer-limon ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.408$; $p = 0.0001$) est plus significative que les corrélations fer-argile ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.21$; $p = 0.0498$) ou fer-argile+limon ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.294$; $p = 0.0061$). Les corrélations fer-huiles et graisses ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.178$; $p = 0.0973$) et fer-MOT ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.091$; $p = 0.3979$) ne sont pas significatives. Ceci semble confirmer que le fer est associé à la fraction minéralogique des sédiments.

La corrélation entre les valeurs mesurées pour l'aluminium, le magnésium et le bore est présentée à la figure 3.14. De façon générale, la répartition spatiale des teneurs est similaire pour les trois éléments; la corrélation est cependant moins bonne dans les zones 5 et 6, en particulier pour le bore et le magnésium.

La différence observée peut être d'origine naturelle; en effet, la présence d'un contre-courant important dans la zone 5 peut entraîner une dynamique très différente au niveau des apports fluviaux et des échanges eau / matières en suspension / sédiments. Les différences observées peuvent également être d'origine anthropique; plusieurs émissaires municipaux importants sont localisés à l'intérieur des limites de la zone 5, et un site de déversement de neige usée est situé juste en amont de la zone. Finalement, les différences observées pourraient être reliées à la granulométrie des sédiments car les échantillons prélevés dans ces zones contenaient une forte proportion de sable. Cette dernière hypothèse serait appuyée par la corrélation fer-limon observée à la figure 3.13: la corrélation est généralement positive, sauf dans les sections 4, 5 et 6.

Une teneur élevée en magnésium a été observée dans le chenal maritime (composé #131). Cette 'anomalie' est probablement naturelle, car aucune source locale de polluants n'a été identifiée dans cette partie du chenal maritime. De plus, dans le cas où cette valeur élevée serait due à des apports en magnésium en aval de la pointe de la Cite-du-Havre, une contamination aurait probablement été observée dans les autres bassins des zones 1 et 2.

CALCIUM, STRONTIUM

La corrélation entre le calcium et le strontium est présentée à la figure 3.15. Ces deux éléments sont associés de façon naturelle dans les roches sédimentaires des basses terres du Saint-Laurent.

Il est intéressant de noter une certaine corrélation entre le calcium et la fraction gravier des sédiments (figure 3.15); cette corrélation est peut-être factice, car la fraction gravier n'est pas soumise aux analyses chimiques. Cette corrélation pourrait cependant indiquer que la présence des sédiments des basses terres du Saint-Laurent semble associée aux zones de transport, soit celles où la présence de gravier est également observée.

SILICIUM

Les résultats obtenus pour le silicium ne sont pas présentés sous forme graphique, car les teneurs mesurées ne sont pas représentatives des concentrations réelles dans les sédiments. En effet, la méthode de digestion employée ne permet pas d'attaquer la fraction sablonneuse (dans laquelle se retrouve le silicium); les teneurs mesurées sont inférieures à 0.05%, même dans le cas où les prélèvements contenaient beaucoup de sable.

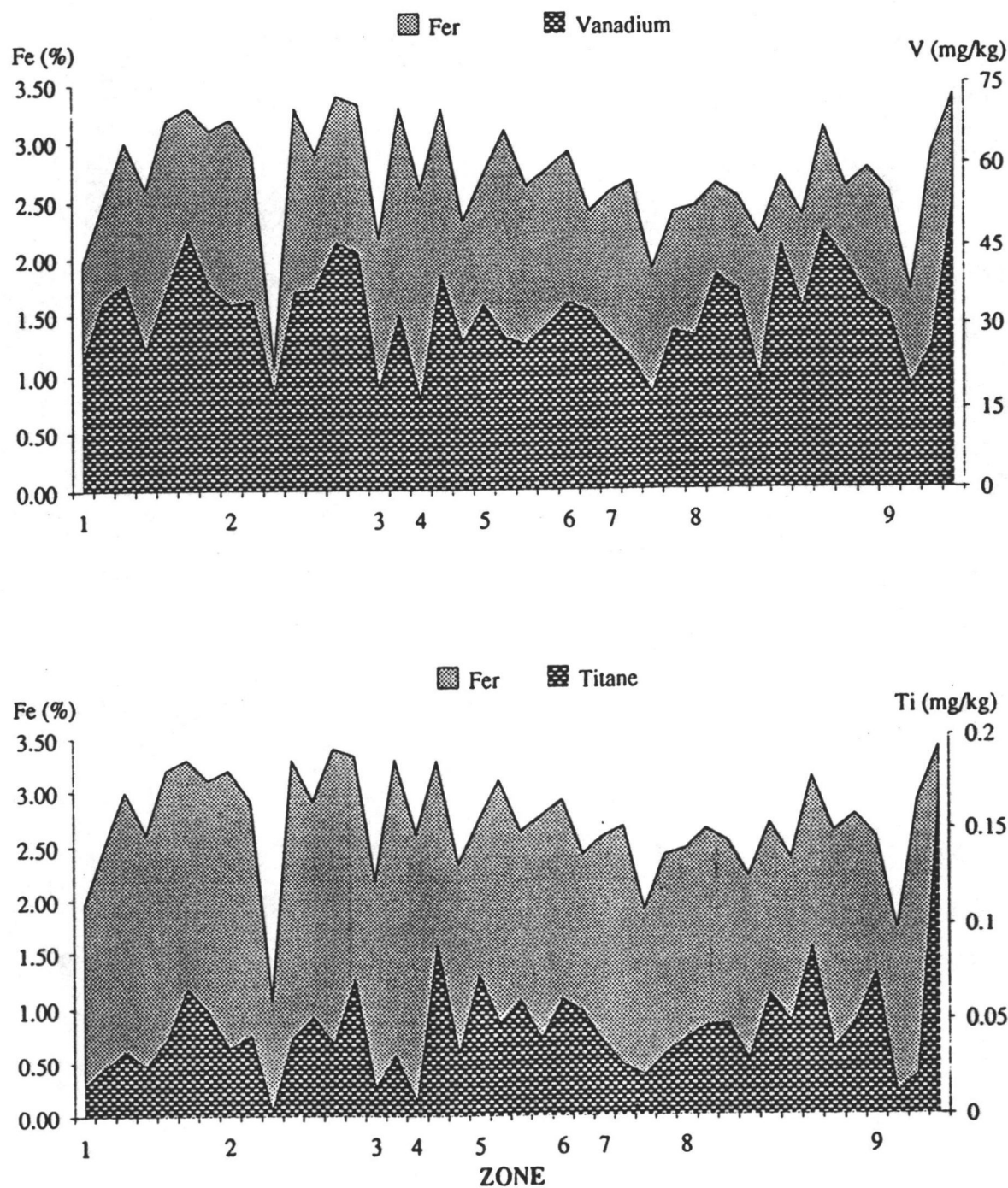


Figure 3.12 Corrélation entre les teneurs en fer, vanadium et titane dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

Fe - V: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.525$ $p = 0.0001$

Fe - Ti: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.387$ $p = 0.0003$

Ti - V: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.535$ $p = 0.0001$

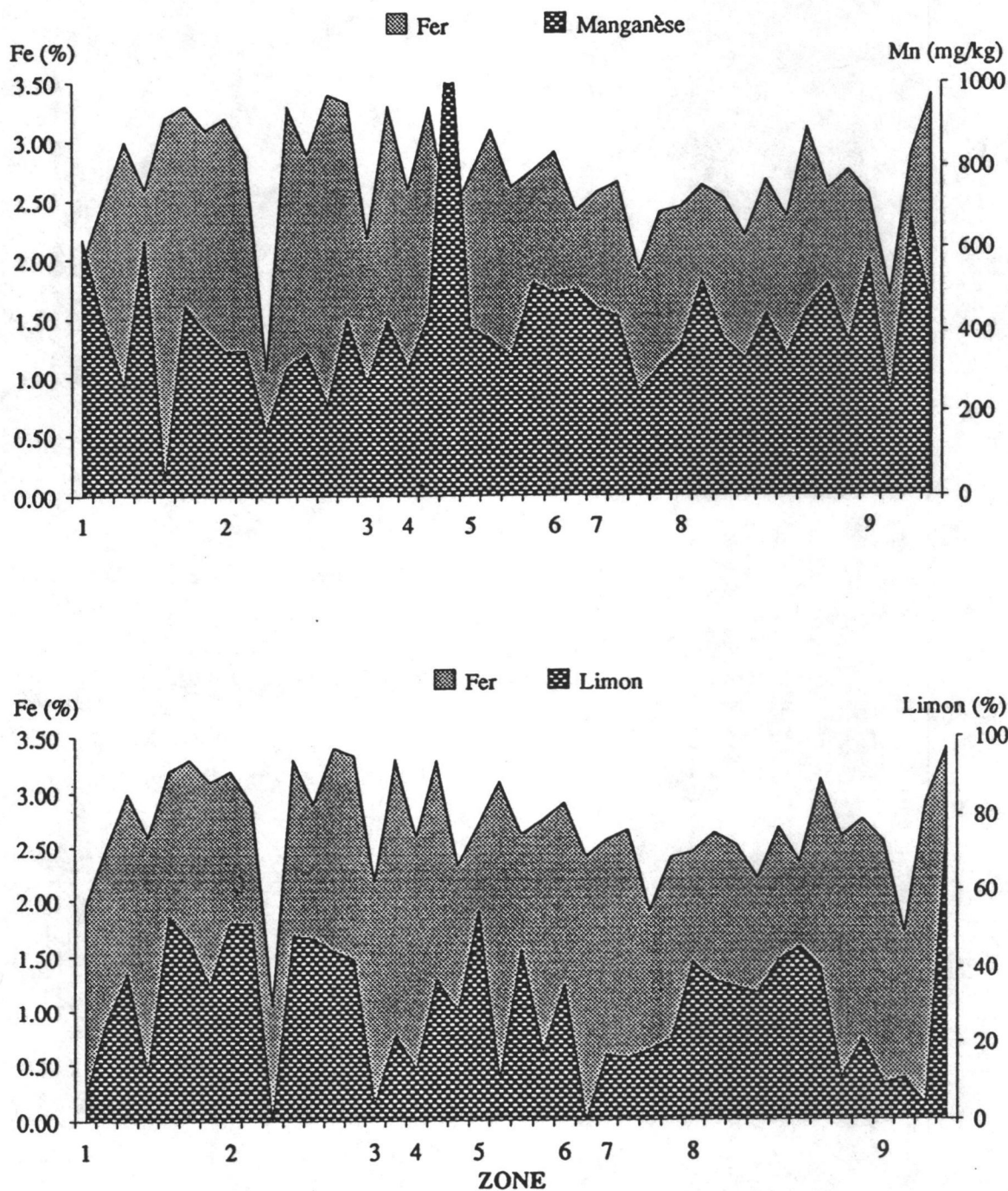


Figure 3.13 Corrélation entre les teneurs en fer et en manganèse dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. La corrélation entre la fraction limon et les teneurs en fer est présentée à la figure du bas.

Fe - Mn: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.544$ $p = 0.0023$ (zones 7, 8 et 9 seulement)

Fe - limon: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.408$ $p = 0.0001$

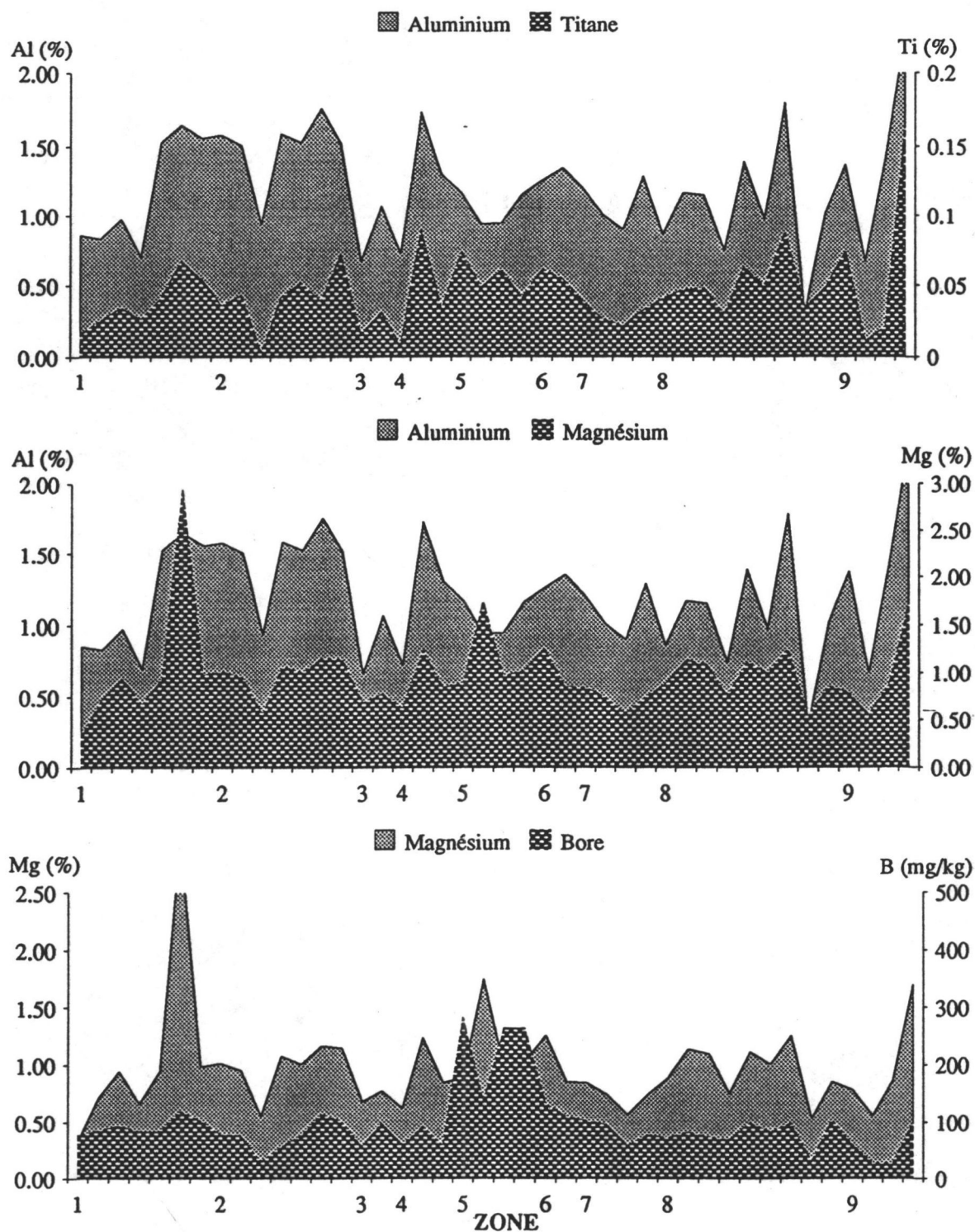


Figure 3.14 Corrélation entre les teneurs en aluminium, titane, magnésium et bore dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

Al - Ti: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.425$ $p = 0.0001$

Al - Mg: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.546$ $p = 0.0001$

Mg - B: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.397$ $p = 0.0002$

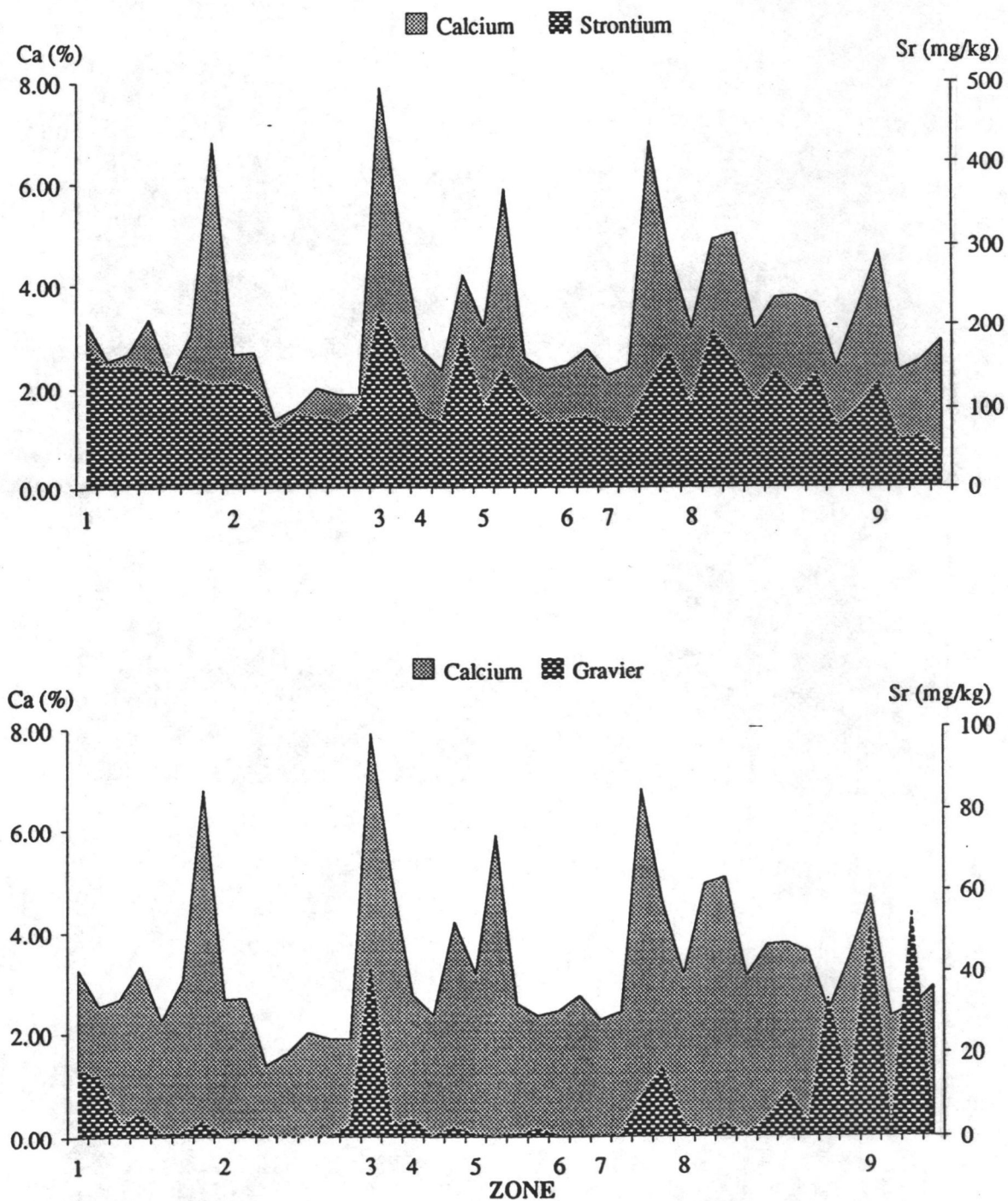


Figure 3.15 Corrélation entre les teneurs en calcium et en strontium dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. La corrélation entre la fraction gravier et les teneurs en calcium est présentée à la figure du bas.

Ca - Sr: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.472$ $p = 0.0001$

Ca - gravier: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.346$ $p = 0.0001$

3.3.4 PARAMETRES ORGANIQUES

BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC)

Les résultats présentés à la figure 3.14 montrent que presque tous les sédiments prélevés dans le port de Montréal sont contaminés en BPC, à l'exception des aires de mouillage. Les zones 1 et 2 sont les plus contaminées; les teneurs mesurées atteignent 30 fois le critère de Vigneault, dans la zone 1.

Les répartitions spatiales observées pour les deux types d'Aroclore (1254 et 1260) sont similaires dans les zones 1, 2, 7, 8 et 9. Les teneurs mesurées sont plus élevées pour l'un ou l'autre des Aroclore dans les zones 3, 4, 5 et 6. La raison pour laquelle la distribution des Aroclore varie d'une zone à l'autre est indéterminée. Il est à noter toutefois que la quantification des deux types de mélange est souvent délicate à effectuer, car les chromatogrammes sont superposés; l'analyse des différences observées est donc plus ou moins pertinente.

La contamination marquée dans les zones 1 et 2 semble indiquer un apport local important. Le mercure est également un contaminant prédominant dans ces zones, et la corrélation entre les PBC et le mercure est significative ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.595$; $p = 0.0001$).

Les corrélations entre les teneurs en BPC, en MOT et en huiles et graisses sont aussi statistiquement significatives (figure 3.17). La corrélation BPC et fraction fine des sédiments (argile et limon) est positive, mais à la limite du test de signification ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.210$; $p = 0.051$). Les biphényles polychlorés semblent donc principalement associés à la matière organique contenue dans la fraction fine des sédiments.

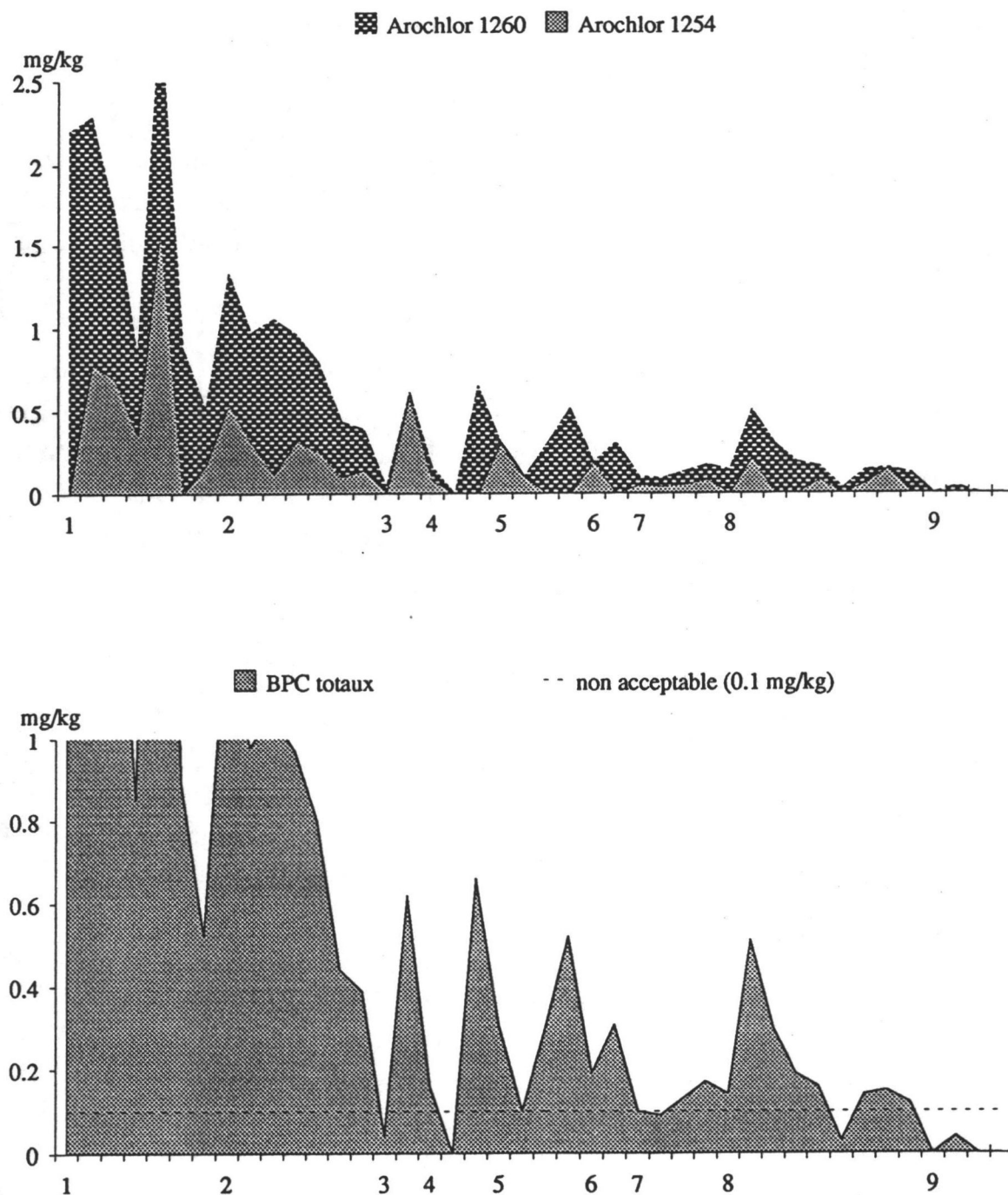


Figure 3.16 Teneurs en Aroclors 1254 et 1260 mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. Le niveau de contamination des sédiments par rapport au critère de Vigneault est présenté à la figure du bas.

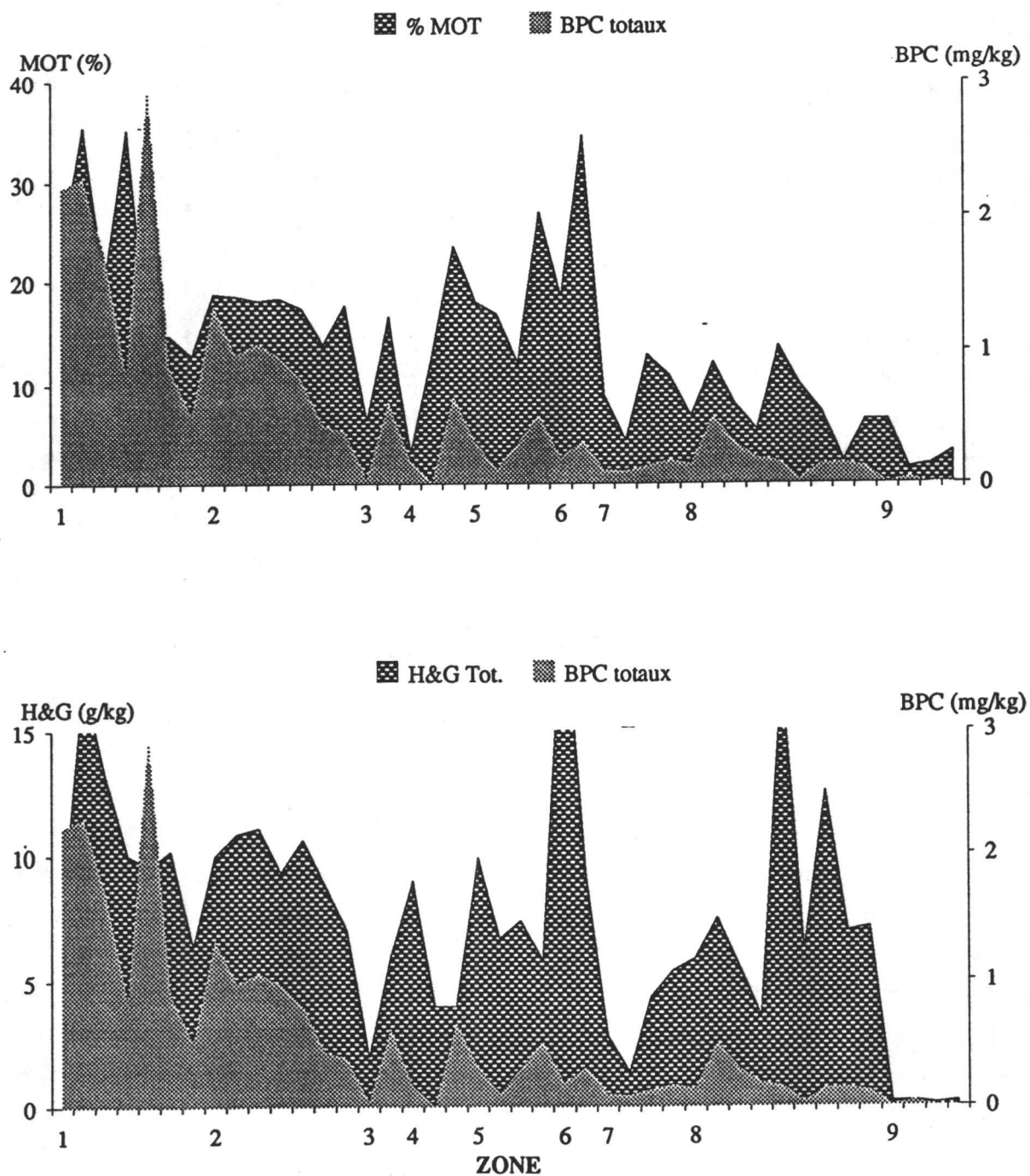


Figure 3.17 Corrélation entre les teneurs en BPC totaux, en matières organiques et en huiles et graisses dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

BPC - MOT: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.537$ $p = 0.0001$

BPC - H&G: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.480$ $p = 0.0001$

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

Les résultats obtenus pour les HAP sont présentés à la figure 3.18. Selon les critères établis par la région du Pacifique et du Yukon (cf. tableau 3.3), les teneurs mesurées en HAP totaux sont plus élevées que le critère de sélection sur l'ensemble du territoire, à l'exception des aires de mouillage. Dans les zones 1 et 3, les teneurs peuvent atteindre 100 fois le critère proposé.

Cependant, les teneurs mesurées pour les HAP de faible poids moléculaire sont plus élevées que le critère non-acceptable dans les zones 1, 3 et 8 seulement. Aussi, les teneurs en HAP de poids moléculaire élevé sont au delà de la limite non-acceptable pour les zones 1 et 3 seulement. Ceci indique qu'à l'exception des zones 1, 3 et 8, des bioessais doivent être effectués pour déterminer si les teneurs sont trop élevées pour le rejet en eau libre des sédiments contaminés.

Une concentration très élevée en HAP a été obtenue pour l'échantillon #311 (278 mg/kg). Cet échantillon a été prélevé dans une zone turbulente localisée près d'une aire d'entreposage à aire ouverte (cf. annexe cartographique). Le matériau entreposé à la section 34 est du coke, un produit de combustion incomplète du charbon, utilisé en métallurgie par exemple pour la fabrication de fonte et d'acier. Il est reconnu que les résidus de coke contiennent des fortes teneurs en HAP. La valeur élevée obtenue pour cet échantillon semble donc indiquer une contamination locale des sédiments par l'exploitation du site d'entreposage à la section 34.

Il est à noter que l'échantillon #311 a été prélevé dans une zone turbulente et est constitué de 90% de sable et gravier. Cet échantillon a été inclus dans le contrôle de qualité externe, de façon à pouvoir évaluer la précision et l'exactitude des valeurs mesurées pour des teneurs élevées, et pour vérifier si le résultat obtenu dans le cadre des analyses régulières est exact. Les résultats du contrôle de qualité externe des analyses ont montré que cet échantillon est effectivement fortement contaminé, mais de façon non homogène (cf. annexe 1). Cet effet peut être relié à la granulométrie des sédiments prélevés.

La corrélation entre la distribution spatiale des teneurs en HAP, et MOT et en huiles et graisses est statistiquement significative (figure 3.19), lorsque l'on omet le résultat obtenu pour l'échantillon #311. Il n'y a cependant pas de corrélation avec la fraction fine des sédiments et les teneurs en HAP ($\tau_{\text{Kendall}} = 0.019$; $p = 0.862$).

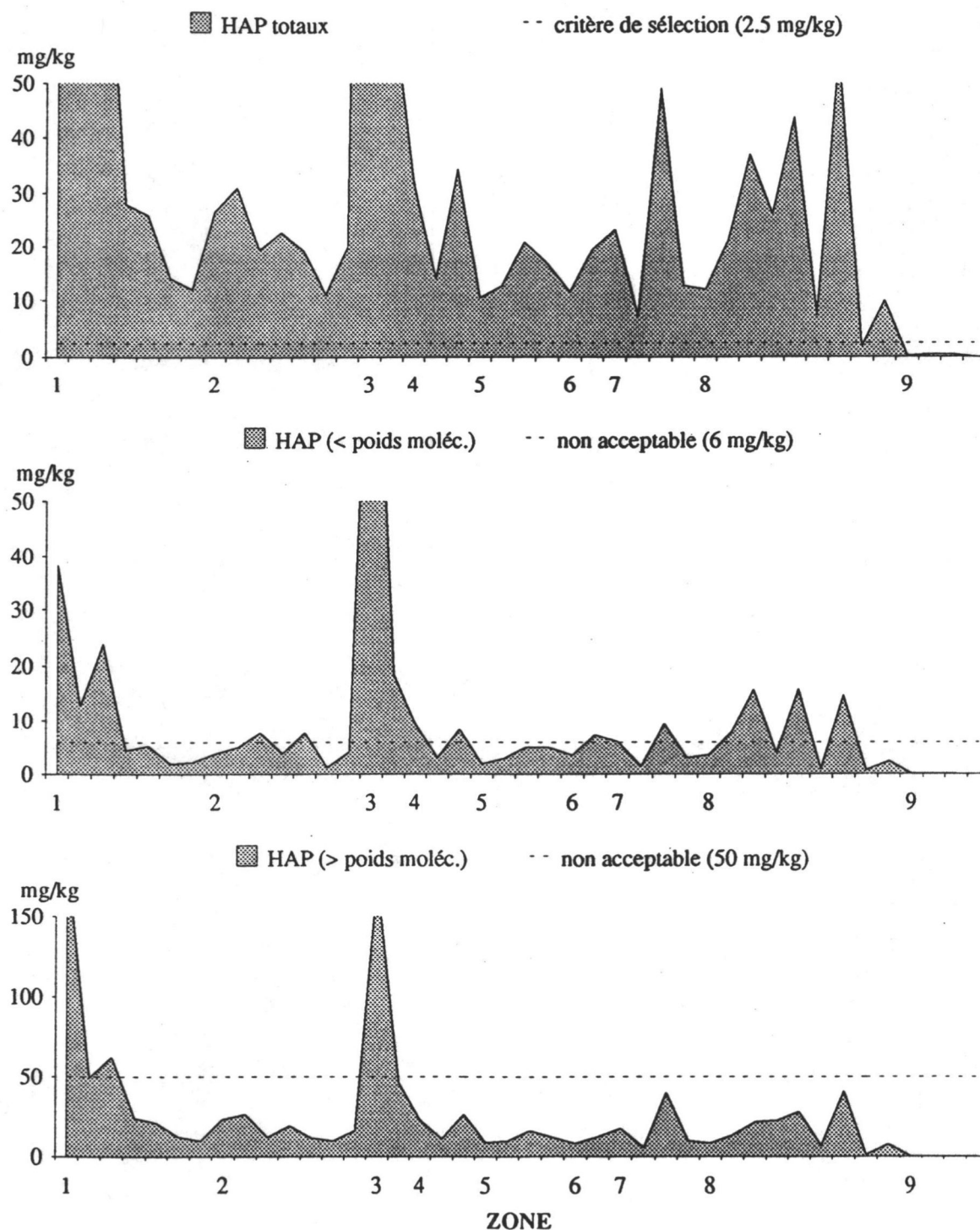


Figure 3.18 Teneurs en HAP totaux, en HAP de faible poids moléculaire et en HAP de poids moléculaire élevé mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal. Les niveaux de contamination des sédiments sont comparés aux critères d'Environnement Canada (cf. tableau 3.3).

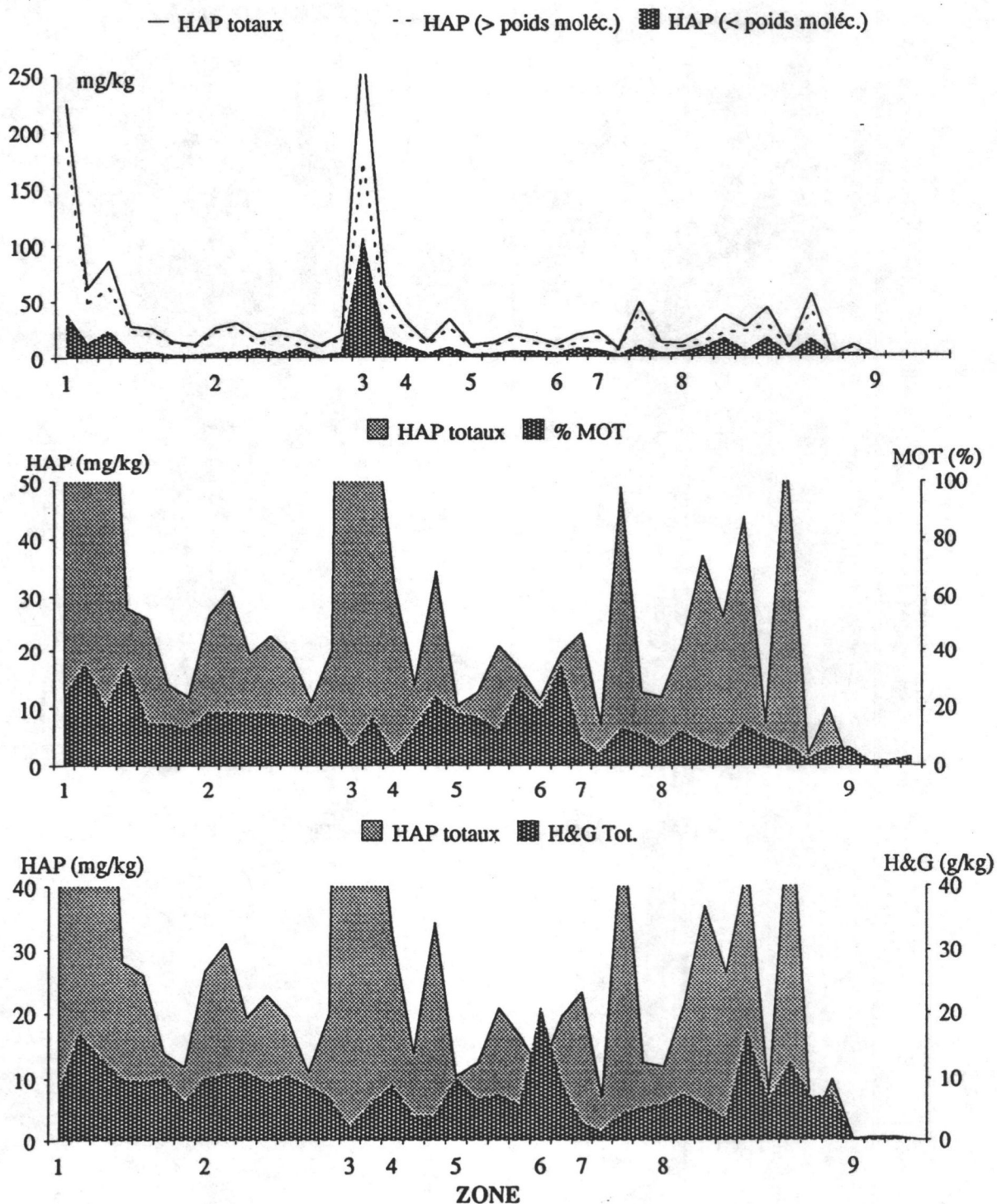


Figure 3.19 Corrélation entre les teneurs en HAP totaux, matières organiques et huiles et graisses mesurées dans les échantillons de sédiments de surface prélevés dans le port de Montréal.

HAP totaux - MOT: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.345$ $p = 0.0015$ (en omettant le composé #311)

HAP totaux - H&G: $\tau_{\text{Kendall}} = 0.346$ $p = 0.0017$ (en omettant les composés #311, #312)

3.4 DISCUSSION

Dans cette section, nous tentons de dégager certaines tendances observées quant à l'influence de la dynamique sédimentaire, des activités portuaires, des activités industrielles et des apports associés aux rejets municipaux sur la nature et le degré de contamination des sédiments prélevés. Une évaluation sommaire de l'importance relative des différents apports en matières solides et en contaminants dans le territoire à l'étude est également présentée.

Dynamique sédimentaire

L'influence de la dynamique sédimentaire sur la granulométrie des sédiments, la répartition des sites aquatiques contaminés et le type de contamination observée a été mise en évidence sur l'ensemble du territoire.

Les zones de déposition et d'accumulation des polluants sont associés aux écoulements lents. Les sédiments prélevés dans ces zones contiennent une proportion importante de matériaux fins. Le degré de contamination observé pour ces échantillons est généralement élevé, probablement à cause de la plus grande surface d'adsorption des petites particules et de la stabilité des dépôts.

Les sédiments prélevés dans les zones d'écoulement turbulent présentent une granulométrie plus variable. Le niveau et le type de contamination observés varient d'un échantillon à l'autre. Le contrôle de qualité externe des analyses chimiques a permis de mettre en évidence l'influence de l'hétérogénéité des sédiments prélevés dans les zones turbulentes sur l'évaluation des teneurs en contaminants.

Les sédiments prélevés dans les zones de transport sont constitués principalement de matériaux grossiers. Le niveau de contamination observé pour ces échantillons est généralement faible; aucune contamination n'a été observée, par exemple, dans les sédiments prélevés dans les aires de mouillage.

Apports associés aux eaux en provenance des Grands Lacs

Les composés organochlorés, le plomb et le zinc ont été identifiés comme polluants possiblement présents dans les eaux en provenance des Grands Lacs (cf. section 1.3.1). Des concentrations élevées ont été observées pour ces contaminants dans les sédiments du port de Montréal, sur l'ensemble du territoire à l'étude.

L'influence des apports fluviaux sur la qualité des sédiments est difficile à mettre en évidence. En effet, les contaminants sont principalement présents en phase dissoute, et les connaissances sur les interactions entre l'eau et les sédiments sont extrêmement limitées. De plus, les variations temporelles des apports associés aux eaux en provenance des Grands Lacs sur le territoire du port ne sont pas connues.

Apports associés aux eaux de la rivière des Outaouais

Le territoire du port de Montréal est baigné par la rivière des Outaouais, dont les eaux longent les rives de l'île de Montréal depuis le lac des Deux Montagnes. Les apports en solides en suspension et en contaminants associés aux eaux de la rivière, dans les sédiments du port, pourraient être importants (cf. section 1.3.2).

L'influence de ces apports sur la nature et le degré de contamination des sédiments prélevés ne peut cependant être évaluée, car les types des polluants, les charges, les débits et les effets dûs aux variations saisonnières et annuelles ne sont pas connus.

Toutefois, la présence des éléments majeurs associés aux formations géologiques du bouclier canadien, dans tous les échantillons prélevés, illustre bien l'influence des eaux de la rivière sur la composition des sédiments. La présence de ces éléments a été observée même dans le cas des zones 1 et 2, qui sont isolées du courant principal du fleuve.

Apports associés aux rejets urbains

Il existe très peu d'information sur la qualité des eaux usées issues du territoire de la CUM. Cependant, il est reconnu que les rejets urbains représentent un apport important en solides en suspension, en matières organiques et en substances toxiques. Un bon indicateur des apports associés aux rejets municipaux est le contenu en matières organiques et en huiles et graisses dans les sédiments. Tous les échantillons prélevés dans le port de Montréal sont contaminés en huiles et graisses, et les sédiments prélevés dans les zones de déposition localisées à proximité des émissaires de la CUM présentent une forte teneur en matières organiques.

Apports associés aux activités portuaires

L'influence des activités portuaires sur la contamination des sédiments a pu être observée dans les cas suivants:

- une contamination en HAP dans la zone 3 a été associée à la présence d'une aire d'entreposage à ciel ouvert de résidus de coke (section 34);
- une contamination en cobalt et en manganèse dans la zone 4 pourrait être associée à l'entreposage de minerais divers (section 48); *entreposage annulé ici.*
- une teneur élevée en matières organiques a été observée à proximité des élévateurs à grains (bassin Windmill dans la zone 1 et section 56n dans la zone 5);
- une contamination en huiles et graisses d'origine minérales a été observée dans la zone 6 (anciennement utilisée pour le transbordement de produits pétroliers) et la zone 8 (terminaux pétroliers);
- l'accumulation de matériaux grossiers dans certaines zones de dépôt (zones 4 et 5) pourrait être associée au déversement de neige usée.

Apports associés aux activités industrielles

L'influence sur la qualité des sédiments des activités industrielles ayant cours sur le territoire du port et de la CUM a été observée dans les cas suivants:

- les sédiments prélevés dans le bassin Windmill (zone 1) présentent une concentration élevée en contaminants, pour l'ensemble des paramètres analysés. Ceci peut être attribué, en partie, aux apports industriels en provenance du canal Lachine et des compagnies de la rue Mill;
- les sédiments prélevés dans le bassin de la MIL Vickers (zone 5) présentent une contamination élevée en cadmium, en zinc et en nickel. Bien que la description des procédés de fabrication utilisés et la localisation des exutoires pour le déversement des rejets ne sont pas disponibles, il est possible que cette contamination soit associée aux activités de cette compagnie;
- les sédiments prélevés dans la zone des terminaux pétroliers (zone 8) présentent une contamination élevée en huiles et graisses d'origine minérale. Cette contamination peut être reliée à la fois aux activités de transbordement des produits pétroliers et aux activités des industries du secteur de la pétrochimie localisées à Montréal-Est. En effet, les effluents des unités de traitement et des bassins de captage sont déversés au fleuve dans cette partie du territoire. De plus, le ruissellement et la percolation des eaux de pluie à travers les sols contaminés du secteur peut entraîner un apport en huiles et graisses dans les eaux et les sédiments du port;
- les sédiments prélevés dans la zone 8 présentent également une contamination élevée en cuivre, chrome, nickel, arsenic et sélénium. Cette contamination peut être associée aux effluents de la Noranda Ltée (division CCR), une industrie procédant à l'affinage et à la mise en forme de cuivre, d'alliages de cuivre et de métaux précieux. Les effluents de procédés sont déversés au fleuve par l'intermédiaire du collecteur Durocher (émissaire 8-E à l'annexe cartographique).

Importance relative des différentes sources en polluants

La qualité des sédiments est étroitement reliée à la qualité de l'eau (contaminants en phase dissoute) et à la concentration relative solides-eau (contaminants en phase particulaire). L'importance relative des différents apports en polluants dans les eaux du port est toutefois difficile à évaluer, car l'état actuel des connaissances sur les interactions entre l'eau, les suspensoïdes et les sédiments est extrêmement limité.

Cependant, les résultats d'analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons composés de sédiments prélevés dans le port de Montréal révèlent que l'ensemble du territoire est contaminé en matières organiques, en métaux lourds (plomb, zinc, cuivre) et en BPC (cf. annexe cartographique). Les teneurs mesurées pour ces divers paramètres présentent une corrélation statistiquement significative, ce qui indique que ces contaminants sont probablement associés aux mêmes sources.

De plus, la répartition spatiale des concentrations mesurées dans les sédiments prélevés montre que, de façon générale, le degré de contamination décroît de l'amont vers l'aval. Parallèlement, le volume de rejets municipaux, évalué en fonction des débits projetés aux points d'interception de l'intercepteur sud-est, décroît également de l'amont vers l'aval.

Ces observations portent à supposer qu'une partie importante des apports en matières solides et en contaminants, sur le territoire du port, est associée aux rejets municipaux de la CUM. À ces apports s'ajouteraient les sources ponctuelles associées aux activités industrielles et portuaires, et les sources diffuses associées aux eaux en provenance des Grands Lacs et de la rivière des Outaouais.

4 PRIORISATION DES ZONES D'INTERVENTION

Dans ce chapitre, nous considérons différents éléments pertinents à la priorisation des zones d'intervention, dans la perspective d'un plan de décontamination. Ces éléments sont présentés à la section 4.1 et comprennent:

- l'évaluation des impacts sur le milieu physique (qualité de l'eau et des sédiments);
- l'évaluation des impacts sur le milieu biologique et le milieu humain;
- l'aménagement du territoire;
- la dynamique sédimentaire des différentes zones;
- l'évolution des apports en polluants.

Une synthèse des impacts et la priorisation des zones, effectuée sur la base des critères mentionnés ci-haut, est présentée à la section 4.2.

4.1 ÉVALUATION DES IMPACTS

Impacts sur le milieu physique - Qualité des sédiments

Pour chacune des zones d'intervention, la teneur moyenne mesurée par contaminant a été évaluée; ces moyennes sont portées sous forme graphique à l'annexe cartographique.

- Les niveaux de contamination des zones 1 et 2 sont importants pour l'ensemble des paramètres analysés. Ces zones constituent en fait les secteurs les plus contaminés du port de Montréal.
- Les niveaux de contamination observés dans la zone 3 sont relativement peu élevés, comparativement aux autres secteurs du port. Une contamination importante en HAP a cependant été observée.
- La contamination des sédiments dans la zone 4 est caractéristique des teneurs moyennes observées sur le territoire du port.

- La zone 5 comprend deux sites fortement contaminés: le bassin de la MIL Vickers et la zone de remous localisée en face du poste à quai 59. Dans les deux cas, la contamination est principalement reliée à la présence de métaux lourds.
- La contamination des sédiments dans la zone 6 est caractéristique des teneurs moyennes observées dans les sédiments du port. Les teneurs en huiles et graisses et en matières organiques sont toutefois très élevées.
- La contamination des sédiments prélevés dans la zone 7 est relativement faible, et reliée aux rejets d'eaux usées domestiques.
- Une contamination importante en produits pétroliers et en métaux lourds a été observée dans les sédiments prélevés dans la zone 8.
- Aucune contamination n'a été observée dans les aires de mouillage (zone 9). Les teneurs mesurées sont toutes inférieures aux critères acceptables d'évaluation de la qualité des sédiments.

Sur la base de la nature et du degré de contamination des sédiments prélevés sur le territoire du port, les zones 1, 2, 3, 5, 6 et 8 sont retenues pour la priorisation des interventions.

Impacts sur le milieu physique - Qualité de l'eau

La remise en suspension des sédiments dans la colonne d'eau peut être associée aux conditions hydrologiques naturelles. Sur la base de ce critère, seules les zones d'écoulement turbulent sont retenues (zones 4 et 5, cf. tableau 1.2). En effet, la remise en suspension des sédiments accumulés dans les zones abritées est relativement faible (sauf, possiblement, en période de forte hydraulité). La granulométrie et la mobilité des fonds dans les zones d'écoulement rapide font en sorte que le relargage de contaminants dans la colonne d'eau est également de faible importance.

La remise en suspension des sédiments peut également être favorisée par le déplacement des navires (batillage, turbulence près des hélices). Ces effets sont toutefois observés sur l'ensemble du territoire et ne peuvent être considérés comme éléments discriminants pour la priorisation des zones d'intervention.

Impacts sur le milieu biologique

Le territoire du port de Montréal, entre le pont Victoria et le quai de Pointe-aux-Trembles, est fortement artificialisé. La bande riveraine a surtout une vocation industrielle et commerciale, et a été aménagée pour les activités portuaires sur sa presque totalité. Seule la promenade Bellerive a conservé un caractère naturel; toutefois, à cause de la proximité de la voie navigable, la berge a été stabilisée à l'aide de matériaux de remblayage et ne semble présenter aucune sensibilité particulière.

L'utilisation intensive de la bande riveraine, les rejets des matériaux de dragage, l'artificialisation des rives et la mauvaise qualité de l'eau ont donc considérablement diminué la valeur floristique et faunique du territoire. Dans ce contexte, l'impact des sites aquatiques contaminés sur le milieu biologique ne représente pas un élément de priorisation.

Impacts sur le milieu humain

Le secteur du centre-ville (zone 2) présente un potentiel récréatif important: situé au coeur de l'île de Montréal, il offre aux montréalais un accès et une fenêtre sur le fleuve. De plus, depuis 1984, les travaux d'aménagements effectués dans le secteur du Vieux-Port (zone 2) ont considérablement contribué à augmenter l'affluence des visiteurs dans ce secteur. Comme il a été mentionné précédemment, les boues municipales accumulées dans le fond du bassin de la jetée #1 remontent à la surface de l'eau, lorsque les températures élevées de la saison estivale favorisent la digestion anaérobie de la matière organique accumulée. Cet impact négatif diminue considérablement le potentiel récréatif du secteur. La décontamination des sites localisés dans la zone 2 constituerait un impact positif du point de vue de l'utilisation du territoire par la population.

La promenade Bellerive (zone 7) représente le seul espace vert en bordure du fleuve, sur le territoire à l'étude. Le potentiel récréatif de cette zone est déjà exploité; on y trouve un parc de récréation et une rampe de mise à l'eau. Certains adeptes s'adonnent à la pêche récréative dans ce secteur; la popularité de cette activité est cependant marginale. La décontamination des sites aquatiques et une augmentation générale de la qualité de l'eau du fleuve dans la région de Montréal aurait toutefois un impact positif sur l'utilisation potentielle de ce secteur pour l'utilisation récréative du milieu aquatique.

Dynamique sédimentaire

L'hydrologie joue un rôle important dans la dynamique sédimentaire, car on doit y associer directement la nature et la mobilité des fonds, et les mécanismes de déplacement des particules fines. Ce sont dans les zones les plus propices à la déposition et l'accumulation des polluants, caractérisées par des conditions hydrauliques faibles, que l'on retrouve les fonds les plus contaminés. Sur la base de ce critère, les zones d'écoulement lent sont retenues pour la priorisation des interventions, soit les zones 1, 2, 5, 7 et 8 (cf. tableau 1.2).

Évolution des apports en polluants

L'évolution des apports municipaux, une source importante de contaminants sur le territoire du port de Montréal, est connue: l'échéancier de mise en opération de l'intercepteur sud-est de la CUM est échelonné sur la période printemps 1990 - automne 1991. Les zones retenues sur la base de la réduction des apports sont celles pour lesquelles l'accumulation de polluants a été associée à la présence d'un émissaire important de la CUM, soit les zones 2, 4, 5 et 6.

Dans le contexte du Plan d'Action Saint-Laurent, le plan de décontamination du canal Lachine permettra une réduction des apports dans la zone 1 et le plan de réduction des rejets industriels une réduction des apports dans la zone 8. Les zones 1 et 8 sont donc également retenues.

Aménagement du territoire

Depuis le début des années 1970, plusieurs secteurs du port de Montréal ont fait l'objet d'aménagements: affectation du secteur du Vieux-Port pour des activités récréo-touristiques, aménagement du terminal Bickerdike pour le transbordement de charges lourdes et la manutention de marchandises conteneurisées, remblayage de la jetée Laurier, réaffectation de l'ancien élévateur #3 (maintenant opérée par la compagnie Miron pour la manutention et l'entreposage de ciment, dans la zone 4), modernisation de l'élévateur #4, agrandissement et modernisation des terminaux à conteneurs, etc.

Ces modifications ne touchent cependant pas la vocation et l'utilisation des aires portuaires; les autorités du port ne prévoient pas de ralentissement des activités au cours des prochaines années. La société a d'ailleurs soumis au ministère des Transports un projet d'agrandissement de son territoire, selon lequel une partie des activités portuaires seraient tenues dans la région de

Contrecoeur. Le potentiel des activités portuaires dans la région de Montréal est donc atteint, et l'utilisation actuelle du territoire ne constitue pas un élément de priorisation.

Certaines parties du territoire à l'étude seront cependant appelées à être réaménagées. C'est le cas notamment du secteur de la MIL Vickers, un site industriel désaffecté localisé dans la zone 5. Ce site industriel comprend un bassin ayant été creusé à environ 20 m de profondeur pour l'opération de cales sèches. Sur la base de l'utilisation projetée du territoire, la zone 5 est donc retenue pour la priorisation des interventions.

Dans le contexte où le projet de réouverture du canal Lachine pourrait être mis de l'avant, la zone 2 est également retenue.

4.2 PRIORISATION

Une synthèse des différents éléments pertinents à la priorisation des zones d'intervention est présentée au tableau 4.1. Cette synthèse fait ressortir le fait que les zones 1 et 2, 5 et 8 devraient faire l'objet d'un plan d'intervention:

- Dans les cas de la zone 1, la décontamination du site (bassin Windmill) sera pertinente lorsque les apports du canal Lachine seront contrôlés.
- Dans le cas de la zone 2, l'intervention devrait d'abord porter sur le problème engendré par l'accumulation de matières organiques dans le bassin de la jetée No. 1.
- Dans le cas de la zone 5, deux secteurs d'intervention ont été identifiés. Le bassin de la MIL Vickers sera peut-être sujet à un réaménagement. La zone de déposition localisée en face du poste 59 constitue une entrave à la navigation et doit être nivelée périodiquement. Il serait donc important d'intervenir.
- Dans le cas de la zone 8, la contamination des sédiments en produits pétroliers est reliée entre autre à la percolation des eaux de ruissellement dans les sols contaminés et aux déversements accidentels lors des transbordement; une intervention aux niveaux des sédiments ne semble donc pas pertinente. La contamination en métaux lourds est reliée aux rejets des usines du secteur de la métallurgie; une intervention sera appropriée une fois que le programme de réduction des rejets industriels du Plan d'Action Saint-Laurent aura été mis en application.

Tableau 4.1 Synthèse des critères pertinents à la priorisation des zones d'intervention pour la décontamination des sédiments du port de Montréal

IMPACT	ZONE								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Milieu physique									
Qualité des sédiments	•	•	•	◊	•	•	◊	•	◊
Qualité de l'eau	◊	◊	◊	•	•	◊	◊	◊	◊
Milieu biologique	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Milieu humain	◊	•	◊	◊	◊	◊	•	◊	◊
Aménagement du territoire	◊	•	◊	◊	•	◊	◊	◊	◊
Dynamique sédimentaire	•	•	◊	◊	•	◊	•	•	◊
Évolution des apports	•	•	◊	•	•	•	◊	•	◊
POINTAGE	3	5	1	2	5	2	2	3	0

- Intervention recommandée en fonction des critères proposés
- ◊ Intervention non-recommandée en fonction des critères proposés

RECOMMANDATIONS

Dans le cadre du présent mandat, la priorisation des secteurs d'intervention dans la perspective d'un plan de décontamination des sédiments du port de Montréal a été effectuée en tenant compte de la nature et du degré de contamination des sédiments, de l'impact des sites aquatiques contaminés sur le milieu (physique, biologique et humain), de la dynamique sédimentaire des différents secteurs du port, de l'évolution des apports en polluants et de l'utilisation projetée des infrastructures portuaires.

La stratégie d'intervention pourra être déterminée en fonction des informations disponibles sur la localisation et la contamination des sites, sur les volumes de sédiments à décontaminer, sur la dynamique des apports en polluants, et sur les technologies de décontamination disponibles.

Le plan d'intervention peut être élaboré en tenant compte du fait qu'une réduction considérable des apports urbains et industriels sera observée au cours des prochaines années (mise en opération de l'intercepteur sud-est de la CUM et programme de réduction des rejets industriels du Plan d'Action Saint-Laurent).

Certaines sources locales de contaminants n'ont cependant pu être identifiées, dans le cadre de cette étude. C'est le cas notamment de la zone d'accumulation située à l'est de la jetée Sutherland (contamination en cobalt et manganèse), du bassin de la MIL Vickers (contamination en cadmium et nickel), et de la zone située en face du poste à quai 59 (contamination en zinc, magnésium et bore). Le plan d'intervention devrait donc prévoir la caractérisation des sources possibles de contamination, pour quelques secteurs; cette caractérisation additionnelle permettrait de vérifier si les sources d'apports en substances toxiques sont toujours actives, et si la décontamination des sites est pertinente.

Les volumes de sédiments à décontaminer sont à déterminer. La superficie des zones de dépôt donne une indication grossière de la quantité de matériaux possiblement accumulés. Des travaux élaborés devront cependant être entrepris de façon à permettre une évaluation adéquate des volumes, car les coûts associés à une intervention sont en grande partie déterminés par la quantité de matériaux à décontaminer.

Il existe un nombre très limité de technologies permettant de décontaminer des sédiments ou de limiter l'impact des sites aquatiques contaminés sur l'environnement. Parmi les technologies actuellement disponibles, on retrouve:

- *Le confinement à l'intérieur de digues étanches*

Cette solution constitue actuellement une voie de solution privilégiée, en raison de la facilité avec laquelle les travaux peuvent être effectués et de la minimisation des impacts sur le milieu aquatique pendant la période d'installation des digues.

- *Le confinement à l'aide de membranes géotextiles*

Ce type d'intervention est approprié par exemple dans les cas où les sédiments contaminés couvrent une superficie relativement restreinte. La zone de sédimentation doit également être relativement isolée, de façon à minimiser les possibilités de bris et d'infiltration. Dans le cas de sédiments à forte teneur en matières organiques, l'échappement des gaz de digestion peut possiblement avoir une influence sur l'efficacité et la durée de vie des membranes.

- *L'encapsulation*

Ce type d'intervention consiste à recouvrir le site contaminé de matériaux inertes, inhibant ainsi les échanges entre les sédiments et le milieu aquatique. Cette intervention est surtout recommandée dans les zones d'eaux calmes et non-sujettes à la remise en suspension par des conditions hydrologiques (crues, batillage, etc.).

- *La création d'habitats fauniques à l'aide des matériaux de dragages*

Cette approche peut être considérée si les dispositions appropriées sont retenues pour éviter le transfert des substances polluantes vers la chaîne alimentaire.

- *Le traitement chimique*

Ce type d'intervention consiste à retirer les sédiments du milieu et à les neutraliser chimiquement. Les sédiments neutralisés sont ensuite enfouis dans des sites de dépôts appropriés, ou utilisés à d'autres fins (si le traitement le permet).

- *Le traitement biologique*

Le traitement biologique est un type d'intervention très prometteur, actuellement en voie de développement. Cette technologie douce est recommandée pour le traitement de volumes importants de sols ou de sédiments faiblement contaminés en substances organiques toxiques persistantes.

Le choix d'une méthodologie d'intervention doit être basé sur un ensembles de critères, mais la décision finale est plus souvent qu'autrement reliée aux considérations économiques.

L'impact sur l'environnement aquatique, pendant le processus d'intervention, est également très important. Cet impact peut être minimisé si l'intervention est effectuée avant que la qualité de l'eau ne se soit améliorée; la remise en suspension de sédiments contaminés a alors peu d'effet sur la contamination globale du milieu aquatique.

De ce point de vue, une intervention coordonnée avec la réduction des apports en substances toxiques serait favorable.

RÉFÉRENCES

- Dossier environnemental relatif aux activités sur le territoire de la Société du Port de Montréal, Environnement Canada, Service de la Protection de l'Environnement, Région du Québec, décembre 1984
- Port de Montréal, Pluram Inc., Terminal Task, Étude d'impact sur l'environnement, novembre 1981
- Conseil des Ports Nationaux (pour le Port de Montréal), Dimension Environnement Ltée, Agrandissement du terminal Racine, Phase B, Évaluation des impacts sur l'environnement, décembre 1982
- Port de Montréal, Terminal Laurier, Examen environnemental préalable, septembre 1984
- Port de Montréal, Aquatech, Société de gestion de l'eau inc., Agrandissement du terminal Racine, Phase B-1, février 1983
- Port de Montréal, Examen environnemental préalable au nettoyage du lit du fleuve, avril 1985
- Port de Montréal, Nivellement des hauts fonds, Postes à quai 66 à 70, Examen environnemental préalable, juillet 1986
- Problématique des activités de dragages, Revue de la situation et des méthodes, et détermination des secteurs de recherches prioritaires pour le Saint-Laurent, Environnement Canada, août 1985
- Hydrotech, Aspects quantitatifs, dynamiques et qualitatifs des sédiments du Saint-Laurent, M. Frenette, C. Barbeau et J.-Ls Verrette, pour Environnement Canada (gouvernement du Canada) et le Projet de mise en valeur du Saint-Laurent (gouvernement du Québec), septembre 1989
- Manuel des méthodes d'échantillonnage et d'analyse des sols, Préparé par le sous-comité des méthodes d'analyse (Comité canadien de pédologie), Société Canadienne de la Science du Sol, 2e édition, 1978

ANNEXE 1

CONTROLE DE QUALITÉ DES ANALYSES CHIMIQUES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau A1-1 Paramètres inorganiques	
Résultats d'analyses - Contrôle de qualité externe.....	A1-9
Tableau A1-2 Paramètres inorganiques	
Récupération moyenne sur les matériaux certifiés du CNRC	
Comparaison entre les laboratoires.....	A1-10
Tableau A1-3 Paramètres inorganiques	
Contrôle de qualité interne - Éco-Recherches	
Coefficients de variation sur les triplicata aléatoires et les matériaux	
certifiés du CNRC.....	A1-10
Tableau A1-4 Paramètres inorganiques	
Comparaison entre les résultats des analyses régulières et ceux du contrôle	
de qualité externe	A1-11
Tableau A1-5 Paramètres organiques	
Résultats d'analyses - Contrôle de qualité externe	
Matériau de référence	A1-17
Tableau A1-6 Paramètres organiques	
Résultats d'analyses - Contrôle de qualité externe.....	A1-18
Tableau A1-7 Paramètres organiques	
Comparaison entre les résultats des analyses régulières et ceux du contrôle	
de qualité externe	A1-19

CONTRÔLE DE QUALITÉ DES ANALYSES CHIMIQUES

Le contrôle de qualité des analyses effectuées en laboratoire constitue une étape importante des processus d'évaluation de la qualité des sédiments. En effet, l'interprétation des résultats et l'élaboration d'une stratégie d'intervention dans la perspective d'un plan de décontamination dépend la qualité des résultats obtenus.

Les résultats d'analyses effectuées dans le cadre des procédures de contrôle de qualité interne et externe permettent d'évaluer la précision et l'exactitude des données soumises par les deux laboratoires. La précision est évaluée en comparant les résultats obtenus pour une série de réplicats. L'exactitude est évaluée à l'aide des résultats obtenus pour des matériaux de référence, pour lesquels les teneurs en contaminants sont certifiées.

Pour être jugés acceptables, le taux de variation de ces deux paramètres de contrôle (précision et exactitude) doit être de l'ordre de 15% pour les paramètres inorganiques, et de 25% pour les paramètres organiques. Ces critères généraux (15% et 25%) sont issus notamment des critères minimaux d'acceptabilité pour les analyses de sédiments qui sont réalisées en vertu de l'application de la Loi sur l'Immersion en Mer. Le critère de 15% a aussi été retenu sur la base de l'expertise développée par le laboratoire CSL en analyse de métaux dans les sédiments. Ces critères représentent des guides généraux qui doivent être examinés au moment de l'interprétation des résultats et doivent tenir compte de la nature du paramètre mesuré, de la nature de l'échantillon et des méthodes analytiques utilisées (Raymond Vézeau, communication personnelle).

L'exercice de contrôle de qualité externe des analyses ne faisait pas partie du devis original, et constitue une modification au contrat alloué à Environnement Illimité inc. Le choix du laboratoire externe, des paramètres à analyser et des échantillons de contrôle a donc été effectué après que les analyses régulières ait été entreprises. L'analyse des échantillons soumis au contrôle de qualité externe n'a donc pas été effectuée en même temps que les analyses régulières. Cette façon de procéder n'est pas optimale, car il est préférable que toutes les analyses soit effectuées en même temps et par le même personnel de laboratoire. Ceci permet d'éviter, en partie, la variabilité associée aux conditions expérimentales (préparation des échantillons et des réactifs, calibration des appareils, etc.). Toutefois, les résultats obtenus des deux laboratoires pour les séries de triplicata fantômes permettront d'évaluer la précision et l'exactitude des teneurs mesurées.

A1-1 PARAMÈTRES INORGANIQUES

Le contrôle de qualité externe a été effectué sur un sous-ensemble de trois échantillons composés, par paramètre analysé. Ces trois échantillons ont été choisis en fonction des résultats d'analyses régulières obtenus d'Éco-Recherches, de façon à ce que le contrôle de qualité soit effectué sur des sédiments pour lesquels les niveaux de contamination sont représentatifs des teneurs moyennes observées dans les sédiments prélevés sur le territoire du port. Le contrôle de qualité externe a également été effectué sur un échantillon de matériaux de référence pour lequel les teneurs en contaminants sont certifiées, pour chacun des paramètres analysés.

Le budget alloué pour le contrôle de qualité externe ne permettait pas d'inclure l'ensemble des éléments considérés dans le cadre des analyses régulières. Le choix des paramètres a donc été restreint aux éléments pour lesquels il existe des critères d'évaluation de la qualité des sédiments, soit le mercure, le cadmium, le plomb, le zinc, le cuivre, le chrome, le nickel et l'arsenic.

Dans le cas du laboratoire externe (Analex), ces éléments ont été analysés par absorption atomique à la flamme (cadmium, plomb, zinc, cuivre, nickel, chrome), par génération d'hydrures (arsenic) et par génération de vapeur froide (mercure). Dans le cas du laboratoire sous-contractant (Éco-Recherches), les méthodes utilisées et les paramètres analysés sont les mêmes que ceux présentés dans le cadre des analyses régulières (cf. tableau 2.2). Les deux laboratoires ont utilisés les mêmes procédures analytiques, sauf pour l'arsenic (cf. section A1-1.2). L'évaluation des résultats de contrôle de qualité externe est effectuée sur les huit éléments identifiés ci-haut, soit ceux pour lesquels des résultats ont été obtenus des deux laboratoires.

A1-1.1 ÉVALUATION DE LA PRÉCISION ET DE L'EXACTITUDE

Précision

La précision des résultats d'analyse est évaluée en comparant les valeurs mesurées pour une série de répliquats. La variabilité des résultats obtenus est fonction de la précision des méthodes analytiques utilisées et de l'homogénéité des répliquats.

Les échantillons analysés par Éco-Recherches et Analex devraient présenter une bonne homogénéité, car les séries de triplicata ont été préparées à partir de sédiments séchés/tamisés. Pour le mercure, cependant, les échantillons ont été analysés sous forme humide et il est possible que la variabilité des résultats soit plus élevée, même si les sédiments ont été bien mélangés lors de la préparation des répliquats.

Exactitude

L'analyse de matériaux de référence permet d'évaluer l'exactitude des résultats obtenus par les laboratoires. Les matériaux de référence choisis sont des échantillons séchés/tamisés de sédiment marin, pour lesquels les teneurs en éléments traces et en éléments majeurs sont certifiées. Pour chaque élément analysé, le rapport entre la valeur mesurée et la valeur certifiée permet d'évaluer le pourcentage de récupération.

De façon générale, les pourcentages de récupération des sédiments analysés varient en fonction de la méthode de digestion choisie. Dans le cas des matériaux de référence, les valeurs certifiées par le CNRC ont été évaluées en utilisant une méthode de digestion dite totale: cette méthode permet la mise en solution de tous les éléments constituant la matrice géologique. Dans le cadre du présent mandat, la méthode de digestion qui a été utilisée est celle recommandée par Environnement Canada. Cette méthode permet d'évaluer la teneur en contaminants autre que ceux liés à la matrice cristalline: la fraction biologique du sédiment est bien digérée, tandis que la fraction minéralogique n'est que faiblement attaquée.

Il est donc naturel d'observer certaines différences entre les valeurs certifiées par le CNRC et les valeurs mesurées par les laboratoires en utilisant une méthode de digestion moins vigoureuse. La différence est surtout importante pour les éléments constituant de la matrice géologique: les pourcentages de récupération sont généralement plus petits que 1%, pour les éléments majeurs.

Les pourcentages de récupération peuvent également être faibles pour les contaminants incorporés dans la matrice: c'est le cas notamment du chrome, un élément trace retrouvé en abondance dans les silicates. Cependant, pour la majorité des contaminants, les pourcentages de récupération devraient être supérieurs à 85%. L'occurrence de pourcentages très variables ou anormalement faibles permet de déceler des difficultés analytiques.

Contrôle de qualité interne

Le laboratoire Éco-Recherches a effectué l'ensemble des analyses de sédiments en trois séries: la série #1 comprend l'analyse de 32 composés, la série #2 l'analyse de 14 composés, et la série #3 l'analyse des échantillons de contrôle de qualité externe. Les résultats obtenus pour quatre composés de la série #2 n'ont pas été considérés, car les échantillons n'ont pas été conservés selon les procédures recommandées par Environnement Canada.

Pour les raisons mentionnées plus haut, les analyses de contrôle de qualité externe (série #3) n'ont pas été effectuées en même temps que les analyses sur les échantillons réguliers. Pour chacune de ces séries d'analyses, Éco-Recherches a effectué le contrôle de qualité interne suivant:

- l'analyse en triplicata d'un composé choisi de façon aléatoire, par séquence de 15 échantillons;
- l'analyse en duplicata de tous les composés, pour le mercure;
- l'analyse en duplicata de trois standards de référence du CNRC (PACS, BCSS et MESS).

Les résultats obtenus dans le cadre de ces procédures de contrôle interne seront également utilisés pour évaluer la précision et l'exactitude des analyses.

Dans le cas du laboratoire Analex, les procédures de contrôle interne comprennent l'analyse d'un standard interne pour chaque élément analysé et l'analyse de trois standards de référence du CNRC (PACS, BCSS, MESS). Malheureusement, les analyses de contrôle interne ont été effectuées en simple et aucun échantillon n'a été sélectionné pour l'analyse de répliqués. Les résultats obtenus pour les triplicata fantômes permettent cependant d'évaluer la précision et l'exactitude des valeurs mesurées.

A1-1.2 ANALYSE DES RÉSULTATS

Six échantillons composés de sédiments du port de Montréal et deux échantillons de sédiments de référence ont été choisis pour le contrôle de qualité externe. Ces échantillons ont été homogénéisés et divisés en deux séries de triplicata, chez Analex. Ces échantillons ont ensuite été analysés par les deux laboratoires, sous forme de triplicata fantômes.

Les échantillons analysés sont constitués des triplicata de:

- trois composés humides, pour le mercure;
- trois composés séchés/tamisés, pour les autres éléments;
- un standard de référence séché/tamisé, pour le mercure (standard BCSS);
- un standard de référence séché/tamisé, pour les autres éléments (standard PACS).

Les résultats obtenus des deux laboratoires sont présentés au tableau A1.1. La moyenne et le coefficient de variation correspondant aux analyses en triplicata sont indiqués, pour chacun des échantillons analysés. Pour les sédiments de référence, la valeur certifiée et les pourcentages de récupération sont également indiqués. La différence observée entre les valeurs mesurées par les deux laboratoires est présentée.

La précision des résultats présentés par Analex est acceptable: les coefficients de variation sont inférieurs à 15%, pour toutes les séries de triplicata analysées.

Les pourcentages de récupération obtenus par Analex sont également satisfaisants. Les valeurs trop élevées ou trop faibles observées pour trois éléments peuvent être expliquées de la façon suivante:

- le faible pourcentage observé pour le chrome (47%) est relié à la méthode de digestion utilisée, comme il a été mentionné précédemment;
- le pourcentage élevé observé dans le cas du cadmium est relié au fait que la valeur certifiée se situe près de la limite de détection; en effet, la gamme de concentrations correspondant à deux à trois fois la limite de détection est considérée comme une zone grise à l'intérieur de laquelle la précision et l'exactitude des résultats peuvent être relativement faibles;
- le pourcentage élevé obtenu dans le cas du mercure a été observé de façon systématique par les deux laboratoires; il serait alors possible que la valeur certifiée soit sous-estimée.

La précision des résultats présentés par Éco-Recherches varie d'une série et d'un élément à l'autre: pour certaines séries de triplicata, les coefficients de variation sont en deça des limites acceptables pour l'arsenic, le mercure et le plomb. Aussi, les pourcentages de récupération obtenus pour l'arsenic, le nickel et le zinc ne se situent pas l'intérieur des limites jugées acceptables.

De façon à pouvoir évaluer dans quels cas les résultats d'Éco-Recherches sont ou ne sont pas satisfaisants, l'ensemble des résultats suivants a été compilé sous forme de tableaux synthèses:

- une comparaison des récupérations moyennes obtenues pour les trois sédiments certifiés du CNRC, pour les deux laboratoires, incluant les résultats obtenus dans le cadre des procédures de contrôle interne (tableau A1.2);
- la précision des analyses effectuées par Éco-Recherches, dans le cadre des procédures de contrôle de qualité interne (tableau A1.3);
- la comparaison entre les résultats obtenus dans le cadre des analyses régulières et des analyses de contrôle de qualité externe (tableau A1.4).

L'ensemble de ces résultats est utilisé pour évaluer la précision et l'exactitude des analyses effectuées par Éco-Recherches, en considérant chacun des paramètres séparément.

Arsenic

Dans le cas de l'arsenic, les coefficients de variation sur les triplicata sont élevés et les pourcentages de récupération sont faibles. La différence entre les valeurs mesurées par les deux laboratoires est cependant inférieure à 10% (tableau A1.1), et le pourcentage de récupération est constant sur une large gamme de concentration (tableau A1.2). La concordance entre les résultats des analyses régulières et les analyses de contrôle externe est toutefois bien mauvaise (tableau A1.4).

De plus, les pourcentages de récupération obtenus par les deux laboratoires ne sont pas comparables (60%-70% pour Éco-Recherches et 80%-110% pour Analex). En fait, le laboratoire Analex a indiqué que la méthode utilisée par Éco-Recherches pour le dosage de l'arsenic entraînait un problème de récupération, surtout pour les teneurs élevées. Le laboratoire Analex a donc utilisé sa propre méthode pour le dosage de l'arsenic. Les différences observées entre les deux laboratoires semble donc reliées aux procédures analytiques choisies.

Les résultats analytiques présentés pour l'arsenic ne semblent donc pas acceptables. Cependant, les résultats des analyses régulières montrent que les teneurs en arsenic sont relativement peu élevées dans l'ensemble du territoire du port (≤ 10 mg/kg), à l'exception de deux bassins dans la zone des terminaux pétroliers (15 mg/kg et 42 mg/kg). La contamination de ces deux bassins est reliée aux apports locaux (effluent de CCR au collecteur Durocher). Les résultats obtenus d'Éco-Recherches ont donc permis d'identifier les zones contaminées en arsenic.

Cadmium

Les résultats obtenus pour le cadmium sont sous le seuil de détection (1 mg/kg), pour deux des quatre échantillons analysés en triplicata. Les coefficients de variation et les pourcentages de récupération ne peuvent alors être calculés. Les résultats semblent indiquer que la limite de détection expérimentale est plus élevée que celle rapportée (1 mg/kg), car les teneurs certifiées de l'ordre de 2.4 mg/kg ne sont pas détectées.

Dans le cas où les valeurs mesurées sont au dessus de la limite de détection les coefficients de variation sont acceptables, mais les résultats d'Éco-Recherches sont systématiquement plus faibles que ceux d'Analex. Il est difficile de déterminer lequel des deux laboratoires présente la meilleure exactitude. Les résultats d'analyses régulières permettent toutefois d'identifier sans équivoque deux zones contaminées, soit le bassin de la gare maritime et le bassin de la MIL Vickers.

Chrome

Les pourcentages de récupération sont très faibles pour le chrome, pour les raisons mentionnées à la section 4.1.1. Les coefficients de variation sont toutefois acceptables, ce qui indique que le biais introduit par la méthode de digestion est constant. La différence entre les résultats obtenus par les deux laboratoires, pour les échantillons contrôles et les analyses régulières, est également satisfaisante. La qualité des résultats obtenus pour le chrome est donc jugée acceptable.

Cuivre

Les résultats obtenus pour le cuivre sont satisfaisants: les taux de variation des paramètres de contrôle sont inférieurs à 15% dans la majorité des cas. Les résultats d'analyses sur les matériaux de référence montrent cependant que les pourcentages de récupération sont moins élevés pour les faibles concentrations (<25 mg/kg). Étant donné que tout le territoire du port est contaminé en cuivre (la plus faible concentration mesurée est ~60 mg/kg, mis à part les aires de mouillage), cette faiblesse de l'exactitude des analyses pour les concentrations moins élevées a peu d'importance.

Mercurure

Comme il a été mentionné précédemment, la variabilité des résultats obtenus pour le mercure peut être attribuable à la méthode d'analyse utilisée, car un échantillon traité par voie humide est moins homogène qu'un échantillon séché, broyé et tamisé. Aussi, les valeurs certifiées sont possiblement sous-évaluées, car les pourcentages de récupération obtenus des deux laboratoires sont anormalement élevés. Cependant, la différence entre les résultats obtenus pour les échantillons contrôles et les analyses régulières est très faible. La qualité des résultats est donc jugée satisfaisante.

Le rapport d'analyse présenté par Éco-Recherches comprend un tableau récapitulatif du contrôle de qualité effectué sur le mercure par le laboratoire de janvier 1988 à août 1989. Les résultats présentés montrent que les teneurs en mercure mesurées pour le matériau de référence MESS varient considérablement d'un lot à l'autre. Il semblerait donc que les pourcentages de récupération élevés observés soient reliés au fait que la valeur certifiée soit sous-évaluée.

Nickel

Les coefficients de variation obtenus pour le nickel sont acceptables. Les pourcentages de récupération, par contre, sont relativement faibles et varient d'un standard à l'autre (tableau A1.2). La différence entre les valeurs mesurées par Analex et celles mesurées par Éco-Recherches est constante, mais assez élevée (~45%).

L'exactitude des résultats obtenus pour cet élément est jugée non-satisfaisante. La précision des résultats semble toutefois adéquate, car les analyses ont permis d'identifier deux zones plus contaminées: le bassin de la MIL Vickers et deux bassins de la zone des terminaux pétroliers. Les teneurs mesurées dans les autres secteurs du port varient très peu d'une zone à l'autre, et sont plus faibles que le critère non-acceptable d'évaluation de la qualité des sédiments.

Plomb

Les taux de variation des résultats d'analyses de contrôle sont acceptables pour le plomb, sauf pour les faibles concentrations (~100 mg/kg). Cette variabilité de la précision des résultats en fonction de la concentration est observée pour les analyses de contrôle interne et externe. La différence entre les valeurs mesurées par Analex et celle mesurées par Éco-Recherches est plus faible que 10%, pour les concentrations >130 mg/kg. Étant donné qu'une partie importante du territoire du port de Montréal est fortement contaminé en plomb (teneurs plus élevées que 100 mg/kg pour les zones 1 à 6), la qualité des résultats est jugée satisfaisante.

Zinc

Dans le cas du zinc, les taux de variation des paramètres de contrôle sont satisfaisants. Les pourcentages de récupération, par contre, sont un peu plus faibles que les valeurs jugées acceptables. Comme dans le cas du plomb, les pourcentages de récupération sont moins élevés pour les faibles concentrations. La différence entre les valeurs mesurées par Analex et Éco-Recherches est importante (~25%), mais constante. Étant donné que les valeurs mesurées sur le territoire du port sont très élevées (>200 mg/kg, sauf dans les aires de mouillage), la qualité des résultats permet de répondre aux objectifs du mandat.

TABLEAU A1-1 Résultats d'analyse - Contrôle de qualité externe

Échantillon	212, 221*					421, 611*				
Élément	ANALEX		ÉCO		DIFF	ANALEX		ÉCO		DIFF
	Moy	CV (%)	Moy	CV (%)	(%)	Moy	CV (%)	Moy	CV (%)	(%)
Arsenic	11	13	10	20	9	11	5	12	5	8
Cadmium	12	5	4	13	96	5	12	<1	-	>133
Chrome	112	3	116	5	4	66	2	65	2	2
Cuivre	277	1	274	1	1	752	3	712	1	5
Mercure*	1.48	14	1.48	19	0	0.73	10	0.72	21	1
Nickel	62	5	38	5	47	53	4	34	15	44
Plomb	398	2	379	7	5	117	2	130	52	11
Zinc	1827	5	1404	3	26	728	3	546	1	29

Échantillon	522, 431*				
Élément	ANALEX		ÉCO		DIFF
	Moy	CV (%)	Moy	CV (%)	(%)
Arsenic	12	8	11	11	10
Cadmium	51	1	40	4	25
Chrome	72	1	73	9	1
Cuivre	492	1	493	1	0
Mercure*	1.03	10	0.91	13	12
Nickel	82	7	53	6	43
Plomb	283	8	289	17	2
Zinc	11267	1	9456	4	17

Échantillon	STANDARDS DU CNRC (PACS, BCSS*)							
Élément	CNRC		ANALEX			ÉCO		
	Valeur Cert.	CV (%)	Moy (mg/kg)	Récup. (%)	CV (%)	Moy	Récup. (%)	CV (%)
Arsenic	211	5	234	111	8	143	68	24
Cadmium	2.38	8	3.2	134	5	<1	-	-
Chrome	113	7	53	47	3	42	37	10
Cuivre	452	4	428	95	1	426	94	2
Mercure*	0.129	9	0.19	145	3	0.19	147	16
Nickel	44.1	5	42	95	9	21	48	5
Plomb	404	5	410	101	3	380	94	6
Zinc	824	3	832	101	3	647	78	2

LÉGENDE:

Moy (mg/kg) valeur moyenne des analyses en triplicate

CV (%) coefficient de variation $100 \times (\text{écart-type} / \text{valeur moyenne})$ Diff (%) différence entre les valeurs moyennes obtenues des deux laboratoires:
 $100 \times (\text{moy1} - \text{moy2}) / [(\text{moy1} + \text{moy2}) / 2]$ * identification des échantillons utilisés pour le contrôle de qualité sur le mercure
- non-applicable

TABEAU A1-2 Récupération moyenne sur les standards du CNRC
Comparaison entre les laboratoires

ÉLÉMENT	VALEURS CERTIFIÉES			POURCENTAGES DE RÉCUPÉRATION					
	PACS	BCSS	MESS	ECO-RECHERCHES			ANALEX		
				PACS N=12	BCSS N=6	MESS N=6	PACS N=4	BCSS* N=1	MESS N=1
<i>Arsenic</i>	211	11	10.6	64	66	60	108	81	-
<i>Cadmium</i>	2.38	0.25	0.59	-	-	-	139	-	-
<i>Chrome</i>	113	132	71	35	29	24	47	27	31
<i>Cuivre</i>	452	18.5	25.1	94	85	74	94	97	92
<i>Mercure</i>	4.57	0.13	0.17	151	198	-	-	147	-
<i>Nickel</i>	44.1	55.3	29.5	55	80	65	95	105	95
<i>Plomb</i>	404	22.7	34.0	93	<67	68	102	145	118
<i>Zinc</i>	824	119	194	83	72	65	101	-	102

LÉGENDE: N nombre d'analyses effectuées
 - non déterminé
 • non applicable
 * Le nombre d'analyses effectuées par ANALEX sur le standard BCSS
 est N=4, pour le mercure

TABEAU A1-3 Contrôle de qualité interne - Éco-Recherches
Coefficients de variation sur les triplicata aléatoires
et les standards du CNRC

ÉLÉMENT	ÉCHANTILLON						STANDARD		
	#331		#922		#861		PACS	BCSS	MESS
	Moy.	CV (%)	Moy.	CV (%)	Moy.	CV (%)	CV (%)		
<i>Arsenic</i>	4.2	48	2.5	22	6.1	6	21	14	11
<i>Cadmium</i>	3.7	21	3.8	1	<1	-	-	-	17
<i>Chrome</i>	86	9	39	9	54	5	7	8	15
<i>Cuivre</i>	575	6	35	6	712	7	6	22	26
<i>Mercure</i>	-	-	-	-	-	-	16	14	-
<i>Nickel</i>	50	9	23	12	38	2	27	21	9
<i>Plomb</i>	482	6	<15	-	69	25	6	-	18
<i>Zinc</i>	767	8	69	2	467	2	12	31	9

TABLEAU A1-4 PARAMETRES INORGANIQUES
Comparaison entre les résultats des analyses régulières et ceux du contrôle de qualité externe

Échantillon	212, 221*			
Élément	VALEURS MESURÉES		DIFFÉRENCE (%)	
	Analyses régulières	Contrôle externe	ÉCO vs ÉCO	ÉCO vs Analex
<i>Arsenic</i>	7	10	38	9
<i>Cadmium</i>	5.5	4	24	96
<i>Chrome</i>	100	116	15	4
<i>Cuivre</i>	260	274	5	1
<i>Mercure*</i>	1.48	1.48	0	0
<i>Nickel</i>	44	38	15	47
<i>Plomb</i>	352	379	7	5
<i>Zinc</i>	1484	1404	6	26

Échantillon	421, 611*			
Élément	VALEURS MESURÉES		DIFFÉRENCE (%)	
	Analyses régulières	Contrôle externe	ÉCO vs ÉCO	ÉCO vs Analex
<i>Arsenic</i>	4.6	12	91	8
<i>Cadmium</i>	<1	<1	-	-
<i>Chrome</i>	51	65	24	2
<i>Cuivre</i>	143	712	133	5
<i>Mercure*</i>	0.72	0.72	0	1
<i>Nickel</i>	37	34	9	44
<i>Plomb</i>	127	130	2	11
<i>Zinc</i>	422	546	26	29

Échantillon	522, 431*			
Élément	VALEURS MESURÉES		DIFFÉRENCE (%)	
	Analyses régulières	Contrôle externe	ÉCO vs ÉCO	ÉCO vs Analex
<i>Arsenic</i>	8.5	11	24	10
<i>Cadmium</i>	41	40	2	25
<i>Chrome</i>	64	73	13	1
<i>Cuivre</i>	515	493	4	0
<i>Mercure*</i>	0.91	0.91	0	12
<i>Nickel</i>	60	53	13	43
<i>Plomb</i>	360	289	22	2
<i>Zinc</i>	10889	9456	14	17

LÉGENDE:

CV (%)

Diff (%)

coefficient de variation: $100 * (\text{écart-type} / \text{valeur moyenne})$

différence entre les valeurs obtenues pour les deux analyses:

$100 * (\text{moy1} - \text{moy2}) / [(\text{moy1} + \text{moy2}) / 2]$

* identification des échantillons utilisés pour le contrôle de qualité sur le mercure

- non-applicable

A1-2 PARAMETRES ORGANIQUES

Comme pour les paramètres inorganiques, le contrôle de qualité externe a été effectué sur un sous ensemble de trois échantillons composés, par paramètre analysé. Ces trois échantillons ont été choisis en fonction des résultats d'analyses régulières obtenus de Novalab, de façon à ce que le contrôle de qualité soit effectué sur des sédiments pour lesquels les teneurs couvrent une gamme relativement large de concentrations. Le contrôle de qualité externe a également été effectué sur deux échantillons de matériaux de référence pour lesquels les teneurs en contaminants sont certifiées, soit un pour les HAP et un pour les BPC.

Le laboratoire choisi pour le contrôle externe est Beak Analytical Services, de Brampton, Ontario. Les deux laboratoires ont utilisés les mêmes méthodes analytiques. Les résultats obtenus Beak et Novalab sont présentés à l'annexe 2.

A1-2.1 ÉVALUATION DE LA PRÉCISION ET DE L'EXACTITUDE

Précision

Comme il a été mentionné précédemment, la précision des résultats est obtenue en comparant les valeurs mesurées pour une série de réplicats. La variabilité des résultats obtenus est fonction de la précision des méthodes analytiques et de l'homogénéité des réplicats.

Les échantillons analysés par Novalab et Beak ne présentent pas nécessairement une bonne homogénéité. En effet, les triplicata fantômes sont préparés à partir des échantillons de sédiments humides et il est possible que la variabilité d'un réplikat à l'autre soit assez élevée, même si les sédiments ont été bien mélangés lors de la préparation. Cet effet peut être plus prononcé dans le cas où les sédiments contiennent une forte proportion de sable et de gravier.

Exactitude

L'analyse de matériaux de référence permet d'évaluer l'exactitude des résultats obtenus par les laboratoires. Les matériaux de référence choisis sont des échantillons séchés/tamisés de sédiment marin, pour lesquels les teneurs en HAP et en BPC sont certifiées. Pour chaque élément analysé, le rapport entre la valeur mesurée et la valeur certifiée permet d'évaluer le recouvrement, exprimé en pourcentage.

A1-2.2 ANALYSE DES RÉSULTATS

Six échantillons composés de sédiments du port de Montréal et deux échantillons de sédiments de référence ont été choisis pour le contrôle de qualité externe. Ces échantillons ont été homogénéisés et divisés en deux séries de triplicata, chez Analex. Ces échantillons ont ensuite été analysés par les deux laboratoires, sous forme de triplicata fantômes. Les échantillons analysés sont constitués des triplicata de:

- trois composés humides, pour les HAP;
- trois composés humides, pour les BPC;
- un standard de référence séché/tamisé, pour les HAP (standard HS-5);
- un standard de référence séché/tamisé, pour les BPC (standard HS-2).

Les résultats obtenus des deux laboratoires sont présentés au tableau A1.5 et A1.6. La moyenne et le coefficient de variation correspondant aux analyses en triplicata sont indiqués, pour chacun des échantillons analysés. Pour les sédiments de référence, la valeur certifiée et les pourcentages de recouvrement sont également indiqués. La différence observée entre les valeurs mesurées par les deux laboratoires est présentée.

Les deux laboratoires ont analysé en duplicata un des échantillons de sédiments humides, choisi de façon aléatoire. Les coefficients de variation des analyses en duplicata sont inférieures à 15%, dans la majorité des cas (cf. annexe 2).

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Matériaux de référence

Les résultats présentés au tableau A1.5 permettent d'évaluer la précision et l'exactitude des résultats obtenus pour les matériaux de référence. Il est important de noter que les coefficients de variation rapportés par le CNRC, pour les valeurs certifiées, sont relativement élevés (de l'ordre de 40%). Ces coefficients de variation ont été évalués à partir des résultats de 22 à 44 analyses, effectuées pour chacun des composés. Il est surprenant que la variabilité des valeurs certifiées soit aussi élevée, car les matériaux de référence sont des sédiments séchés/tamisés, donc relativement homogènes. Ceci semble indiquer que l'on peut s'attendre à une variabilité importante dans les résultats d'analyses, pour les HAP.

La précision des résultats présentés par Novalab est acceptable; les coefficients de variations sont tous $\leq 11\%$. La précision des résultats présentés par Beak semble un peu moins bonne, car les coefficients de variation obtenus pour certains composés sont assez élevés; toutefois, la précision obtenue sur la valeur mesurée pour les HAP totaux est acceptable.

L'exactitude des résultats présentés par Novalab ne semble pas acceptable. En effet, le recouvrement des analyses est de l'ordre de 40% seulement. L'occurrence de faibles recouvrements peut indiquer un problème d'extraction ou de dosage; ceci n'a toutefois pas été observé dans le cas des analyses effectuées sur les sédiments humides (voir plus bas). De plus, les pourcentages de recouvrement et les coefficients de variation sont à peu près constants pour tous les composés analysés; ceci indique une certaine constance et régularité dans les analyses. Les résultats présentés par Novalab se situent en fait à la limite inférieure des valeurs certifiées. L'analyse des résultats obtenus pour les autres échantillons permettra de mieux évaluer l'exactitude des résultats présentés par Novalab.

L'exactitude des résultats présentés par Beak est acceptable: les recouvrements sont de l'ordre de 70%. Il est intéressant de noter que les coefficients de variation et des pourcentages de recouvrement sont plus variables dans le cas de Beak que dans celui de Novalab. La différence entre les résultats présentés par les deux laboratoires est jugée acceptable (35%).

Échantillons composés de sédiments

Les résultats présentés au tableau A1.6 permettent de comparer les teneurs mesurées par les deux laboratoires pour les échantillons de sédiments du port de Montréal. Les différences observées pour les teneurs en HAP totaux sont acceptables, sauf dans le cas de l'échantillon #311.

Cet échantillon a été inclus dans le contrôle de qualité externe car la valeur mesurée dans le cadre des analyses régulières semblait anormalement élevée (277.9 mg/kg). Les valeurs mesurées pour les triplicata fantômes sont très variables (cf. annexe 2). En fait, les deux laboratoires ont obtenus des teneurs de l'ordre de 10 mg/kg pour deux des trois répliquats fantômes, et une teneur de l'ordre de 200 mg/kg pour le troisième échantillon. Ces résultats sont étonnants, car les séries de triplicata ont été préparées de façon indépendante: l'échantillon composé de sédiment a été homogénéisé, puis six prélèvements ont été effectués. Il est à noter que cet échantillon de sédiments a été prélevé dans une zone de turbulence, et est constitué d'environ 90% de sable et de gravier. Le prélèvement de matériaux pour fins d'analyses est alors difficile à effectuer. La variabilité des résultats obtenus pour cette série de répliquats est donc probablement associée à la granulométrie de l'échantillon.

La comparaison entre les résultats obtenus dans le cadre des analyses régulières et dans le cadre des analyses de contrôle externe est présentée au tableau A1.7. Les teneurs mesurées sont à peu près équivalentes dans les cas des échantillons #712 et #851 (variation totale de moins de 40%). Pour les raisons mentionnées plus haut, les différences observées dans le cas de l'échantillon #311 sont reliées à la granulométrie des sédiments analysés.

Dans l'ensemble, la qualité des résultats obtenus pour les HAP semble satisfaisante. Toutefois, une grande variabilité est observée dans le cas de sédiments à granulométrie grossière. Aussi, les échantillons étant analysés par voie humide, une variabilité relativement importante peut être observée d'un réplicat à l'autre.

Il est intéressant de noter que les teneurs mesurées pour les HAP totaux sont comparables, d'un laboratoire à l'autre, à la fois pour les matériaux de référence et pour les échantillons de sédiments du port de Montréal. La variabilité des teneurs mesurées pour chacun des hydrocarbures aromatiques, pris séparément, est toutefois beaucoup plus importante.

Biphényles polychlorés (BPC)

Matériaux de référence

Les résultats présentés au tableau A1.5 permettent d'évaluer la précision et l'exactitude des résultats obtenus pour les matériaux de référence. Le matériau de référence choisi présente une teneur certifiée correspondant à peu près au critère de qualité des sédiments de Vigneault (cf. tableau 3.3). Les résultats obtenus permettent alors d'évaluer dans quelle mesure les valeurs mesurées peuvent être utilisées pour discriminer entre des niveaux de contamination acceptable et non-acceptable.

La concordance entre les valeurs mesurées par les deux laboratoires et l'exactitude des résultats sont satisfaisantes. Les coefficients de variation sont acceptables dans le cas de Beak, mais un peu élevés dans le cas de Novalab. Ceci peut être expliqué par le fait que les teneurs mesurées sont près de la limite de détection analytique (0.01 mk/kg).

L'identification des différents types d'Aroclore est très variable d'un laboratoire à l'autre. Ceci peut être relié au fait que les chromatogrammes sont superposés pour l'Aroclore 1254 et l'Aroclore 1260; la quantification des différents mélanges de BPC est alors délicate, et peut être effectuée différemment d'un analyste à l'autre.

Échantillons composés de sédiments

Les résultats présentés au tableau A1.6 permettent de comparer les teneurs mesurées par les deux laboratoires pour les échantillons de sédiments du port de Montréal. La variabilité des résultats et la concordance des valeurs mesurées est acceptable pour un échantillon seulement (composé #222). Cet échantillon est constitué de matériaux fins (50% argile et 50% limon).

Pour les deux autres échantillons, la quantification des Aroclore est très différente, et les coefficients de variations sont élevés. Ces deux composés présentent une granulométrie plus grossière, soit environ 50% de sable pour le composé #411 et 70% pour le composé #531. La variabilité des résultats d'analyses est d'ailleurs plus marquée pour l'échantillon #531.

La comparaison entre les résultats obtenus dans le cadre des analyses régulières et dans le cadre des analyses de contrôle externe est présentée au tableau A1.7. Les variations sont assez élevées; les valeurs mesurées par les deux laboratoires sont soit plus élevées soit plus faibles que résultats d'analyses régulières, mais à l'inverse les uns des autres. Il est intéressant de noter que pour les échantillons #411 et #531, les résultats obtenus pour les analyses régulières correspondent à peu près à la moyenne des résultats obtenus des deux laboratoires pour le contrôle de qualité externe.

La qualité des résultats obtenus pour les BPC est difficile à évaluer. Toutes les teneurs mesurées se situent entre 0.1 mg/kg et 1.0 mg/kg, soit de une à dix fois le critère de Vigneault pour l'évaluation de la qualité des sédiments. La variabilité des paramètres de contrôle (précision et exactitude) à l'intérieur de ces limites est assez importante, soit de l'ordre de 50% à 100%. Il devient alors difficile d'élaborer une stratégie d'intervention sur la base des concentrations mesurées. Les résultats semblent indiquer que les variations observées sont dues, au moins en partie, à l'hétérogénéité des répliquats. Les résultats indiquent également que la concordance entre les deux laboratoires pour la quantification des deux types d'Aroclore est assez faible. De plus, contrairement au cas des HAP, les teneurs mesurées pour les BPC totaux ne sont pas vraiment comparables.

Les résultats obtenus dans le cadre des analyses régulières doivent donc être utilisés avec prudence; la variabilité analytique des niveaux de concentration mesurés, à un site donné, est assez importante. Les résultats obtenus doivent donc être considérés de façon relative; en effet, la comparaison des niveaux de contamination, d'une zone à l'autre, est probablement adéquate.

Tableau A1-5

Résultats d'analyses - Contrôle de qualité externe
Matériau de référence (paramètres organiques)

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (mg/kg)

Échantillon	HS-5								
	CNRC		Beak			Novalab			DIFF
	Moy	CV (%)	Moy	Rec. (%)	CV (%)	Moy	Rec. (%)	CV (%)	
<i>naphtalène</i>	0.25	28	0.21	85	3	0.11	43	11	50
<i>acénaphthylène</i>	0.15	-	0.11	73	0	-	-	-	-
<i>acénaphthène</i>	0.23	43	0.06	25	10	<1	<43	-	-
<i>fluorène</i>	0.40	25	0.20	51	3	0.14	34	11	28
<i>phénanthrène</i>	5.20	19	3.93	76	1	3.03	58	4	18
<i>anthracène</i>	0.38	39	1.07	281	133	0.22	58	0	112
<i>fluoranthène</i>	8.40	31	6.07	72	1	4.43	53	5	22
<i>pyrène</i>	5.80	31	4.17	72	1	2.70	47	6	31
<i>benz(a)-anthracène</i>	2.90	41	1.93	67	5	1.00	34	1	48
<i>chrysène</i>	2.80	32	3.40	121	3	1.37	49	4	66
<i>benzo(b)-fluoranthène</i>	2.00	50	3.22	161	51	-	-	-	-
<i>benzo(k)-fluoranthène</i>	1.00	40	0.67	67	101	-	-	-	-
<i>benzo-fluoranthène*</i>	3.00	-	3.89	-	-	1.77	59	3	57
<i>benzo(a)pyrène</i>	1.70	47	1.03	61	56	0.58	34	7	42
<i>pérylène</i>	-	-	1.07	-	84	-	-	-	-
<i>indeno(1,2,3-cd)pyrène</i>	1.30	54	<5	<39	-	0.43	33	5	-
<i>dibenzo(ah)anthracène</i>	0.20	50	<4	-	-	0.20	102	3	-
<i>benzo(ghi)pérylène</i>	1.30	23	<2	-	-	0.41	32	2	-
HAP totaux	37.0	-	26.91	73	13	16.38	44	4	35

BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (mg/kg)

Échantillon	HS-2							
	Valeur cert.		Moy			Moy		
		CV (%)		Rec.	CV (%)		Rec.	CV (%)
<i>Aroclore 1254</i>	0.00	-	<0.01	-	-	0.03	-	57
<i>Aroclore 1260</i>	0.11	2	0.08	-	34	0.03	38	0
BPC totaux	0.11	2	0.08	72	34	0.06	75	27

LÉGENDE:

Moy (mg/kg)

valeur moyenne des analyses en triplicate

CV (%)

coefficient de variation:

Diff (%)

différence entre les valeurs moyennes obtenues des deux laboratoires:

$$100 \cdot (\text{moy1} - \text{moy2}) / [(\text{moy1} + \text{moy2})/2]$$

Rec.

recouvrement, en pourcentage, par rapport aux valeurs certifiées

•

indique que le coefficient de variation ne peut être calculé car une ou plusieurs valeurs mesurées sont inférieures à la limite de détection

-

valeur non-disponible

*

les valeurs indiquées pour le benzo-fluoranthène représentent la somme des valeurs mesurées pour le benzo(b)- et le benzo(k)-fluoranthène

Tableau A1-6 Résultats d'analyse - Contrôle de qualité externe (paramètres organiques)

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (mg/kg)

Échantillon	#851					#712					#311				
Composé	Beak		Novalab		Diff (%)	Beak		Novalab		Diff (%)	Beak		Novalab		Diff (%)
	Moy	CV (%)	Moy	CV (%)		Moy	CV (%)	Moy	CV (%)		Moy	CV (%)	Moy	CV (%)	
<i>naphtalène</i>	0.31	26	0.82	6	53	0.27	13	0.23	17	10	7.70	103	3.07	72	67
<i>acénaphthylène</i>	0.06	18	-	-	-	<.5	•	-	-	-	0.17	81	-	-	-
<i>acénaphthène</i>	1.05	6	<.1	•	>165	0.15	43	0.14	24	8	1.44	141	1.13	135	17
<i>fluorène</i>	2.20	12	3.53	9	29	0.23	46	0.24	14	3	2.86	156	3.03	153	4
<i>phénanthrène</i>	8.00	12	11.00	0	20	1.46	51	1.63	9	7	15.86	154	19.17	157	12
<i>anthracène</i>	1.19	11	0.90	2	20	0.32	49	0.45	5	21	3.39	161	0.74	75	109
<i>fluoranthène</i>	2.17	11	2.27	5	3	1.46	59	1.67	9	9	12.29	153	10.25	150	12
<i>pyrène</i>	8.67	10	9.77	2	8	1.27	59	1.47	10	9	10.00	148	8.58	146	10
<i>benz(a)-anthracène</i>	1.86	13	1.36	34	22	1.17	81	0.85	7	23	6.93	155	0.89	65	139
<i>chrysène</i>	5.70	6	4.13	1	22	1.42	66	0.81	14	40	11.07	127	3.58	146	82
<i>benzo(b)-fluoranthène</i>	0.13	•	-	-	-	<.1	•	-	-	-	40.00	•	-	-	-
<i>benzo(k)-fluoranthène</i>	0.11	•	-	-	-	<.1	•	-	-	-	3.00	•	-	-	-
<i>benzo-fluoranthène*</i>	0.24	-	1.50	7	141	<.1	-	1.20	8	>143	43.00	-	4.87	145	145
<i>benzo(a)pyrène</i>	2.05	73	1.23	5	36	<.1	•	0.63	8	>145	24.00	-	2.80	143	143
<i>pérylène</i>	<.5	•	-	-	-	<.5	•	-	-	-	5.30	•	-	-	-
<i>indeno(1,2,3-cd)pyrène</i>	<.5	•	0.40	0	•	<.5	•	0.42	4	•	3.10	•	2.10	108	28
<i>dibenzo(ah)anthracène</i>	<4	•	tr	•	•	<4	•	tr	•	•	<4	•	2.20	•	•
<i>benzo(ghi)peryène</i>	<2	•	0.66	5	•	<2	•	0.40	1	•	<2	•	1.77	107	•
<i>HAP totaux</i>	32.65	11	37.57	2	9	7.37	62	10.14	9	20	93.15	155	57.52	142	34

BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (mg/kg)

Échantillon	#222					#411					#531				
Composé	Moy	CV (%)	Moy	CV (%)	Diff (%)	Moy	CV (%)	Moy	CV (%)	Diff (%)	Moy	CV (%)	Moy	CV (%)	Diff (%)
Aroclore 1254	0.55	10	0.22	35	68	0.12	11	0.12	65	1	0.71	144	0.15	98	111
Aroclore 1260	tr	•	0.64	2	•	<.01	•	0.12	45	•	<.01	•	0.06	24	•
BPC totaux	0.55	10	0.86	10	27	0.12	11	0.24	55	41	0.71	144	0.19	60	96

LÉGENDE:

Moy (mg/kg)

CV (%)

Diff (%)

valeur moyenne des analyses en triplicate

coefficient de variation:

différence entre les valeurs moyennes obtenues des deux laboratoires:

$$100 * (\text{moy1} - \text{moy2}) / [(\text{moy1} + \text{moy2}) / 2]$$

• indique que le coefficient de variation ne peut être calculé car une ou plusieurs valeurs mesurées sont inférieures à la limite de détection

- valeur non-disponible

* les valeurs indiquées pour le benzo-fluoranthène représentent la somme des valeurs mesurées pour le benzo(b)- et le benzo(k)-fluoranthène

Tableau A1-7 PARAMETRES ORGANIQUES
Comparaison entre les résultats d'analyses régulières
et ceux du contrôle de qualité externe
(les résultats sont exprimés en mg/kg)

Paramètre	Échantillon	Analyses régulières	Novalab			Beak			Variation totale*
HAP totaux	#311	277.9	57.52	±	81.68	93.15	±	144.38	154
	#712	7.04	10.14	±	0.91	7.37	±	4.57	38
	#851	43.63	37.63	±	0.75	32.65	±	3.59	29
BPC totaux	#222	0.97	0.86	±	0.09	0.55	±	0.06	53
	#411	0.16	0.24	±	0.13	0.12	±	0.01	69
	#531	0.52	0.19	±	0.11	0.71	±	1.02	110

* variation totale entre les résultats obtenus de Beak et de Novalab:

100 * (valeur maximum - valeur minimum) / valeur moyenne

ANNEXE 2

RAPPORTS DE LABORATOIRES

PARAMETRES INORGANIQUES



ÉCO-RECHERCHES (CANADA) INC.
ECO-RESEARCH (CANADA) INC.

121 Boul. Hymus, Pointe-Claire, Québec H9R 1E6 Téléphone: (514) 697-3273 Fax: (514) 697-2090

Pointe-Claire, le 29 novembre 1989

Environnement Illimité
855, de Maisonneuve est
Montréal (Québec)
H2L 1Y8

A l'attention de: Mme Catherine Chauvin

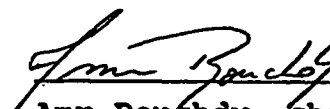
Référence: Projet no 291686

Madame Chauvin,

Vous trouverez ci-joint le rapport concernant les analyses chimiques de sédiments du port de Montréal pour Environnement Illimité.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction. Si de plus amples informations vous étaient nécessaires, n'hésitez pas à communiquer avec nous.

Recevez, Madame Chauvin, l'expression de nos salutations distinguées.


Amr Rouchdy, chimiste

\291686-1



**ANALYSES CHIMIQUES
DE SEDIMENTS
DU PORT DE MONTREAL**

pour
ENVIRONNEMENT ILLIMITE
Montréal (Québec)

A l'attention de: Madame Catherine Chauvin
par
ECO-RECHERCHES (CANADA) INC.
POINTE-CLAIRE (Québec)

Notre numéro de projet: 291686
par

Amr Rouchdy, M. Sc., chimiste
Benoit Lagarde, M. Sc., chimiste

Novembre 1989



1. INTRODUCTION

Selon l'entente intervenue entre Environnement Illimité et Eco-Recherches (Canada) Inc., nous avons procédé à l'analyse des sédiments du Port de Montréal.

2. METHODOLOGIE

Les échantillons ont été expédiés par Environnement Illimité en plusieurs envois au laboratoire d'Eco-Recherches (Canada) Inc. dans deux (2) séries de contenants fournis par Eco-Recherches (Canada) Inc.

A la réception, les échantillons ont été décantés, homogénéisés de façon manuelle et les composés ont été effectués. Une portion d'échantillons a été mise à sécher à 110⁰ C pour être ensuite broyée mécaniquement à l'aide d'un mortier de porcelaine. (Shatter box).

Le pourcentage d'humidité a été calculé sur cette fraction. La portion restante a été conservée dans les contenants originaux et réfrigérée pour l'analyse des mercures.

La deuxième série de contenants réservée aux analyses organiques a été congelée à la réception des échantillons.

Après la décongélation pour l'analyse, l'échantillon a été décanté puis homogénéisé manuellement à l'aide d'une tige de verre. Les composés ont ensuite été effectués.

Les conditions d'analyses utilisées sont présentées dans le premier tableau.

ANALYSES DES HUILES & GRAISSES

CLIENT: ENVIRONNEMENT ILLIMITE

NO DE PROJET: 29 1686

DATE: 15 NOVEMBRE 1989

NO D'ECHANTILLON (S)	:	H&G TOTALES	H&G MINERALES
A	:	9560	7850
A-1	:	7670	4710
A-2	:	17125	10930
B	:	9975	780
B-1	:	13105	8350
B-2	:	10370	6550
C	:	10825	825
C-1	:	10155	4545
C-2	:	6395	4615
D	:	9310	7590
D-1	:	2440	1605
D-2	:	1765	1400
D-3	:	5930	2490
E	:	10570	1690
E-1	:	8740	4335
F	:	8830	7655
F-1	:	160	105
F-2	:	140	95
G	:	11025	4020
G-1	:	79	<40
G-2	:	160	<55
H	:	7070	5875
I	:	9875	6980
J	:	6715	5955
K	:	7405	5515
L	:	5830	2755

RESULTATS EN PPM (mg/kg), EN POIDS SEC.

ANALYSES DES HUILES & GRAISSES

CLIENT: ENVIRONNEMENT ILLIMITE

NO DE PROJET: 29 1686

DATE: 15 NOVEMBRE 1989

-----		H&G	H&G
NO D'ECHANTILLON (S)	:	TOTALES	MINERALES
-----		-----	
	:		
M	:	20740	7270
N	:	4030	2030
O	:	4095	2820
P	:	5885	5050
Q	:	7525	6675
R	:	5555	4945
S	:	3575	2575
T	:	17185	15185
U	:	12475	8755
V	:	9260	3290
W	:	2805	1620
X	:	1410	760
X-1	:	4350	1900
X-2	:	5400	2700
Y	:	6265	5265
Z-1	:	7250	5430
Z-2	:	7175	6035
	:		

RESULTATS EN PPM (mg/kg), EN POIDS SEC.



Client:	Environnement Illimitée
Projet #:	29-1686
Objet:	Analyse de sédiments.

PARAMETRES	Unité	Limite de détection	Limite de quantification	Longueur d'onde d'analyse (nm)
------------	-------	------------------------	-----------------------------	--------------------------------------

ICP

Antimoine	(mg/kg)	10	30	206.833
Arsenic	(mg/kg)	20	60	193.696
Béryllium	(mg/kg)	1	3	313.042
Bore	(mg/kg)	1	3	249.773
Cadmium	(mg/kg)	1	3	214.440
Calcium	(mg/kg)	1	3	317.933
Chrome	(mg/kg)	1	3	205.552
Fer	(mg/kg)	1	3	238.204
Magnésium	(mg/kg)	1	3	279.553
Manganèse	(mg/kg)	1	3	257.610
Mercure	(mg/kg)	20	60	194.227
Molybdène	(mg/kg)	5	15	203.844
Nickel	(mg/kg)	5	15	231.604
Sélénium	(mg/kg)	20	60	196.030
Silice	(mg/kg)	5	15	251.611
Strontium	(mg/kg)	10	30	215.284
Titane	(mg/kg)	10	30	336.121
Vanadium	(mg/kg)	10	30	292.404
Zinc	(mg/kg)	2	6	213.856

GENERATION D'HYDRURE

VAPEUR FROIDE

Arsenic	(mg/kg)	1	3	193.7
Mercure	(mg/kg)	0.02	0.06	-
sélénium	(mg/kg)	1	3	196.0

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	100	300	309.3
Cobalt	(mg/kg)	5	15	240.7
Cuivre	(mg/kg)	3	9	324.8
Plomb	(mg/kg)	15	45	283.7

CALCINATION

% M.O.T.	(%)	0.01	0.03	-
----------	-----	------	------	---


 Amr Rouchdy, M. Sc.
 Chimiste

Client: Environnement illimitée
Projet #: 29-1686
Objet : Analyse de sédiments



PARAMETRES	UNITE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ICP

Antimoine	(mg/kg)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Arsenic	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Béryllium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bore	(mg/kg)	84	79	78	57	78	115	31	103	284	139	265	265
Cadmium	(mg/kg)	3	19	6	2	1	5	3	1	8	11	41	8
Calcium	(%)	2.24	2.66	2.69	1.62	2.01	1.89	1.38	1.89	3.18	5.89	2.58	2.34
Chrome	(mg/kg)	100	115	100	90	91	82	59	62	73	72	64	61
Fer	(%)	3.20	3.20	2.90	3.30	2.90	3.40	1.06	3.33	2.72	3.10	2.62	2.76
Magnésium	(%)	0.95	1.02	0.96	1.08	1.01	1.17	0.56	1.15	0.90	1.75	0.97	1.03
Manganèse	(mg/kg)	38	351	354	313	347	218	155	431	409	381	338	514
Mercur	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Molybdène	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Nickel	(mg/kg)	41	40	44	48	43	40	14	34	58	115	60	54
Sélénium	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Silice	(mg/kg)	108	135	242	156	145	78	179	182	443	149	262	133
Strontium	(mg/kg)	144	133	123	92	90	83	73	98	100	146	107	82
Titane	(mg/kg)	415	362	433	421	522	389	33	711	735	488	602	411
Vanadium	(mg/kg)	37	34	35	36	37	46	18	44	34	28	27	30
Zinc	(mg/kg)	1960	1637	1502	1255	1088	1069	589	459	1262	2660	10900	883

GENERATION D'HYDRURE VAPEUR FROIDE

arsenic	(mg/kg)	11	4	7	6	6	4	2	6	3	7	9	5
sélénium	(mg/kg)	2	2	<1	2	<1	<1	2	<1	2	<1	2	<1
mercure	(mg/kg)	1.78	1.77	1.4	1.02	1.63	1.04	1.53	1.72	1.1	1.19	1.04	0.32

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	15300	15800	15100	15900	15300	17600	9410	15200	11700	9420	9500	11600
Cobalt	(mg/kg)	10	12	10	10	8	<5	<5	25	<5	12	24	12
Cuivre	(mg/kg)	237	342	260	236	206	175	190	119	213	357	515	155
Plomb	(mg/kg)	419	396	352	309	264	222	200	199	169	359	360	108

M.O.T	(%)	15.0	18.8	18.6	18.4	17.4	14	18.2	17.7	18	16.8	12.2	27.0
-------	-----	------	------	------	------	------	----	------	------	----	------	------	------

[Signature]
11-11-11

Client: Environnement illimité

Projet #: 29-1686

Objet : Analyse de sédiments



PARAMETRES	UNITE	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ICP

Antimoine	(mg/kg)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Arsenic	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Béryllium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bore	(mg/kg)	134	94	61	74	83	75	70	100	100	111	104	96
Cadmium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3	<1	<1
Calcium	(%)	2.43	2.35	4.21	3.15	4.92	5.04	3.12	3.74	3.59	2.73	2.25	2.40
Chrome	(mg/kg)	53	51	47	71	372	139	66	187	60	57	35	26
Fer	(%)	2.91	3.29	2.33	2.45	2.63	2.52	2.20	2.68	3.12	2.41	2.57	2.66
Magnésium	(%)	1.26	1.24	0.85	0.89	1.14	1.10	0.76	1.12	1.26	0.86	0.85	0.75
Manganèse	(mg/kg)	490	440	1170	364	519	377	331	440	452	498	453	435
Mercur	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Molybdène	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Nickel	(mg/kg)	43	37	35	34	121	128	58	61	46	38	36	34
Sélénium	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Silice	(mg/kg)	122	78	61	194	386	285	119	285	72	330	44	365
Strontium	(mg/kg)	85	83	188	101	192	156	106	143	142	90	77	74
Titane	(mg/kg)	612	889	336	407	470	481	296	627	872	544	388	271
Vanadium	(mg/kg)	34	40	27	28	40	36	20	45	48	33	28	24
Zinc	(mg/kg)	602	442	457	453	677	429	424	587	352	1061	502	536

GENERATION D'HYDRURE

VAPEUR FROIDE

arsenic	(mg/kg)	4	5	3	4	42	7	7	15	8	4	4	3
sélénium	(mg/kg)	<1	2	<1	3	68	26	24	26	3	2	<1	<1
mercure	(mg/kg)	0.66	0.49	1.24	0.39	0.61	0.43	0.59	0.77	0.73	0.89	0.52	0.36

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	12600	17300	13000	8640	11700	11500	7450	13900	17900	13500	12000	10100
Cobalt	(mg/kg)	16	12	49	5	15	19	10	15	<5	<5	10	8
Cuivre	(mg/kg)	134	143	235	182	5024	860	1507	553	196	223	176	131
Plomb	(mg/kg)	195	127	157	93	158	121	102	139	82	118	80	98

M.O.T	(%)	18.5	13.0	23.6	6.8	12.2	8.0	5.4	13.8	7.3	34.5	8.9	4.3
-------	-----	------	------	------	-----	------	-----	-----	------	-----	------	-----	-----

Amr Rouchdy
Amr Rouchdy, M. Sc. Chimiste

Client: Environnement illimité
Projet #: 29-1686
Objet : Analyse de sédiments



PARAMETRES	UNITE	Y	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	D3	E1	F1
------------	-------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

ICP

Antimoine	(mg/kg)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Arsenic	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Béryllium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bore	(mg/kg)	84	78	86	95	85	121	104	85	58	100	61	62
Cadmium	(mg/kg)	<1	2	2	9	2	9	1	<1	<1	4	3	<1
Calcium	(%)	3.78	3.27	2.53	2.67	3.33	3.04	6.80	6.60	7.90	5.10	2.74	4.70
Chrome	(mg/kg)	54	129	124	123	71	125	72	47	21	86	23	20
Fer	(%)	2.36	1.96	2.50	3.00	2.60	3.30	3.10	2.51	2.18	3.30	2.60	2.55
Magnésium	(%)	1.01	0.33	0.72	0.95	0.67	2.96	0.99	0.70	0.69	0.78	0.63	0.79
Manganèse	(mg/kg)	340	621	427	266	618	461	402	308	273	426	310	570
Mercure	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Molybdène	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Nickel	(mg/kg)	38	56	60	68	48	58	44	35	27	50	27	17
Sélénium	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Silice	(mg/kg)	157	305	163	173	102	443	139	282	148	183	110	68
Strontium	(mg/kg)	115	176	151	154	149	138	129	184	215	160	93	130
Titane	(mg/kg)	489	166	263	348	271	673	546	256	156	324	86	734
Vanadium	(mg/kg)	33	24	35	38	26	48	37	25	19	32	17	32
Zinc	(mg/kg)	463	557	1192	1840	798	1453	762	445	232	712	271	105

GENERATION D'HYDRURE

VAPEUR FROIDE

arsenic	(mg/kg)	6	8	10	6	8	7	4	5	11	3	<1	5
sélénium	(mg/kg)	9	<1	2	<1	<1	2	<1	2	<1	2	<1	5
mercure	(mg/kg)	0.56	1.01	1.8	2.26	0.75	1.58	0.94	0.41	0.21	0.9	0.4	0.13

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	9787	8590	8340	9770	6990	16500	15600	8510	6670	10700	7250	13700
Cobalt	(mg/kg)	7	12	12	12	8	15	13	<5	6	9	10	<5
Cuivre	(mg/kg)	747	268	297	317	225	226	121	296	98	575	98	25
Plomb	(mg/kg)	77	520	600	802	411	306	181	236	286	482	42	96

M.O.T	(%)		23.6	35.4	19.9	35.1	14.8	13.0	11.3	6.4	16.6	3.0	6.5
-------	-----	--	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	-----	-----

30-1686

Client: Environnement illimité

Projet #: 29-1686

Objet : Analyse de sédiments

PARAMETRES	UNITE	F2	G1	G2	X1	X2	Z1	Z2	SECT 28	SECT 32	SECT 34
------------	-------	----	----	----	----	----	----	----	---------	---------	---------

ICP

Antimoine	(mg/kg)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Arsenic	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Béryllium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bore	(mg/kg)	29	29	99	59	79	32	106	68	68	75
Cadmium	(mg/kg)	<1	<1	<1	2	2	<1	<1	<1	<1	3
Calcium	(%)	2.30	2.50	2.90	6.80	4.60	2.40	3.50	9.30	7.00	12.00
Chrome	(mg/kg)	5	11	39	17	23	19	71	17	19	26
Fer	(%)	1.70	2.90	3.40	1.90	2.40	2.60	2.76	2.40	2.00	3.20
Magnésium	(%)	0.56	0.87	1.70	0.57	0.75	0.54	0.86	0.65	0.54	0.86
Manganèse	(mg/kg)	234	669	443	246	310	511	374	838	253	367
Mercure	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Molybdène	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Nickel	(mg/kg)	<5	13	23	11	23	31	47	20	14	28
Sélénium	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Silice	(mg/kg)	49	70	116	81	132	174	81	347	252	378
Strontium	(mg/kg)	59	65	39	128	166	76	97	300	129	227
Titane	(mg/kg)	116	214	1632	221	328	353	484	121	226	144
Vanadium	(mg/kg)	19	26	53	18	29	<10	35	17	33	17
Zinc	(mg/kg)	107	132	90	418	532	229	667	402	473	296

GENERATION D'HYDRURE

VAPEUR FROIDE

arsenic	(mg/kg)	2	9	3	3	4	<1	<1	5	2	34
sélénium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	12	16	<1	<1	2
mercure	(mg/kg)	0.08	0.03	0.03	0.79	0.71	0.1	0.61	0.67	0.25	0.62

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	6690	14100	22866	9010	12900	3017	10200	8140	9700	7620
Cobalt	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cuivre	(mg/kg)	12	20	36	119	295	572	629	62	112	137
Plomb	(mg/kg)	<15	<15	<15	86	130	34	63	1002	85	469

M.O.T	(%)	1.5	1.9	3.2	13.0	11.0	2.2	6.5	2.7	4.0	6.8
-------	-----	-----	-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	-----

Amr Rouchdy
Amr Rouchdy, M. Sc. Chimiste



Client:	Environnement Illimitée
Projet:	29-1686
Objet:	Analyse de sédiments

DUP LICATA DE MERCURE

ECHANTILLON	MERCURE mg/kg	MERCURE mg/kg	MERCURE (moyenne) mg/kg
A	1.78	1.77	1.78
B	1.72	1.82	1.77
C	1.46	1.35	1.40
D	0.97	1.08	1.02
E	1.40	1.94	1.67
F	1.07	1.04	1.05
G	1.51	1.55	1.53
H	1.33	2.11	1.72
I	1.11	1.15	1.13
J	1.23	1.14	1.19
K	0.94	1.15	1.04
L	0.19	0.36	0.28
M	0.64	0.68	0.66
N	0.55	0.42	0.49
O	1.54	0.94	1.24
P	0.36	0.41	0.39
Q	0.73	0.49	0.61
R	0.38	0.48	0.43
S	0.56	0.61	0.59
T	0.75	0.80	0.77
U	0.66	0.80	0.77
V	1.19	0.58	0.89
W	0.36	0.68	0.52
X	0.36	0.35	0.36
Y	0.55	0.58	0.56

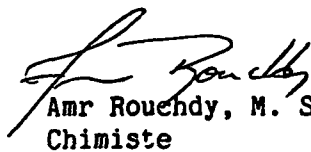

Amr Rouchdy, M. Sc.
Chimiste



Client:	Environnement Illimitée
Projet:	29-1686
Objet:	Analyse de sédiments

DUP LICATA DE MERCURE

ECHANTILLON	MERCURE mg/kg	MERCURE mg/kg	MERCURE (moyenne) mg/kg
A1	0.98	1.04	1.01
A2	1.90	1.90	1.90
B1	2.12	2.40	2.26
B2	0.76	0.73	0.75
C1	1.60	1.62	1.61
C2	1.00	0.88	0.94
D1	0.38	0.45	0.41
D2	0.26	0.16	0.21
D3	0.90	0.90	0.90
E1	0.33	0.47	0.4
F1	0.07	0.20	0.13
F2	0.10	0.07	0.08
G1	0.02	0.03	0.03
G2	0.02	0.04	0.03
X1	0.79	0.79	0.79
X2	0.74	0.68	0.71
Z1	0.10	-	0.10
Z2	0.69	0.53	0.61
SECT28	0.67	0.67	0.67
SECT32	0.21	0.28	0.25
SECT34	0.72	0.52	0.62


Amr Rouehdy, M. Sc.
Chimiste



Client: Environnement Illimitée
Projet # 29-1686
Objet: Granulométrie par sédimentation

Note: Gravier diamètre > 2 mm
Sable diamètre 63 mm < 2 mm
Limon diamètre < 0.063 mm et > 0.0043 + 0.0005 mm
Argile diamètre < 0.0043 + 0.0005 mm

ECHANTILLON	% GRAVIER	% SABLE	% LIMON	% ARGILE
A	0.70	22.30	53.25	23.75
B	0.00	23.30	51.60	25.10
C	1.70	25.80	51.60	20.90
D	0.00	0.50	48.30	51.20
E	0.00	10.00	47.50	42.50
F	0.00	33.25	44.25	22.50
G	MATIERE ORGANIQUE			
H	2.85	24.45	42.30	30.40
I	0.50	17.50	54.60	27.40
J	0.31	1.75	10.31	87.63
K	0.70	29.90	44.60	24.80
L	1.90	65.60	17.80	14.70
M	0.25	46.75	35.50	17.50
N	0.10	36.90	36.80	26.20
O	2.40	52.00	28.50	17.10
P	2.80	25.60	41.20	30.40
Q	0.90	43.90	36.60	18.60
R	3.0	28.0	35.1	33.9
S	0.30	47.70	33.30	18.70
T	4.10	33.70	41.90	20.30
U	2.80	0.50	39.60	57.10
V	MATIERE ORGANIQUE			
W	0.40	61.60	16.80	21.20
X	0.30	66.30	16.00	17.40
Y	10.70	30.80	45.10	13.40
A1	16.40	61.70	6.20	15.70
A2	14.90	41.30	25.70	18.10
B1	2.80	18.40	38.60	40.20
B2	5.60	3.40	12.30	78.70


Amr Rouchdy, M. Sc.
Chimiste



Client:	Environnement Illimitée
Projet #	29-1686
Objet:	Granulométrie par sédimentation

Note: Gravier diamètre $> 2 \text{ mm}$
Sable diamètre $63 \text{ mm} < 2 \text{ mm}$
Limon diamètre $< 0.063 \text{ mm}$ et $> 0.0043 + 0.0005 \text{ mm}$
Argile diamètre $< 0.0043 + 0.0005 \text{ mm}$

ECHANTILLON	% GRAVIER	% SABLE	% LIMON	% ARGILE
C1	1.20	31.80	47.20	19.80
C2	3.70	37.50	35.90	22.90
D1	21.10	48.00	5.20	25.70
D2	41.20	45.80	4.20	8.80
D3	3.10	54.40	21.90	20.60
E1	4.20	46.80	13.30	35.70
F1	51.40	30.60	9.20	8.80
F2	1.20	71.50	10.60	16.70
G1	54.50	34.10	4.00	7.40
G2	1.30	0.00	74.00	24.70
X1	9.90	60.70	18.10	11.30
X2	16.30	48.30	20.80	14.60
Z1	33.20	6.30	10.70	49.80
Z2	9.70	51.30	20.90	18.10
SECT28	58.95	32.85	1.50	6.70
SECT32	85.20	12.00	0.60	2.2
SECT34	25.90	60.20	2.30	11.60
SECT41	45.50	41.60	2.00	10.90
ECT44N	3.30	49.45	28.55	18.70
SECT46	8.80	34.45	37.95	18.80


Amr Rouchdy, M. Sc.
Chimiste



Client:	Environnement Illimitée
Projet #:	29-1686
Objet:	Echantillons contrôlés- Digestion No.1

PARAMETRES	UNITE	PACS VALEUR CERTIFIEE	PACS-A	PACS-B	BCSS VALEUR CERTIFIEE	BCSS-A	BCSS-B	MESS VALEUR CERTIFIEE	MESS-A	MESS-B
------------	-------	-----------------------------	--------	--------	-----------------------------	--------	--------	-----------------------------	--------	--------

ICP

Antimoine	(mg/kg)	171 + 14	<10	<10	0.59 + 0.06	<10	<10	0.73 + 0.08	<10	<10
Arsenic	(mg/kg)	211 + 11	123	111	11.1 + 1.4	<20	<20	10.6 + 1.2	<20	<20
Béryllium	(mg/kg)	-	<1	<1	1.3 + 0.3	<1	<1	1.9 + 0.2	<1	<1
Bore	(mg/kg)	-	139	149	-	103	12	-	78	90
Cadmium	(mg/kg)	2.38 + 0.20	<1	<1	0.25 + 0.4	<1	<1	0.59 + 0.10	<1	<1
Calcium	(%)	-	0.89	0.72	-	0.35	0.32	-	0.16	0.14
Chrome	(mg/kg)	113 + 8	39	41	123 + 14	37	(7)	71 + 11	23	19
Fer	(%)	-	3.72	3.12	-	2.57	0.98	-	2.26	2.15
Magnésium	(%)	-	1.02	0.82	-	1.13	1.07	-	0.6	0.6
Manganèse	(mg/kg)	470 + 12	270	275	229 + 15	186	203	513 + 25	311	322
Mercure	(mg/kg)	4.57 + 0.16	<20	<20	-	<20	<20	0.17 + 0.014	<20	<20
Molybdène	(mg/kg)	12.3 + 0.9	8	9	-	<5	<5	-	<5	<5
Nickel	(mg/kg)	44.1 + 2.0	36	40	55.3 + 3.6	53	58	29.5 + 2.7	29	30
Sélénium	(mg/kg)	1.09 + 0.11	<20	<20	0.43 + 0.06	<20	<20	0.34 + 0.06	<20	<20
Silice	(mg/kg)	-	464	228	-	233	297	-	260	324
Strontium	(mg/kg)	277 + 11	73	76	-	35	33	-	30	32
Titane	(mg/kg)	-	890	813	-	139	178	-	259	264
Vanadium	(mg/kg)	127 + 5	68	69	93.4 + 4.9	37	<10	72.4 + 5.3	30	31
Zinc	(mg/kg)	824 + 22	742	642	119 + 12	51	65	191 + 17	142	124

Generation d'hydruure/Vapeur froide

Arsenic	(mg/kg)	211 + 11	165	108	11.1 + 1.4	7	6	10.6 + 1.2	6	6
Sélénium	(mg/kg)	1.09 + 0.11	0.41	0.37	0.43 + 0.06	0.26	0.22	0.34 + 0.06	0.3	0.3
Mercure*	(mg/kg)	4.57 + 0.16	7.24	7.5	0.129 + 0.12	-	-	0.17 + 0.014	-	-

Absorption Atomique

Aluminium	(mg/kg)	-	9661	8964	-	8767	10968	-	7420	7264
Cobalt	(mg/kg)	17.5 + 1.1	12	11	11.4 + 2.1	5	5	10.8 + 1.9	<5	5
Cuivre	(mg/kg)	452 + 16	428	432	18.5 + 2.7	15	12	25.1 + 3.8	9	12
Plomb	(mg/kg)	404 + 20	379	372	22.7 + 3.4	29	28	34.0 + 6.1	31	29

* seulement analysé le PACS

(): Valeur rejetée


Amr Rouchdy, Chimiste



Client: Environnement Illimitée
Projet #: 29-1686
Objet: Echantillons contrôlés- Digestion No.2

PARAMETRES	UNITE	PACS VALEUR CERTIFIEE	PACS-A	PACS-B	BCSS VALEUR CERTIFIEE	BCSS-A	BCSS-B	MESS VALEUR CERTIFIEE	MESS-A	MESS-B
------------	-------	-----------------------------	--------	--------	-----------------------------	--------	--------	-----------------------------	--------	--------

ICP

Antimoine	(mg/kg)	171 + 14	<10	<10	0.59 + 0.06	<10	<10	0.73 + 0.08	<10	<10
Arsenic	(mg/kg)	211 + 11	115	126	11.1 + 1.4	<20	<20	10.6 + 1.2	<20	<20
Béryllium	(mg/kg)	-	<1	<1	1.3 + 0.3	<1	<1	1.9 + 0.2	<1	<1
Bore	(mg/kg)	-	147	141	-	101	100	-	81	73
Cadmium	(mg/kg)	2.38 + 0.20	1	2	0.25 + 0.4	<1	<1	0.59 + 0.10	2	<1
Calcium	(%)	-	0.94	0.92	-	0.4	0.42	-	0.2	0.2
Chrome	(mg/kg)	113 + 8	36	35	123 + 14	32	31	71 + 11	14	14
Fer	(%)	-	4	4	-	3.1	2.9	-	2.4	2.4
Magnésium	(%)	-	0.96	0.96	-	1.18	1.15	-	0.65	0.66
Manganèse	(mg/kg)	470 + 12	264	258	229 + 15	164	168	513 + 25	304	298
Mercure	(mg/kg)	4.57 + 0.16	<20	<20	0.129 + 0.12	<20	<20	0.17 + 0.014	<20	<20
Molybdène	(mg/kg)	12.3 + 0.9	7.9	8.8	-	<5	<5	-	<5	<5
Nickel	(mg/kg)	44.1 + 2.0	26	21	55.3 + 3.6	40	41	29.5 + 2.7	15	16
Sélénium	(mg/kg)	1.09 + 0.11	<20	<20	0.43 + 0.06	<20	<20	0.34 + 0.06	<20	<20
Silice	(mg/kg)	-	123	300	-	343	216	-	238	168
Strontium	(mg/kg)	277 + 11	75	74	-	34	37	-	31	30
Titane	(mg/kg)	-	950	952	-	154	168	-	198	182
Vanadium	(mg/kg)	127 + 5	71	68	93.4 + 4.9	35	36	72.4 + 5.3	28	27
Zinc	(mg/kg)	824 + 22	782	782	119 + 12	96	105	191 + 17	168	169

GENERATION D'HYDRURE/VAPEUR FROIDE

Arsenic	(mg/kg)	211 + 11	158	148	11.1 + 1.4	7	7	10.6 + 1.2	6	6
Sélénium	(mg/kg)	1.09 + 0.11	0.34	0.28	0.43 + 0.06	0.39	0.3	0.34 + 0.06	0.34	0.37
Mercure*	(mg/kg)	4.57 + 0.16	8.17	7.83	0.129 + 0.12	-	-	0.17 + 0.014	-	-

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	-	8350	8226	-	8263	7736	-	5466	5897
Cobalt	(mg/kg)	17.5 + 1.1	8	<5	11.4 + 2.1	<5	<5	10.8 + 1.9	<5	5
Cuivre	(mg/kg)	452 + 16	471	464	18.5 + 2.7	23	18	25.1 + 3.8	9	12
Plomb	(mg/kg)	404 + 20	391	391	22.7 + 3.4	<15	<15	34.0 + 6.1	<15	<15

*seulement analysé le PACS


Amr Rouchdy, Chimiste



Cient: Environnement Illimitée
Projet #: 29-1686
Objet: Echantillons contrôlés- Digestion No.3 (dilution)

PARAMETRES	UNITE	PACS CONTROLE VALEUR CERTIFIEE	PACS-A	PACS-B	PACS-C
Calcium	(%)	-	0.92	0.93	0.92
Fer	(%)	-	4.35	4.2	4.1
Magnésium	(%)	-	0.99	0.98	0.98
Zinc	(mg/kg)	824 ± 22	794	789	781


Amr Rouchdy, M. Sc.
Chimiste



Client:	Environnement Illimité
Objet:	29-1686
	Triplicata

PARAMETRES	UNITE	D3	D3	D3	MOYENNE	C.V. (%)
------------	-------	----	----	----	---------	-------------

ICP

Antimoine	(mg/kg)	<10	<10	<10	<10	-
Arsenic	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Béryllium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	-
Bore	(mg/kg)	109	101	90	100	9.5
Cadmium	(mg/kg)	4	3	4	4	3
Calcium	(%)	5.20	4.90	5.20	5.10	3.4
Chrome	(mg/kg)	85	79	95	86	9.4
Fer	(%)	3.50	3.30	3.10	3.30	6.1
Magnésium	(%)	0.78	0.79	0.75	0.77	2.7
Manganèse	(mg/kg)	467	415	396	426	8.6
Mercur	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Molybdène	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	-
Nickel	(mg/kg)	55	46	50	50	9
Sélénium	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Silice	(mg/kg)	*284	125	139	132	7.4
Strontium	(mg/kg)	157	158	164	160	2.4
Titane	(mg/kg)	351	291	331	324	9.4
Vanadium	(mg/kg)	32	31	34	32	4.8
Zinc	(mg/kg)	701	724	712	712	1.6

GENERATION D'HYDRURE

Arsenic	(mg/kg)	3	6*	4	3	27
Sélénium	(mg/kg)	2	2	2	2	3.1

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	10700	10700	10200	10533	2.7
Cobalt	(mg/kg)	10	9	9	9	6.4
Cuivre	(mg/kg)	612	554	560	575	5.5
Plomb	(mg/kg)	489	508	450	482	6.1

M.O.T.	(%)	16.6	-	-	16.6	-
--------	-----	------	---	---	------	---


 Amr Rouchdy, M. Sc.
 Chimiste

*:N.B.: Valeur rejeté dans le calcul de la moyenne et du coefficient de variation.



Client: Environnement Illimité

29-1686

Triplicata

PARAMETRES	Unite	Y	YY	YYY	MOYENNE	C.V. (%)
------------	-------	---	----	-----	---------	-------------

ICP

Antimoine	(mg/kg)	<10	<10	<10	<10	-
Arsenic	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Béryllium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	-
Bore	(mg/kg)	86	86	80	84	4.1
Cadmium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	-
Calcium	(%)	3.76	3.68	3.90	3.78	2.90
Chrome	(mg/kg)	57	53	51	54	5.7
Fer	(%)	2.42	2.32	2.34	2.36	2.20
Magnésium	(%)	1.01	1.00	1.01	1.00	0.60
Manganèse	(mg/kg)	339	344	338	340	0.9
Mercure	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Molybdène	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	-
Nickel	(mg/kg)	39	38	38	38	1.5
Sélénium	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Silice	(mg/kg)	132	171	168	157	3.2
Strontium	(mg/kg)	117	114	113	115	1
Titane	(mg/kg)	493	473	425	464	7.5
Vanadium	(mg/kg)	36	33	31	33	7.6
Zinc	(mg/kg)	45	443	464	467	5.3

GENERATION D'HYDRURE

Arsenic	(mg/kg)	7	6	6	6	6.2
sélénium	(mg/kg)	9	9	10	9	8.3

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	10700	9240	9420	9787	8.1
Cobalt	(mg/kg)	8	6	7	7	14.2
Cuivre	(mg/kg)	747	654	735	712	7.1
Plomb	(mg/kg)	77	49	80	79	2.7

% M.O.T.	(%)	4.6	-	-	4.6	-
----------	-----	-----	---	---	-----	---


Amr Rouchdy, M. Sc.
Chimiste

*:N.B.: Valeur rejeté dans le calcul de la moyenne et du coefficient de variation



Environnement Illimité
29-1686
Tripliquata

PARAMETRES	Unite	G2	G2	G2	MOYENNE	C.V. (%)
------------	-------	----	----	----	---------	-------------

ICP

Antimoine	(mg/kg)	<10	<10	<10	<10	-
Arsenic	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Béryllium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	-
Bore	(mg/kg)	97	105	96	99	5
Cadmium	(mg/kg)	4	4	4	4	1.5
Calcium	(%)	2.8	3.0	2.9	2.9	3.4
Chrome	(mg/kg)	42	39	35	39	9
Fer	(%)	3.5	3.5	3.3	3.4	3.3
Magnésium	(%)	1.8	1.7	1.7	1.7	3.4
Manganèse	(mg/kg)	446	456	428	443	3.2
Mercur	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Molybdène	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	-
Nickel	(mg/kg)	25	24	20	23	11.5
Sélénium	(mg/kg)	-	<20	<20	<20	-
Silice	(mg/kg)	-	143	146	145	1.5
Strontium	(mg/kg)	-	58	54	56	3.6
Titane	(mg/kg)	16	1643	1597	1632	0.3
Vanadium	(mg/kg)	55	53	52	53	2.9
Zinc	(mg/kg)	97	86	86	90	7

GENERATION D'HYDRURE

Arsenic	(mg/kg)	2	3	3	3	22
sélénium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	3.4

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	22899	23100	22600	22866	1.1
Cobalt	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	-
Cuivre	(mg/kg)	36	*78	33	35	6.1
Plomb	(mg/kg)	<15	<15	<15	<15	-

% M.O.T.	(%)	4.6	-	-	4.6	-
----------	-----	-----	---	---	-----	---

Amr Rouchdy, M. Sc.
Chimiste

*:N.B.: Valeur rejeté dans le calcul de la moyenne et du coefficient de variation.



Client: Environnement Illimitee
Projet #: 29-1686
Objet: Analyse de sédiments - contrôle de qualité

PARAMETRES	UNITE	ECO-0	ECO-1	ECO-2	ECO-3	ECO-4	ECO-5	ECO-6	ECO-7	ECO-8	ECO-9	ECO-22	ECO-23
ICP													
Antimoine	(mg/kg)	16	<10	<10	12	<10	<10	<10	<10	<10	<10	17	20
Arsenic	(mg/kg)	51	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	48	57
Béryllium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bore	(mg/kg)	161	121	348	353	107	96	112	94	104	309	155	134
Cadmium	(mg/kg)	<1	4	41	41	<1	<1	5	<1	4	38	<1	<1
Calcium	(%)	1.10	3.01	2.96	2.95	3.64	3.28	2.93	2.57	2.85	2.85	1.07	0.99
Chrome	(mg/kg)	46	118	78	75	66	64	120	64	110	65	41	38
Fer	(%)	3.70	3.28	2.89	2.84	2.48	2.38	2.94	3.41	3.23	2.78	3.60	3.40
Magnésium	(%)	0.90	0.97	0.92	0.91	0.75	0.71	0.95	0.71	0.89	0.89	0.90	0.85
Manganèse	(mg/kg)	249	370	389	393	317	311	365	299	352	367	231	224
Mercure	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Molybdène	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Nickel	(mg/kg)	22	38	55	54	39	29	36	33	40	49	20	21
Sélénium	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Silice	(mg/kg)	84	110	91	92	67	112	60	57	90	90	82	75
Strontium	(mg/kg)	60	127	104	109	85	75	113	77	112	106	59	56
Titane	(mg/kg)	953	581	787	785	369	367	566	358	512	682	931	612
Vanadium	(mg/kg)	68	43	31	32	27	24	44	22	36	28	63	56
Zinc	(mg/kg)	665	1412	9440	9815	541	549	1437	547	1363	9113	640	635

GENERATION D'HYDRURE
VAPEUR FROIDE

arsenic	(mg/kg)	153	8	10	12	12	12	11	13	12	11	171	105
sélénium	(mg/kg)	<1	3	2	2	7	11	2	9	<1	3	<1	<1

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	16239	17188	14055	14379	9947	9461	17157	10231	16134	13617	15587	14359
Cadmium	(mg/kg)	2	10	48	48	3	3	10	4	10	47	2	2
Cobalt	(mg/kg)	26	34	34	24	25	24	28	27	27	34	25	26
Cuivre	(mg/kg)	422	273	492	499	715	704	277	717	271	489	435	421
Plomb	(mg/kg)	381	410	345	255	207	90	355	92	372	267	402	357

Client:	Environnement Illimitée
Projet #:	29-1686
Objet:	Echantillons contrôlés- Contrôle de qualité



PARAMETRES	UNITE	PACS VALEUR CERTIFIEE	PACS-A	PACS-B	BCSS VALEUR CERTIFIEE	BCSS-A	BCSS-B	MESS VALEUR CERTIFIEE	MESS-A	MESS-B
------------	-------	-----------------------------	--------	--------	-----------------------------	--------	--------	-----------------------------	--------	--------

ICP

Antimoine	(mg/kg)	171 + 14	21	18	0.59 + 0.06	<10	<10	0.73 + 0.08	<10	<10
Arsenic	(mg/kg)	211 + 11	47	37	11.1 + 1.4	<20	<20	10.6 + 1.2	<20	<20
Béryllium	(mg/kg)	-	<1	<1	1.3 + 0.3	<1	<1	1.9 + 0.2	<1	<1
Bore	(mg/kg)	-	140	151	-	95	111	-	66	94
Cadmium	(mg/kg)	2.38 + 0.20	<1	<1	0.25 + 0.4	<1	<1	0.59 + 0.10	<1	<1
Calcium	(%)	-	0.94	0.94	-	0.36	0.35	-	0.16	0.21
Chrome	(mg/kg)	113 + 8	39	41	123 + 14	36	37	71 + 11	12	20
Fer	(%)	-	3.34	3.03	-	2.21	2.47	-	1.9	1.98
Magnésium	(%)	-	0.88	0.84	-	0.99	0.92	-	0.51	0.6
Manganèse	(mg/kg)	470 + 12	233	222	229 + 15	145	149	513 + 25	218	277
Mercure	(mg/kg)	4.57 + 0.16	<20	<20	0.129 + 0.12	<20	<20	0.17 + 0.014	<20	<20
Molybdène	(mg/kg)	12.3 + 0.9	<5	<5	-	<5	<5	-	<5	<5
Nickel	(mg/kg)	44.1 + 2.0	22	24	55.3 + 3.6	36	37	29.5 + 2.7	11	14
Sélénium	(mg/kg)	1.09 + 0.11	<20	<20	0.43 + 0.06	<20	<20	0.34 + 0.06	<20	<20
Silice	(mg/kg)	-	66	77	-	80	86	-	52	70
Strontium	(mg/kg)	277 + 11	56	56	-	22	20	-	12	20
Titane	(mg/kg)	-	778	929	-	90	86	-	81	149
Vanadium	(mg/kg)	127 + 5	60	61	93.4 + 4.9	28	30	72.4 + 5.3	18	26
Zinc	(mg/kg)	824 + 22	629	595	119 + 12	105	109	191 + 17	164	151

Generation d hydrure/Vapeur froide

Arsenic	(mg/kg)	211 + 11	165	108	11.1 + 1.4	8	9	10.6 + 1.2	7	7
Sélénium	(mg/kg)	1.09 + 0.11	0.39	0.37	0.43 + 0.06	0.4	0.5	0.34 + 0.06	0.21	0.18
(Mercure)*	(mg/kg)	4.57 + 0.16	5.41	5.63	0.129 + 0.12	0.28	0.23	0.17 + 0.014	-	-

Absorption Atomique

Aluminium	(mg/kg)	-	14671	13949	-	13242	12567	-	11400	10381
Cobalt	(mg/kg)	17.5 + 1.1	26	26	11.4 + 2.1	20	20	10.8 + 1.9	19	19
Cuivre	(mg/kg)	452 + 16	378	388	18.5 + 2.7	13.6	13.4	25.1 + 3.8	21.8	19
Plomb	(mg/kg)	404 + 20	381	365	22.7 + 3.4	16	<15	34.0 + 6.1	17	15

* seulement analysé le PACS et le BCSS. Bouteille de controle neuve


Amr Rouchdy, M. Sc.
Chimiste



Client:	Environnement Illimitée
Projet:	29-1686
Objet:	Analyse de sédiments-Contrôle de qualité

DUPLICATA DE MERCURE

ECHANTILLON	MERCURE mg/kg	MERCURE mg/kg	MERCURE (moyenne) mg/kg
ECO 30	1.40	1.58	1.49
ECO 31	0.66	0.63	0.65
ECO 32	0.78	1.04	0.91
ECO 33	1.03	0.81	0.92
ECO 34	1.76	1.79	1.78
ECO 35	0.87	0.92	0.89
ECO 36	1.00	0.82	0.91
ECO 37	1.30	1.07	1.19
ECO 38	0.52	0.69	0.61
ECO 39	0.16	0.24	0.20
ECO 40	0.20	0.18	0.19
ECO 41	0.19	0.16	0.18


Amr Rouchdy, M. Sc.
Chimiste



PARAMETRES	Unite	ECO-23	ECO-23	ECO-23	MOYENNE	C. V. (%)
------------	-------	--------	--------	--------	---------	--------------

ICP

Antimoine	(mg/kg)	17	25	17	20	23.5
Arsenic	(mg/kg)	55	70	45	57	22.2
Béryllium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	-
Bore	(mg/kg)	127	138	138	134	4.7
Cadmium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	-
Calcium	(%)	0.96	1.02	0.99	0.99	3
Chrome	(mg/kg)	38	38	38	38	-
Fer	(%)	2.99	3.80	3.40	3.40	11.9
Magnésium	(%)	0.83	0.83	0.88	0.85	3.1
Manganèse	(mg/kg)	215	222	234	224	4.3
Mercur	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Molybdène	(mg/kg)	<5	<5	<5	<5	-
Nickel	(mg/kg)	22	20	20	21	5.5
Sélénium	(mg/kg)	<20	<20	<20	<20	-
Silice	(mg/kg)	67	84	73	75	11.5
Strontium	(mg/kg)	54	57	58	56	3.7
Titane	(mg/kg)	580	644	939*	612	7.4
Vanadium	(mg/kg)	52	55	60	56	7.2
Zinc	(mg/kg)	666	839*	604	635	6.9

GENERATION D'HYDRURE

Arsenic	(mg/kg)	87	97	142	105	22
sélénium	(mg/kg)	<1	<1	<1	<1	-

ABSORPTION ATOMIQUE

Aluminium	(mg/kg)	13340	14233	15504	14359	7.6
Cobalt	(mg/kg)	15*	27	26	26	-
Cuivre	(mg/kg)	411	425	427	421	1.2
Plomb	(mg/kg)	350	400	320	357	-


Amr Rouchdy, M. Sc.
Chimiste

*:N.B.: Valeur rejeté dans le calcul de la moyenne et du coefficient de variation.



RESUME APITULATIF DU CONTROLE DE QUALITE DE MERCURE POUR LES SEDIMENTS

1-POTS DE 1988 1 JANVIER 1988 AU 20 DECEMBRE 1988	MESS-1 CERTIFIE 0.171+0.014 VALEUR 1 VALEUR 2		BCSS-1 CERTIFIE 0.129+0.012 VALEUR 1 VALEUR 2		PACS-1 CERTIFIE 4.57+0.16 VALEUR 1 VALEUR 2	
14/01/1988	0.33	-	-	-	7.09	7.5
22/02/1988	0.40	0.50	-	-	6	5.6
19/05/1988	0.30	-	0.14	-	-	-
27/05/1988	-	-	0.16	0.16	-	-
07/06/1988	-	-	0.17	-	-	-
29/06/1988	0.34	0.34	0.19	0.20	-	-
29/06/1988	0.35	0.35	0.19	0.20	-	-
11/08/1988	0.21	0.20	0.09	0.09	-	-
20/08/1988	0.33	0.35	0.21	0.21	-	-
01/09/1988	0.30	0.34	-	-	-	-
18/10/1988	-	-	0.20	0.20	-	-
19/10/1988	-	-	-	-	-	-
25/10/1988	0.30	0.27	0.19	0.19	-	-
20/12/1988	-	-	-	-	-	-

2- POTS DU DEBUT 1989 7 JUIN 1989 AU 29 AOUT 1989	MESS-1 CERTIFIE 0.171+0.014 VALEUR 1 VALEUR 2		BCSS-1 CERTIFIE 0.129+0.012 VALEUR 1 VALEUR 2		PACS-1 CERTIFIE 4.57+0.16 VALEUR 1 VALEUR 2	
07/06/1989	-	-	0.67	0.67	5.70	5.70
14/06/1989	-	-	0.64	0.67	6.00	6.00
19/06/1989	-	-	-	-	5.59	6.11
21/06/1989	-	-	-	-	5.60	5.78
28/06/1989	-	-	0.62	0.62	5.33	6.24
10/07/1989	0.23	0.28	-	-	6.15	6.41
12/07/1989	0.38	0.39	-	-	5.94	5.70
19/07/1989	-	-	-	-	6.28	6.15
31/07/1989	-	-	-	-	5.31	5.31
02/08/1989	0.23	0.23	0.79	0.64	5.92	5.42
05/08/1989	-	-	-	-	7.24	7.50
09/08/1989	0.23	0.22	0.63	0.65	6.15	6.28
23/08/1989	-	-	-	-	6.30	5.00
29/08/1989	-	-	-	-	8.33	8.10

3-POTS DE 1989 NEUF	MESS-1 CERTIFIE 0.171+0.014 VALEUR 1 VALEUR 2		BCSS-1 CERTIFIE 0.129+0.012 VALEUR 1 VALEUR 2		PACS-1 CERTIFIE 4.57+0.16 VALEUR 1 VALEUR 2	
25/09/1989	0.46	0.39	0.15	0.17	4.16	4.44

Note: Les résultats élevés pour le mercure sur le BCSS-1 du pot du 7 juin 1989 s'expliquent par une contamination comme démontré par l'analyse du nouveau standard analysé le 25 septembre.


Amr Rouehdy, Chimiste



Analex Inc.

3025 MONTÉE ST-AUBIN
CHOMEDEY, LAVAL, (QUÉBEC) H7L 4E4

TÉL.: 682-3240
FAX: 682-6995

CERTIFICAT D'ANALYSE CERTIFICATE OF ANALYSIS

No. de certificat: E-0255-89

Compagnie : ENVIRONNEMENT ILLIMITE
Att: Mme Catherine Chauvin
855 est, boul. Maisonneuve
Montréal, Qc
H2L 1Y8

Produit : SOLS
Date du prél. : ---
Prélevé par : ---
Endroit du prél. : ---

Date de réception: ---
Bon de commande : ---
Référence client : ---

PARAMETRES	ECHANT. #1	ECHANT. #2	ECHANT. #3	ECHANT. #4
Arsenic (mg/kg sec) *	9	8	13	22
Arsenic (mg/kg sec) **	11	12	12	210
Cadmium (mg/kg sec)	12	4.5	51	3.1
Chrome (mg/kg sec)	110	67	71	54
Cuivre (mg/kg sec)	280	745	490	425
Nickel (mg/kg sec)	65	50	76	41
Plomb (mg/kg sec)	400	115	310	420
Zinc (mg/kg sec)	1940	705	11 100	840

(*) Méthode Eco-Recherche # ECO-89-021
(**) Méthode Analex
Analyse des métaux: Méthode # ECO-89-021

Date: Le 27 novembre 1989



Vérifié par
Checked by

Approuvé par

Jean Paquette
L. R. A.



Analex Inc.

3025 MONTÉE ST-AUBIN
CHOMEDEY, LAVAL, (QUÉBEC) H7L 4E4

TÉL.: 682-3240
FAX: 682-6995

CERTIFICAT D'ANALYSE CERTIFICATE OF ANALYSIS

No. de certificat: E-0255-89
(suite)

Compagnie : ENVIRONNEMENT ILLIMITE
Att: Mme Catherine Chauvin
855 est, boul. Maisonneuve
Montréal, Qc
H2L 1Y8

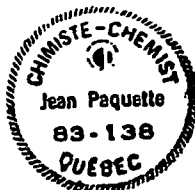
Produit : SOLS
Date du prél. : ---
Prélevé par : ---
Endroit du prél. : ---

Date de réception: ---
Bon de commande : ---
Référence client : ---

PARAMETRES	ECHANT. #5	ECHANT. #6	ECHANT. #7	ECHANT. #8
Arsenic (mg/kg sec) *	3	7	8	15
Arsenic (mg/kg sec) **	10	13	13	240
Cadmium (mg/kg sec)	13	52	12	3.4
Chrome (mg/kg sec)	115	73	110	53
Cuivre (mg/kg sec)	275	495	275	435
Nickel (mg/kg sec)	59	82	61	46
Plomb (mg/kg sec)	405	275	390	415
Zinc (mg/kg sec)	1770	11 400	1770	850

(*) Méthode Eco-Recherche # ECO-89-021
(**) Méthode Analex
Analyse des métaux: Méthode # ECO-89-021

Date: Le 27 novembre 1989



Vérifié par
Checked by

Approuvé par

Jean Paquette, chim
/ *P. A.*



Analex Inc.

3025 MONTÉE ST-AUBIN
CHOMEDEY, LAVAL, (QUÉBEC) H7L 4E4

TÉL.: 682-3240
FAX: 682-6995

CERTIFICAT D'ANALYSE CERTIFICATE OF ANALYSIS

No. de certificat: E-0255-89
(suite)

Compagnie : ENVIRONNEMENT ILLIMITE
Att: Mme Catherine Chauvin
855 est, boul. Maisonneuve
Montréal, Qc
H2L 1Y8

Produit : SOLS
Date du prél. : ---
Prélevé par : ---
Endroit du prél. : ---

Date de réception: ---
Bon de commande : ---
Référence client : ---

PARAMETRES

	ECHANT. #9	ECHANT. #0	ECHANT. #22	ECHANT. #23
Arsenic (mg/kg sec) *	9	20	10	7
Arsenic (mg/kg sec) **	11	250	11	11
Cadmium (mg/kg sec)	5.5	3.1	4.5	51
Chrome (mg/kg sec)	65	51	65	72
Cuivre (mg/kg sec)	775	425	735	490
Nickel (mg/kg sec)	54	39	54	87
Plomb (mg/kg sec)	115	390	120	265
Zinc (mg/kg sec) -	745	805	745	11 300

(*) Méthode Eco-Recherche # ECO-89-021

(**) Méthode Analex

Analyse des métaux: Méthode # ECO-89-021

Date: Le 27 novembre 1989



Vérifié par
Checked by

Approuvé par

Judith Vassichin
/ *P. A.*



Analex Inc.

3025 MONTÉE ST-AUBIN
CHOMEDEY, LAVAL, (QUÉBEC) H7L 4E4

TÉL.: 682-3240
FAX: 682-6995

CERTIFICAT D'ANALYSE CERTIFICATE OF ANALYSIS

No. de certificat: E-0255-89
(suite)

Compagnie : ENVIRONNEMENT ILLIMITE
Att: Mme Catherine Chauvin
855 est, boul. Maisonneuve
Montréal, Qc
H2L 1Y8

Produit : SOLS
Date du prél. : ----
Prélevé par : ----
Endroit du prél. : ----

Date de réception: ---
Bon de commande : ---
Référence client : ---

PARAMETRES

	ECHANT. #BCSS -1	ECHANT. MESS -1	ECHANT. PACS -1
Arsenic (mg/kg sec) *	5	7	21
Arsenic (mg/kg sec)**	9	--	210
Cadmium (mg/kg sec)	--	--	3.4
Chrome (mg/kg sec)	36	22	52
Cuivre (mg/kg sec)	18	23	410
Nickel (mg/kg sec)	58	28	43
Plomb (mg/kg sec)	33	40	425
Zinc (mg/kg sec)	--	195	845

(*) Méthode Eco-Recherche # ECO-89-021

(**) Méthode Analex
Analyse des métaux: Méthode # ECO-89-021

Date: Le 27 novembre 1989



Vérifié par
Checked by

Approuvé par

Gray Vass, Chim.
L. P. H.



Analex Inc.

3025 MONTÉE ST-AUBIN
CHOMEDEY, LAVAL, (QUÉBEC) H7L 4E4

TÉL.: 682-3240
FAX: 682-6995

CERTIFICAT D'ANALYSE CERTIFICATE OF ANALYSIS

No. de certificat: E-0256-89

Compagnie : ENVIRONNEMENT ILLIMITE
Att: Mme Catherine Chauvin
855 est, boul. Maisonneuve
Montréal, Qc
H2L 1Y8

Produit : SOLS
Date du prél. : ---
Prélevé par : ---
Endroit du prél. : ---

Date de réception: ---
Bon de commande : ---
Référence client : ---

<u>PARAMETRES</u>	<u>ECHANT.</u> #30	<u>ECHANT.</u> #31	<u>ECHANT.</u> #32	<u>ECHANT.</u> #33
Mercure (mg Hg/ kg) (poids humide)	0.18	0.26	0.19	0.14
Mercure (mg Hg/ kg) (poids sec)	1.54	1.14	1.64	1.25
% humidité	88.4	77.2	88.5	88.8
Méthode: # ECO-88-015				

Date: Le 27 novembre 1989



Vérifié par
Checked by J. Vass, chim. MSc.
Approuvé par L. P.



Analex Inc.

3025 MONTÉE ST-AUBIN
CHOMEDEY, LAVAL, (QUÉBEC) H7L 4E4

TÉL.: 682-3240
FAX: 682-6995

CERTIFICAT D'ANALYSE CERTIFICATE OF ANALYSIS

No. de certificat: E-0256-89
(suite)

Compagnie : ENVIRONNEMENT ILLIMITE
Att: Mme Catherine Chauvin
855 est, boul. Maisonneuve
Montréal, Qc
H2L 1Y8

Produit : SOLS
Date du prél. : ---
Prélevé par : ---
Endroit du prél. : ---

Date de réception: ---
Bon de commande : ---
Référence client : ---

<u>PARAMETRES</u>	<u>ECHANT.</u> #34	<u>ECHANT.</u> #35	<u>ECHANT.</u> #36	<u>ECHANT.</u> #37
Mercure (mg Hg/ kg) (poids humide)	0.25	0.26	0.20	0.23
Mercure (mg Hg/ kg) (poids sec)	0.97	0.81	0.66	0.97
% humidité	74.7	67.8	70.1	76.8
Méthode: # ECO-88-015				

Date: Le 27 novembre 1989



Vérifié par
Checked by

Approuvé par

Jean Vass chim MSc.
[Signature]



Analex Inc.

3025 MONTÉE ST-AUBIN
CHOMEDEY, LAVAL, (QUÉBEC) H7L 4E4

TÉL.: 682-3240
FAX: 682-6995

CERTIFICAT D'ANALYSE CERTIFICATE OF ANALYSIS

No. de certificat: E-0256-89
(suite)

Compagnie : ENVIRONNEMENT ILLIMITE
Att: Mme Catherine Chauvin
855 est, boul. Maisonneuve
Montréal, Qc
H2L 1Y8

Produit : SOLS
Date du prél. : ---
Prélevé par : ---
Endroit du prél. : ---

Date de réception: ---
Bon de commande : ---
Référence client : ---

<u>PARAMETRES</u>	<u>ECHANT.</u> #38	<u>ECHANT.</u> #39	<u>ECHANT.</u> #40	<u>ECHANT.</u> #41
Mercure (mg Hg/ kg) (poids humide)	0.22	--	--	--
Mercure (mg Hg/ kg) (poids sec)	0.72	0.18	0.19	0.19
% humidité	69.1	--	--	--
Méthode: # ECO-88-015				



Vérifié par
Checked by

Approuvé par

Judex Vass chim. MSc.
/ P //



Analex Inc.

3025 MONTÉE ST-AUBIN
CHOMEDEY, LAVAL, (QUÉBEC) H7L 4E4

TÉL.: 682-3240
FAX: 682-6995

CERTIFICAT D'ANALYSE
CERTIFICATE OF ANALYSIS

No. de certificat: E-0256-89
(suite)

Compagnie : ENVIRONNEMENT ILLIMITE
Att: Mme Catherine Chauvin
855 est, boul. Maisonneuve
Montréal, Qc
H2L 1Y8

Produit : SOLS
Date du prél. : ---
Prélevé par : ---
Endroit du prél. : ---

Date de réception: ---
Bon de commande : ---
Référence client : ---

<u>PARAMETRES</u>	<u>ECHANT.</u> <u>BCSS-1</u>	<u>ECHANT.</u> <u>MESS-1</u>	<u>ECHANT.</u> <u>PACS-1</u>
Mercure (mg Hg/ kg) (poids humide)	--	--	--
Mercure (mg Hg/ kg) (poids sec)	0.20	0.28	5.84
% humidité	--	--	--
Méthode: # ECO-88-015			



Vérifié par
Checked by

Approuvé par

Guay Vassichem
/ P //

ANNEXE 3

RAPPORTS DE LABORATOIRES

PARAMETRES ORGANIQUES



9420 CÔTE DE LIESSE, LACHINE, QUÉ. H8T 1A1

TÉL: (514) 636-6219, 6311838
FAX: (514) 631-9814

A: Environnement Illimité Inc.
855, boul. de Maisonneuve est
Montréal, Québec
H2L 1Y8

DATE: 7 février 1990

* DE COMMANDE:
DU CLIENT: 1822

Attention: Mme Catherine Chauvin

* DU RAPPORT: NL-6505

SUJET: Analyse des échantillons de Sédiment - Projet: Port de Montréal

Mme Chauvin,

Deux cent un (201) échantillons de sédiment ont été reçus le 24 novembre 1989. Avec ces échantillons individuels, quarante-deux (42) échantillons composés ont été faits et analysés pour BPC et les hydrocarbures polycycliques aromatiques tel que décrit ci-dessous.

Préparation des échantillons composés

Chaque échantillon individuel a été composé selon une liste fournie par Environnement Illimité le 27 novembre 1989. L'eau surnageant dans les échantillons individuels a été décantée, et le sédiment restant a été bien homogénéisé et une quantité de soixante (60) grammes a été enlevée pour former les échantillons composés. Les échantillons composés ont été homogénéisés et le pourcentage d'humidité a été déterminé. Tous les calculs ont été faits sur une base de poids sec.

Analyse de BPC

Les analyses de sédiment pour BPC ont été accomplies par la méthode B.E.S.T. d'Environnement Québec. Les sédiments ont été purifiés sur des colonnes de Florisil. Les extraits ont été injectés dans un chromatographe en phase gazeuse Hewlett-Packard 5890, muni d'une colonne de 3% OV-17 et d'un détecteur à capture d'électrons.

Analyse des HPA

Les analyses de sédiment pour les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) ont été accomplies par la méthode 625 de l'EPA. Les échantillons ont été séchés avec du Na_2SO_4 , extraits avec un mélange de solvants acétone, hexane et dichlorométhane, et les extraits purifiés sur gel de silice. Les extraits ont été injectés sur un chromatographe en phase gazeuse Hewlett-Packard 5890, muni d'un détecteur sélectif des ions Hewlett-Packard 5970A.

- 2 -

Assurance de Qualité/Contrôle de Qualité

Pour les analyses de BPC, un échantillon additionné et un blanc de laboratoire ont été analysés avec chaque groupe d'échantillons. Le niveau de dosage dans les échantillons additionnés est 0.1 µg/g. Les recouvrements des échantillons additionnés ont été entre 63.7 et 89.8%. Les résultats ne sont pas corrigés pour le recouvrement. Dans le groupe de quarante-deux (42) échantillons, quatre (4) échantillons ont été analysés en duplicata.

Pour les analyses des HPA, des étalons alternatifs ont été ajoutés a chaque échantillon pour observer le recouvrement dans les échantillons individuels, et un blanc de laboratoire a été analysé avec chaque groupe d'échantillons. Un étalon interne, d₁₀-pyrène, a été ajouté dans chaque extrait final pour la quantitation automatique du gc/ms. Les recouvrements sont démontrés dans le Tableau de résultats. Les résultats ne sont pas corrigés pour le recouvrement. Pour l'analyse des HPA, quatre (4) échantillons ont été analysés en duplicata.

Les résultats des analyses sont démontrés dans les Tableaux ci-joints. Les chromatogrammes et toutes les données seront conservés en filière.

Recevez, Madame, l'assurance de nos sentiments les meilleurs.

NOVALAB LIMITÉE



B.E. Crowley, B.Sc.



Approuvé par J.D. Fenwick, Ph.D., Chim.P.

BEC/h1
P.J.



CONCENTRATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN SOIL
ug/g

COMPOUND	121 (1)	211 (6)	212 (8)	222 (5)	223 (5)	231 (7)	221 (5)	241 (7)	511 (7)	521 (5)	MDL
ACENAPHTHENE	0.35	0.17	0.21	0.18	-	-	0.49	0.19	-	0.19	0.1
ACENAPHTHYLENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
ANTHRACENE	0.85	0.5	0.81	0.52	3.9	0.17	0.43	0.66	0.24	0.37	0.1
BENZ(A)ANTHRACENE	2.5	2.3	2.6	2.2	1.2	0.76	TR	2.0	0.65	0.86	0.1
BENZO(B)FLUORANTHENE]											
BENZO(K)FLUORANTHENE]	3.8	4.7	5.2	3.7	2.5	2.0	2.5	3.0	1.4	1.8	0.1
BENZO(A)PYRENE	2.7	2.2	3.0	1.6	1.1	1.5	0.96	1.1	0.69	0.75	0.1
BENZO(GHI)PERYLENE	1.4	1.7	1.8	1.4	0.92	0.73	0.76	0.71	0.47	0.46	0.2
CHRYSENE	1.8	1.7	1.9	1.6	0.86	0.69	0.26	1.3	0.75	0.91	0.1
DIBENZ(A,H)ANTHRACENE	0.55	0.69	0.81	0.43	TR	0.26	0.38	0.42	0.22	0.19	0.2
FLUORANTHENE	3.2	4.0	4.5	3.4	2.0	1.5	2.7	3.3	1.9	2.2	0.1
FLUORENE	0.56	0.3	0.4	0.31	0.92	-	1.1	0.33	0.19	0.29	0.1
INDENO(1,2,3-CD)PYRENE	1.4	1.7	1.8	1.2	0.85	0.78	1.2	1.1	0.65	0.6	0.2
NAPHTHALENE	0.41	0.21	0.23	0.2	0.25	0.1	0.75	0.15	0.2	0.25	0.1
PHENANTHRENE	3.1	2.6	3.4	2.6	2.7	1.0	5.0	2.8	1.3	1.8	0.1
PYRENE	3.3	3.8	4.4	3.4	2.0	1.5	2.8	2.8	1.7	1.9	0.1

MDL = METHOD DETECTION LIMIT

TR=TRACE

Total concentration of benzo(b)- and benzo(k)fluoranthene is shown in the row for benzo(k)fluoranthene.

RECOVERY OF SURROGATE STANDARDS
(%)

COMPOUND	121 (1)	211 (6)	212 (8)	222 (5)	223 (5)	231 (7)	221 (5)	241 (7)	511 (7)	521 (5)
D8-NAPHTHALENE	51.4	60	52.5	57.1	47.8	41.4	51.1	45.4	50.2	47.4
D10-ANTHRACENE	96.5	89.3	97	89	88.4	82.3	87	82.1	87	80.4
D10-FLUORANTHENE	82	78.8	98.4	87	77.2	80.3	78.2	77.5	85.1	74.1
D12-PERYLENE	87.6	74.7	100	79.4	94.5	87.9	93.7	78.7	100	71.5

CONCENTRATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN SOIL
ug/g

COMPOUND	¹¹⁴ 124 (2)	131 (7)	132 (7)	311 (1)	321 (1)	411 (2)	721 (7)	722 (5)	MDL
ACENAPHTHENE	0.26	-	-	7.2	1.2	0.63	0.13	0.18	0.1
ACENAPHTHYLENE	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
ANTHRACENE	0.68	0.3	0.37	15	2.7	1.5	2.0	0.46	0.1
BENZ(A)ANTHRACENE	2.9	1.3	0.81	19	4.3	2.4	4.0	0.98	0.1
BENZO(B)FLUORANTHENE]									
BENZO(K)FLUORANTHENE]	3.7	2.0	1.6	20	6.1	2.9	5.2	1.4	0.1
BENZO(A)PYRENE	2.0	1.1	0.88	13	3.3	1.6	3.4	0.75	0.1
BENZO(GHI)PERYLENE	1.2	0.71	0.58	4.6	2.0	0.92	2.1	0.48	0.2
CHRYSENE	2.3	1.4	0.99	17	4.4	2.2	3.5	1.1	0.1
DIBENZ(A,H)ANTHRACENE	0.7	0.44	0.3	3.7	1.2	0.48	0.78	0.27	0.2
FLUORANTHENE	4.4	1.9	1.9	49	12	5.9	9.2	2.1	0.1
FLUORENE	0.3	0.16	0.18	11	1.5	0.71	0.55	0.23	0.1
INDENO(1,2,3-CD)PYRENE	1.9	0.97	0.7	7.1	2.6	1.2	2.5	0.62	0.2
NAPHTHALENE	0.21	0.16	0.15	6.3	1.1	0.84	0.34	0.21	0.1
PHENANTHRENE	3.0	1.3	1.5	66	12	5.8	6.4	1.9	0.1
PYRENE	4.4	2.2	1.9	39	9.8	5.1	8.9	1.9	0.1

MDL = METHOD DETECTION LIMIT
TR=TRACE

Total concentration of benzo(b)- and benzo(k)fluoranthene is shown
in the row for benzo(k)fluoranthene.

RECOVERY OF SURROGATE STANDARDS
(%)

COMPOUND	¹¹⁴ 124 (2)	131 (7)	132 (7)	311 (1)	321 (1)	411 (2)	721 (7)	722 (5)
D8-NAPHTHALENE	52.8	45.8	48.8	61.2	51.6	50.2	52.7	54.9
D10-ANTHRACENE	83.5	84	69.8	93	75.7	72.4	78	70.2
D10-FLUORANTHENE	89.1	84.8	75.5	100	80.6	81.9	83.4	75
D12-PERYLENE	88	84.8	57.3	83.6	85.7	86.1	89.7	70.2

CONCENTRATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN SOIL
ug/g

COMPOUND	522 (6)	531 (7)	611 (6)	421 (5)	431 (5)	811 (7)	821 (7)	831 (7)	841 (5)	851 (7)	MDL
ACENAPHTHENE	0.32	0.32	-	0.17	0.39	0.25	0.68	2.0	0.2	0.77	0.1
ACENAPHTHYLENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
ANTHRACENE	0.74	0.66	0.27	0.46	1.2	0.44	0.9	2.9	0.91	-	0.1
BENZ(A)ANTHRACENE	1.3	1.4	0.46	0.89	2.1	0.65	TR	1.6	1.7	TR	0.1
BENZO(B)FLUORANTHENE]											
BENZO(K)FLUORANTHENE]	2.7	1.5	1.7	2.2	4.4	1.4	1.9	2.8	2.7	2.2	0.1
BENZO(A)PYRENE	1.7	0.85	0.67	0.82	2.0	0.73	1.3	1.9	1.8	3.4	0.1
BENZO(GHI)PERYLENE	1.0	0.47	0.59	0.51	1.2	0.49	0.92	0.68	0.7	1.1	0.2
CHRYSENE	1.6	0.99	0.36	1.0	2.0	0.92	3.1	1.8	1.7	6.0	0.1
DIBENZ(A,H)ANTHRACENE	0.32	0.28	TR	0.28	0.61	TR	0.2	0.44	0.48	0.66	0.2
FLUORANTHENE	3.3	3.0	1.8	2.3	6.8	1.4	2.0	5.6	3.0	2.8	0.1
FLUORENE	0.51	0.42	0.48	0.24	0.69	0.43	1.0	2.6	0.32	3.4	0.1
INDENO(1,2,3-CD)PYRENE	0.93	0.77	0.66	0.78	1.8	0.47	0.74	1.0	1.1	0.67	0.2
NAPHTHALENE	0.62	0.61	0.56	0.19	0.75	0.16	0.73	0.1	0.1	0.69	0.1
PHENANTHRENE	2.9	3.0	2.2	2.0	5.4	2.3	4.7	8.2	2.5	11	0.1
PYRENE	2.9	2.4	1.6	2.0	5.0	2.2	3.0	5.4	3.0	11	0.1

MDL = METHOD DETECTION LIMIT

TR=TRACE

Total concentration of benzo(b)- and benzo(k)fluoranthene is shown in the row for benzo(k)fluoranthene.

RECOVERY OF SURROGATE STANDARDS
(%)

COMPOUND	522 (6)	531 (7)	611 (6)	421 (5)	431 (5)	811 (7)	821 (7)	831 (7)	841 (5)	851 (7)
D8-NAPHTHALENE	50.7	55	53.3	47.5	52	46.6	44	32.8	37	38.5
D10-ANTHRACENE	89.9	70.4	66.6	55.1	82	72.5	97.6	79.1	73.2	98.1
D10-FLUORANTHENE	74.5	72.3	65.1	62.8	78.9	64.5	100	100	77.8	*
D12-PERYLENE	99.7	49.8	69	71.7	77.6	80.2	100	81	92.6	99.9

* = Due to high level of interferences present, surrogate standard recovery could not be determined.

CONCENTRATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN SOIL
ug/g

COMPOUND	871 (4)	621 (5)	711 (5)	712 (7)	861 (7)	881 852 (2)	882 853 (3)	111 121 (3)	112 122 (3)	113 123 (2)	MDL
ACENAPHTHENE	0.72	0.86	0.35	TR	-	TR	0.14	0.81	0.57	0.96	0.1
ACENAPHTHYLENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
ANTHRACENE	2.8	0.71	0.97	0.24	0.24	0.1	0.34	9.0	2.4	4.1	0.1
BENZ(A)ANTHRACENE	4.6	1.5	2.0	0.66	0.7	0.1	0.83	TR	TR	8.4	0.1
BENZO(B)FLUORANTHENE]											
BENZO(K)FLUORANTHENE]	6.1	1.8	2.3	0.87	0.8	0.13	0.86	28	8.4	9.0	0.1
BENZO(A)PYRENE	3.0	1.1	1.3	0.48	0.5	0.1	0.51	29	7.3	4.9	0.1
BENZO(GHI)PERYLENE	1.5	0.6	0.78	0.29	0.3	TR	0.31	8.5	3.1	2.7	0.2
CHRYSENE	3.8	1.5	1.7	0.64	0.8	0.12	1.0	34	7.1	6.0	0.1
DIBENZ(A,H)ANTHRACENE	0.96	0.39	0.43	TR	-	-	TR	5.4	1.6	1.9	0.2
FLUORANTHENE	9.6	1.9	3.9	1.2	1.1	0.35	1.4	31	9.6	14	0.1
FLUORENE	1.3	0.63	0.44	0.13	0.16	0.1	0.21	1.9	0.97	2.2	0.1
INDENO(1,2,3-CD)PYRENE	2.5	0.9	1.2	0.4	0.35	TR	0.41	12	3.6	3.8	0.2
NAPHTHALENE	0.25	1.6	0.23	0.16	TR	0.11	0.14	0.67	0.43	1.8	0.1
PHENANTHRENE	9.7	3.6	4.1	0.93	0.5	0.46	1.6	26	8.4	15	0.1
PYRENE	8.8	2.4	3.5	1.0	1.8	0.4	2.1	39	8.6	12	0.1

MDL = METHOD DETECTION LIMIT

TR=TRACE

Total concentration of benzo(b)- and benzo(k)fluoranthene is shown in the row for benzo(k)fluoranthene.

RECOVERY OF SURROGATE STANDARDS
(%)

COMPOUND	871 (4)	621 (5)	711 (5)	712 (7)	861 (7)	881 852 (2)	882 853 (3)	111 121 (3)	112 122 (3)	113 123 (2)
D8-NAPHTHALENE	42.8	54.4	56.3	49.3	49.7	63.1	47.2	41	34.9	52.6
D10-ANTHRACENE	89.7	68.9	78	61.8	77.9	79.6	76.4	83	83	81.7
D10-FLUORANTHENE	100	86.8	81.3	69.4	100	85.5	*	100	95.8	100
D12-PERYLENE	89.9	88.6	77.6	71.1	81.8	68.8	78.3	98.7	76.4	71.3

* = Due to high level of interferences present, surrogate standard recovery could not be determined.

CONCENTRATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN SOIL
ug/g

COMPOUND	911 (4)	912 (3)	921 (1)	922 (1)	Blank # 1	Blank # 2	Blank # 3	Blank # 4	Blank # 5	MDL
ACENAPHTHENE	-	TR	-	-	-	-	-	-	-	0.01
ACENAPHTHYLENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
ANTHRACENE	0.01	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-	0.01
BENZ(A)ANTHRACENE	0.01	0.02	0.05	-	-	-	-	-	-	0.01
BENZO(B)FLUORANTHENE]										
BENZO(K)FLUORANTHENE]	0.04	0.06	0.06	-	-	-	-	-	-	0.01
BENZO(A)PYRENE	0.01	0.02	0.04	-	-	-	-	-	-	0.01
BENZO(GHI)PERYLENE	TR	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-	0.02
CHRYSENE	0.03	0.06	0.05	-	-	-	-	-	-	0.01
DIBENZ(A,H)ANTHRACENE	-	TR	TR	-	-	-	-	-	-	0.02
FLUORANTHENE	0.05	0.1	0.11	-	-	-	-	-	-	0.01
FLUORENE	TR	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.01
INDENO(1,2,3-CD)PYRENE	TR	0.02	0.03	-	-	-	-	-	-	0.02
NAPHTHALENE	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	TR	TR	TR	0.01
PHENANTHRENE	0.05	0.1	0.06	-	-	-	-	-	-	0.01
PYRENE	0.04	0.09	0.1	-	-	-	-	-	-	0.01

MDL = METHOD DETECTION LIMIT

TR=TRACE

Total concentration of benzo(b)- and benzo(k)fluoranthene is shown
in the row for benzo(k)fluoranthene.

RECOVERY OF SURROGATE STANDARDS
(%)

COMPOUND	911 (4)	912 (3)	921 (1)	922 (1)	Blank # 1	Blank # 2	Blank # 3	Blank # 4	Blank # 5
D8-NAPHTHALENE	55.6	52.5	57.5	64.7	48.1	47.7	40	35	47.6
D10-ANTHRACENE	71	72.6	73.4	75.9	83.9	71.4	72.6	71.7	72.3
D10-FLUORANTHENE	81.7	79.8	79.3	81	86.9	74.7	81.8	80.7	80
D12-PERYLENE	64.3	66	70	70.7	100	75.1	84.9	83	65.9

CONCENTRATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN SOIL
ug/g

COMPOUND	Dupl. 212 (5)	Dupl. 531 (7)	Dupl. 711 (5)	Dupl. 853 853 (3)	Blank # 6	MDL
ACENAPHTHENE	0.16	TR	0.30	0.1	-	0.1
ACENAPHTHYLENE	-	-	-	-	-	0.1
ANTHRACENE	0.5	0.19	1.8	0.26	-	0.1
BENZ(A)ANTHRACENE	2.1	0.48	5.6	0.75	-	0.1
BENZO(B)FLUORANTHENE]						
BENZO(K)FLUORANTHENE]	3.0	0.82	5.6	0.79	-	0.1
BENZO(A)PYRENE	1.6	0.4	3.1	0.47	-	0.1
BENZO(GHI)PERYLENE	1.1	0.28	1.5	0.31	-	0.2
CHRYSENE	2.0	0.46	3.8	0.98	-	0.1
DIBENZ(A,H)ANTHRACENE	0.57	TR	1.1	TR	-	0.2
FLUORANTHENE	3.8	1.0	10	1.2	-	0.1
FLUORENE	0.24	TR	0.6	0.16	-	0.1
INDENO(1,2,3-CD)PYRENE	1.3	0.45	2.2	0.33	-	0.2
NAPHTHALENE	0.13	0.55	0.15	0.1	-	0.1
PHENANTHRENE	2.6	1.0	5.8	1.3	-	0.1
PYRENE	3.8	1.0	8.2	2.0	-	0.1

MDL = METHOD DETECTION LIMIT

TR=TRACE

Total concentration of benzo(b)- and benzo(k)fluoranthene is shown in the row for benzo(k)fluoranthene.

RECOVERY OF SURROGATE STANDARDS
(4)

COMPOUND	Dupl. 212 (5)	Dupl. 531 (7)	Dupl. 711 (5)	Dupl. 853 (3)	Blank # 6
D8-NAPHTHALENE	50.1	52.8	46	43.3	35.4
D10-ANTHRACENE	70.8	65	79.6	82.3	73.6
D10-FLUORANTHENE	84.2	87.4	89	100	85.5
D12-PERYLENE	58	84.1	59.4	86.9	79.4

CONCENTRATION OF PCB IN SOIL

ug/g

SAMPLE	AROCLOR		
	1242	1254	1260
121 111 (1)	< 1.0	1.6	1.3
211 (6)	< 0.1	0.55	0.78
212 (8)	< 0.1	0.31	0.67
222 (5)	< 0.1	0.32	0.65
223 (5)	< 0.1	0.25	0.55
231 (7)	< 0.1	0.1	0.34
221 (5)	< 0.5	0.12	0.94
241 (7)	< 0.1	0.14	0.25
831 (7)	< 0.1	< 0.1	0.3
841 (7)	< 0.01	< 0.01	0.19
851 (7)	< 0.1	0.08	0.08
621 (5)	< 0.01	< 0.01	0.31
711 (5)	< 0.01	0.05	0.05
712 (7)	< 0.01	0.04	0.05
861 (7)	< 0.01	< 0.01	0.12
831 851 (2)	< 0.01	< 0.01	0.03
882 851 (3)	< 0.01	0.06	0.08
111 121 (3)	< 0.01	< 0.01	2.2
112 122 (3)	< 0.01	0.79	1.5
113 123 (2)	< 0.01	0.71	1.0
114 124 (2)	< 0.01	0.36	0.49
131 (7)	< 0.01	< 0.01	0.89
132 (7)	< 0.01	0.17	0.35
311 (1)	< 0.01	0.01	0.03
321 (1)	< 0.1	0.62	< 0.1
411 (2)	< 0.01	0.08	0.08
911 (4)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
912 (3)	< 0.01	0.01	0.03
921 (1)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
922 (1)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
721 (7)	< 0.01	0.05	0.08
722 (5)	< 0.01	0.08	0.09
821 (7)	< 0.1	0.22	0.29
871 (5)	< 0.1	0.15	< 0.1
511 (7)	< 0.01	0.31	< 0.01
521 (5)	< 0.1	< 0.1	< 0.1
522 (6)	< 0.01	< 0.01	0.30
531 (7)	< 0.01	< 0.01	0.52
611 (6)	< 0.01	0.19	< 0.01
421 (5)	< 0.01	< 0.01	0.38
431 (5)	< 0.1	< 0.1	0.66
811 (7)	< 0.01	< 0.01	0.14
222 (5) ±	< 0.1	0.3	0.6
511 (7) ±	< 0.01	0.13	0.13
711 (5) ±	< 0.1	< 0.1	0.44
131 (7) ±	< 0.1	0.74	1.1

± = Duplicates



9420 CÔTE DE LIESSE, LACHINE, QUÉ. H8T 1A1

TÉL: (514) 636-6219, 631 1838
FAX: (514) 631-9814

NOVALAB LTÉE
LTD

A: Environnement Illimité Inc.
855, boul. René-Lévesque ouest
Montréal, Québec
H2L 1Y8

DATE: 26 mars 1990

* DE COMMANDE:
DU CLIENT:

Attention: Mme C. Chauvin

* DU RAPPORT: NL-6886

SUJET: Analyse des échantillons de sol

Mme Chauvin,

Vingt-Quatre (24) échantillons de sol ont été recus le 5 février 1990. Douze (12) échantillons ont été analysés pour les hydrocarbures polycycliques aromatiques par surveillance des ions sélectifs cpg/sm (Hewlett-Packard MSD) et douze (12) échantillons ont été analysés pour les BPC par la chromatographie en phase gazeuse avec détection à capture d'électrons. Les résultats sont démontrés dans les Tableaux ci-joints.

Toutes les données seront conservées en filière.

Recevez, Madame, l'assurance de nos sentiments les meilleurs.

NOVALAB LIMITÉE

L.W. Tang, B.Sc.

Approuvé par J.D. Fenwick, Ph.D., Chim.P.

LWT/h1
p.j.



Concentration de BPC dans les échantillons de Sol (µg/g)

<u>Échantillon</u>	<u>Aroclor 1242</u>	<u>Aroclor 1248</u>	<u>Aroclor 1254</u>	<u>Aroclor 1260</u>
1	< 0.5	< 0.5	0.25	0.65
2	< 0.5	< 0.5	0.13	0.63
3	< 0.5	< 0.5	0.32	< 0.005
4	< 0.5	< 0.5	0.05	0.07
5	< 0.5	< 0.5	0.06	0.05
6	< 0.5	< 0.5	0.1	0.12
7	< 0.5	< 0.5	0.2	0.18
8	< 0.5	< 0.5	0.27	0.64
9	< 0.5	< 0.5	0.07	0.07
10	< 0.5	< 0.5	0.03	0.03
11	< 0.5	< 0.5	0.04	0.03
12	< 0.5	< 0.5	0.04	0.03
4 (Duplicata)	< 0.5	< 0.5	0.08	0.16

< = moins que

CONCENTRATION DES HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES DANS LE SOL
ug/g

COMPOSE	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	dup. #7	MDL
ACENAPHTHENE	-	-	0.32	0.15	-	0.18	0.1	2.9	0.16	0.11	0.1
ACENAPHTHYLENE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
ANTHRACENE	0.88	0.91	0.73	0.47	0.91	0.19	0.43	13	0.82	0.44	0.1
BENZ (A) ANTHRACENE	0.87	1.4	1.0	0.91	1.8	0.26	0.79	14	1.3	0.84	0.2
BENZO(B)FLUORANTHENE]											0.2
BENZO(K)FLUORANTHENE]	1.6	1.4	1.3	1.3	1.5	0.32	1.1	13	1.6	1.2	0.2
BENZO(A)PYRENE	1.3	1.2	0.79	0.69	1.2	0.2	0.59	7.1	0.86	0.62	0.1
BENZO(GHI)PERYLENE	0.66	0.63	0.43	0.41	0.69	TR	0.4	3.1	0.49	0.4	0.4
CHRYSENE	4.1	4.1	0.89	0.9	4.2	0.24	0.68	9.6	1.2	0.85	0.2
DIBENZ(A,H)ANTHRACENE	TR	TR	TR	TR	TR	-	TR	2.2	TR	TR	0.4
FLUORANTHENE	2.4	2.2	2.1	1.8	2.2	0.66	1.5	28	2.7	1.7	0.1
FLUORENE	3.3	3.4	0.49	0.28	3.9	0.21	0.22	8.4	0.4	0.22	0.1
INDENO(1,2,3-CD)PYRENE	0.4	0.4	0.49	0.43	0.4	TR	0.4	3.7	0.52	0.43	0.4
NAPHTHALENE	0.79	0.79	1.9	0.27	0.87	1.7	0.24	5.6	0.24	0.19	0.1
PHENANTHRENE	11	11	2.7	1.8	11	0.82	1.5	54	2.8	1.6	0.1
PYRENE	9.9	9.5	2.0	1.6	9.9	0.73	1.3	23	2.3	1.5	0.1

MDL = LIMITE DE DETECTION

La concentration totale de benzo(b) et benzo(k) fluoranthene est démontrée dans la rangée pour benzo(k) fluoranthene.

RECouvreMENT DES ETALONS ALTERNATIFS
(%)

COMPOSE	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	dup. #7
D8-NAPHTHALENE	51.9	49.4	100	79	56	98.4	85.7	86.9	70.9	74.6
D10-ANTHRACENE	*	*	100	88.6	*	87.4	92.5	100	81.9	66.6
D10-FLUORANTHENE	*	*	96	99.1	*	94	100	95.6	89.7	82.4
D12-PERYLENE	52	49.1	99	64	69.1	62.6	78.9	80.3	51	63.7

* = A cause d'une tres haute concentration d'interferences presente, les recouvrements des etalons alternatifs n'ont pu etre determines.

CONCENTRATION DES HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES DANS LE SOL
ug/g

COMPOSE	#11	#12	#10	Blanc	MDL
ACENAPHTHENE	-	-	-	-	0.1
ACENAPHTHYLENE	-	-	-	-	0.1
ANTHRACENE	0.22	0.22	0.22	-	0.1
BENZ (A) ANTHRACENE	1.0	0.99	1.0	-	0.1
BENZO(B)FLUORANTHENE]				-	
BENZO(K)FLUORANTHENE]	1.8	1.7	1.8	-	0.1
BENZO(A)PYRENE	0.6	0.53	0.6	-	0.1
BENZO(GHI)PERYLENE	0.42	0.4	0.41	-	0.2
CHRYSENE	1.4	1.3	1.4	-	0.1
DIBENZ(A,H)ANTHRACENE	0.21	0.2	0.2	-	0.2
FLUORANTHENE	4.5	4.2	4.6	-	0.1
FLUORENE	0.15	0.12	0.14	-	0.1
INDENO(1,2,3-CD)PYRENE	0.45	0.41	0.44	-	0.2
NAPHTHALENE	0.1	0.1	0.12	-	0.1
PHENANTHRENE	3.1	2.9	3.1	-	0.1
PYRENE	2.8	2.5	2.8	-	0.1

MDL = LIMITE DE DETECTION

La concentration totale de benzo(b) et benzo(k) fluoranthene est démontrée dans la rangée pour benzo(k) fluoranthene.

RECouvreMENT DES ETALONS ALTERNATIFS
(3)

COMPOSE	#11	#12	#10	Blanc
D8-NAPHTHALENE	90.1	78.7	75.9	64
D10-ANTHRACENE	93.4	91.4	86	83.5
D10-FLUORANTHENE	92.1	88.1	100	80.7
D12-PERYLENE	41.9	92.5	50.3	62.3



beak
analytical
services

14 Abacus Road
Brampton, Ontario
Canada L6T 5B7

Tel: (416) 458-4044
Fax: (416) 458-7303

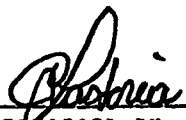
Page 1
Received: 02/06/90

Beak Analytical REPORT
03/27/90 12:05:32

Work Order # 90-02-037

REPORT Environnement Illimite'
TO 855 de Maisonneuve Est.
Montreal, Quebec

PREPARED Beak Analytical Services
BY 14 Abacus Road
Brampton, Ontario
L6T 5B7


CERTIFIED BY

ATTEN Catherine Chauvin

ATTEN Chester Lastoria
PHONE 416-458-4044

CONTACT C CHAUVIN

CLIENT ENV ILLIMITE SAMPLES 24
COMPANY Environnement Illimite'
FACILITY Montreal, Quebec

Beak Analytical Services hereby disclaims any and all
liability related to anomalous data arising from normal
analytical and or sampling protocol. Should further
information be required, please contact the Supervisor.

WORK ID Samples for Analysis
TAKEN _____
TRANS _____
TYPE Sediment
P.O. # _____
INVOICE under separate cover

* NA - Not Available Due To Reduced Instrument Sensitivity.
** Traces of Aroclor 1260

SAMPLE IDENTIFICATION

01 HAP-1
02 HAP-2
03 HAP-3
04 HAP-4
05 HAP-5
06 HAP-6
07 HAP-7
08 HAP-8
09 HAP-9
10 HAP-10
11 HAP-11
12 HAP-12
13 BPC-1
14 BPC-2
15 BPC-3
16 BPC-4
17 BPC-5
18 BPC-6
19 BPC-7
20 BPC-8
21 BPC-9
22 BPC-10
23 BPC-11
24 BPC-12

TEST CODES and NAMES used on this report

309PAH PAH Scan:
30NAPH Naphthalene
31ANPY Acenaphthylene
32ANPH Acenaphthene
33FLRN Fluorene
34PHEN Phenanthrene
35ANTH Anthracene
36FLRA Fluoranthene
37PYRE Pyrene
38BAAN Benzo(a)anthracene
39CHRY Chrysene
40BBFL Benzo(b)fluoranthene
41BKFL Benzo(k)fluoranthene
42BAPY Benzo(a)pyrene
43PERY Perylene
44ICDP Indeno(1,2,3-c,d)pyrene
45DBAH Dibenzo(a,h)anthracene
46BGHI Benzo(g,h,i)perylene
47SUR1 d8 Naphthalene
48SUR2 d10 Anthracene
49SUR3 d10 Fluoranthene
50SUR4 d12 Perylene
6PCB S PCB's



beak
analytical
services

14 Abacus Road
Brampton, Ontario
Canada L6T 5B7

Tel: (416) 458-4044
Fax: (416) 458-7303

Environnement illimité
855 de Maisonneuve Est.
Montreal, Quebec

Date Received: 02/06/90
Date Reported: 03/27/90
Work Order: 90-02-037
Category:

Attn: Catherine Chauvine

Work ID: Samples for Analysis
P O # :

Test	Units	HAP-1	HAP-2	HAP-3	HAP-4
18 Scan:		-	-	-	-
1-methyl naphthalene	ug/g	0.39	0.30	3.8	0.23
Acenaphthylene	ug/g	0.07	0.05	0.06	<0.05
Acenaphthene	ug/g	1.07	0.98	0.19	0.17
Fluorene	ug/g	2.4	1.89	0.21	0.27
Phenanthrene	ug/g	8.4	6.9	0.87	1.46
Anthracene	ug/g	1.25	1.04	0.13	0.29
Fluoranthene	ug/g	2.3	1.90	0.48	1.29
Pyrene	ug/g	8.9	7.7	0.59	1.10
Benzo(a)anthracene	ug/g	1.87	1.61	0.57	0.50
Benzofluoranthene	ug/g	5.6	5.4	<0.05	1.03
Benzo(b)fluoranthene	ug/g	0.13	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo(k)fluoranthene	ug/g	0.11	<0.1	<0.1	<0.1
Benzo(a)pyrene	ug/g	3.1	0.99	<0.1	<0.1
Perylene	ug/g	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	ug/g	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Dibenzo(a,h)anthracene	ug/g	<4	<4	<4	<4
Benzo(g,h,i)perylene	ug/g	<2	<2	<2	<2
18 Naphthalene		66	45	28	17
% Recovery					



beak
analytical
services

14 Abacus Road
Brampton, Ontario
Canada L6T 5B7

Tel: (416) 458-4044
Fax: (416) 458-7303

Page 2
Received: 02/06/90

Beak Analytical REPORT
03/27/90 13:28:42

Work Order # 90-02-037
Continued From Above

st	Units	HAP-1	HAP-2	HAP-3	HAP-4
10 Anthracene		107	100	98	95
% Recovery					
0 Fluoranthene		NA*	NA*	NA*	NA*
% Recovery					
112 Perylene		NA*	NA*	NA*	NA*
% Recovery					

st	Units	HAP-5	HAP-6	HAP-7	HAP-8
1M Scan:		.	.	.	.
aphthalene		0.23	16.8	0.29	2.5
ug/g					
acenaphthylene		0.07	0.33	<0.05	0.13
ug/g					
acenaphthene		1.10	3.8	0.21	0.34
ug/g					
luorene		2.3	8.0	0.31	0.36
ug/g					
henanthrene		8.7	44	2.2	2.7
ug/g					
anthracene		1.29	9.7	0.49	0.33
ug/g					
luoranthene		2.3	34	2.4	2.4
ug/g					
pyrene		9.4	27	2.1	2.4
ug/g					
benzo(a)anthracene		2.1	19.3	1.84	0.92
ug/g					
hrysene		6.1	21	2.5	1.13
ug/g					
Benzo(b)fluoranthene		<0.1	40	<0.1	<0.1
ug/g					
benzo(k)fluoranthene		<0.1	3.0	<0.1	<0.1
ug/g					
benzo(a)pyrene		<0.1	24	<0.1	<0.1
ug/g					
erylene		<0.5	5.3	<0.5	<0.5
ug/g					
ndeno(1,2,3-c,d)pyrene		<0.5	3.1	<0.5	<0.5
ug/g					



beak
analytical
services

14 Abacus Road Tel: (416) 458-4044
Brampton, Ontario Fax: (416) 458-7303
Canada L6T 5B7

Page 3 Beak Analytical REPORT Work Order # 90-02-037
Received: 02/06/90 03/27/90 13:28:42 Continued From Above

Unit	Units	HAP-5	HAP-6	HAP-7	HAP-8
1	benzo(a,h)anthracene	<4	<4	<4	<4
	ug/g				
2	benzo(g,h,i)perylene	<2	<2	<2	<2
	ug/g				
3	1,8 Naphthalene	39	20	34	34
	% Recovery				
4	1 Anthracene	101	91	95	99
	% Recovery				
5	1 Fluoranthene	NA*	NA*	NA*	NA*
	% Recovery				
6	12 Perylene	NA*	NA*	NA*	NA*
	% Recovery				

est		HAP-9	HAP-10	HAP-11	HAP-12
	Units				
1 Scan:					
aphthalene		0.29	0.21	0.21	0.22
	ug/g				
enaphthylene		<0.05	0.11	0.11	0.11
	ug/g				
cenaphthene		0.08	0.05	0.06	0.06
	ug/g				
uorene		0.11	0.20	0.21	0.20
	ug/g				
tenanthrene		0.72	3.9	4.0	3.9
	ug/g				
nthracene		0.18	2.7	0.26	0.24
	ug/g				
uoranthene		0.69	6.0	6.1	6.1
	ug/g				
ylene		0.62	4.1	4.2	4.2
	ug/g				
enzo(a)anthracene		<0.05	1.82	2.0	1.97
	ug/g				
rysene		0.74	3.3	3.5	3.4
	ug/g				
enzo(b)fluoranthene		<0.1	4.4	1.35	3.9
	ug/g				
enzo(k)fluoranthene		<0.1	0.19	1.15	<0.1
	ug/g				



beak
analytical
services

14 Abacus Road Tel: (416) 458-4044
Brampton, Ontario Fax: (416) 458-7303
Canada L6T 5B7

Page 4
Received: 02/06/90

Beak Analytical REPORT
03/27/90 13:28:42

Work Order # 90-02-037
Continued From Above

Test	Units	HAP-9	HAP-10	HAP-11	HAP-12
Benzo(a)pyrene		<0.1	1.58	0.42	1.1
	ug/g				
Perylene		<0.5	2.1	0.54	0.56
	ug/g				
Indeno(1,2,3-c,d)pyrene		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	ug/g				
Dibenzo(a,h)anthracene		<4	<4	<4	<4
	ug/g				
Benzo(g,h,i)perylene		<2	<2	<2	<2
	ug/g				
d8 Naphthalene		28	71	70	70
	% Recovery				
d10 Anthracene		98	108	109	110
	% Recovery				
d10-Fluoranthene		NA*	NA*	NA*	NA*
	% Recovery				
d12 Perylene		NA*	NA*	NA*	NA*
	% Recovery				

Test	Units	BPC-1	BPC-2	BPC-3	BPC-4
PCB's		0.61/0.69	0.50	0.133	0.133
	ug/g	Aroclor 1254**	Aroclor 1254**	Aroclor 1254	Aroclor 1254

Test	Units	BPC-5	BPC-6	BPC-7	BPC-8
PCB's		1.90	0.113	0.109	0.55
	ug/g	Aroclor 1254	Aroclor 1254	Aroclor 1254	Aroclor 1254**

Test	Units	BPC-9	BPC-10	BPC-11	BPC-12
PCB's		0.110	0.064	0.072	0.118
	ug/g	Aroclor 1254	Aroclor 1254	Aroclor 1254	Aroclor 1254

* NA - Not Available Due To Reduced Instrument Sensitivity.

** Traces of Aroclor 1260



beak
analytical
services

14 Abacus Road
Brampton, Ontario
Canada L6T 5B7

Tel: (416) 458-4044
Fax: (416) 458-7303

Page 5
received: 02/06/90

Beak Analytical REPORT
Test Methodology

Work Order # 90-02-037

TEST CODE 6PCB S NAME PCB's

hexane extraction - Dual ECD

ANNEXE CARTOGRAPHIQUE

—

