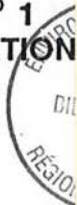


# ÉTUDE DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS DU LAC SAINT-LOUIS (1984-1985)

## RAPPORT TECHNIQUE N° 1 GÉOCHIMIE ET CONTAMINATION



**271**

Projet de restauration de la berge bordant le site  
d'une ancienne usine de ferromanganèse à  
Beauharnois

**DB22**

6211-02-027

**Louise Champoux<sup>1</sup> et Harm Sloterdijk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Environnement Illimité Inc.

<sup>2</sup>Environnement Canada

Direction des eaux intérieures

Rédigé pour le Centre Saint-Laurent  
Conservation et Protection - Région du Québec  
Environnement Canada

*Le présent rapport a déjà été distribué dans la collection d'études de la Direction des eaux intérieures, Conservation et Protection, Région du Québec, Environnement Canada.*

Ce rapport a été réalisé par la firme Environnement Illimité inc. dans le cadre d'un contrat (no 6-5016) soumis à Environnement Canada. Il a été parrainé par la Direction de la Qualité de l'eau de la Direction des eaux intérieures d'Environnement Canada, région du Québec (anciennement Direction générale des eaux intérieures et récemment Direction des eaux intérieures et terres). L'étude a été réalisée par la Dei-Q et le département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal, en 1984 et 1985.



## SOMMAIRE

Le lac Saint-Louis a été étudié en 1984 et 1985 par une équipe composée de chercheurs de la Direction des eaux intérieures et terres, Conservation et Protection, région du Québec (Deit-Q), Environnement Canada et des départements de Sciences biologiques et de Chimie de l'Université de Montréal. L'Institut national de recherches sur les eaux (INRE) et le Service hydrographique de Pêches et Océans ont également participé à l'étude en 1985. Les buts de cette étude étaient d'évaluer le lac Saint-Louis comme aire de dépôt de substances toxiques, les rôles du fleuve Saint-Laurent, de la rivière des Outaouais et des sources locales dans l'apport en contaminants au lac et l'approche écotoxicologique dans l'étude des sédiments contaminés.

Des sédiments de surface ont été échantillonnés à environ 60 stations en 1984-1985 et leur contenu en métaux lourds et en contaminants organiques a été analysé, de même que la granulométrie, la minéralogie et la bactériologie. De plus, l'INRE a procédé à une étude des caractéristiques physiques des sédiments à environ 150 stations en 1985, afin de connaître le régime sédimentologique du lac. Les données sont présentées sous forme de répartitions spatiales. Des méthodes de groupement ont été utilisées pour dégager des groupes de stations similaires et des corrélations ont été calculées entre les variables.

Les résultats des analyses granulométriques illustrent les conditions fluvio-lacustres du lac Saint-Louis, où on a observé une vaste zone d'érosion à fond de sable et de gravier dans l'axe central du lac et plusieurs zones de sédimentation de particules fines dans les régions plus littorales. La composition minéralogique des sédiments du lac Saint-Louis reflète la prédominance des quartz et des feldspaths dans les roches des bassins de drainage du fleuve Saint-Laurent et de la rivière des Outaouais. Les répartitions spatiales et les groupements illustrent l'influence respective de ces deux affluents majeurs du lac sur la composition des sédiments, les stations situées sous l'influence de la rivière des Outaouais montrant de plus faibles teneurs en Si et en Ca et plus fortes en Al, Fe, Mg, K, Ti, Mn et P.

A plusieurs stations, les teneurs en As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn et en BPC sont supérieures aux niveaux recommandés par le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) pour le dépôt de déchets de dragage en eau libre. Comparativement aux normales géochimiques, le Hg et le Cd montrent les plus fortes augmentations; As, Pb et Zn ont également augmenté, mais de façon moins prononcée. Les valeurs de l'indice de contamination calculé à l'aide des critères du MEO indiquent que 76% des stations ont une contamination globale dépassant ces critères, tandis que 33% ont un indice du double de la valeur de ces critères.

La majorité des contaminants s'accumulent de façon préférentielle dans les zones de sédimentation de particules fines. Alors que certains (Cu, Ni, Pb, Zn) se retrouvent dans toutes les zones de sédimentation, indiquant leur origine diffuse, d'autres, comme Hg, sont surtout présents dans une ou deux régions du lac, permettant d'établir plus clairement leur source. Bien que l'origine des différents apports soit parfois difficile à déterminer pour certains éléments, le fleuve Saint-Laurent fournit une partie d'As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, HCB, DDE, BPC, HPA et le mirex. Ce dernier est un indicateur du transport à longue distance des contaminants puisque la seule source connue de mirex est située dans le bassin du lac Ontario. La rivière des Outaouais est responsable d'une partie de la contamination en Cr, Cu, Ni et Zn. La rive nord du lac, par ses effluents municipaux, amène probablement au lac du As, Cr, Cu, Ni, Pb et des HPA. En plus du Hg, la rivière Saint-Louis et la région de Beauharnois semblent contribuer aux niveaux de As, Cd, Cu, HCB, DDE, BPC et HPA dans le lac Saint-Louis. Les régions les plus touchées par la contamination sont le sud de l'île Perrot, l'embouchure de la rivière Saint-Louis et du canal de Beauharnois, le sud des îles de la Paix et la rive nord du lac entre Beaconsfield et la baie de Valois.

La majorité des métaux lourds sont reliés entre eux ainsi qu'avec les hydroxydes de Fe et de Mn, les particules d'argile et de limon et la matière organique, reflétant d'une part, l'influence de la lithologie du bassin de drainage et d'autre part, un problème de pollution. Les contaminants organiques sont reliés entre eux ainsi qu'avec les particules d'argile et de limon et la matière organique; ces relations, ainsi que leur absence de relation avec les variables minéralogiques, reflètent la nature anthropogénique de ces contaminants.

## SUMMARY

Lake Saint Louis was investigated during 1984 and 1985 by a group of scientists from the Inland Waters and Land Directorate, Conservation and Protection, Quebec region (IWLD-Q), Environment Canada, and the Biological Sciences and Chemistry Departments of the University of Montreal. The National Water Research Institute (NWRI) and the Hydrographic Service of Fisheries and Oceans Canada also participated. The purpose of the investigation was to evaluate Lake Saint.Louis as a depositional area of toxic chemicals and the contribution of the Saint.Lawrence River, the Ottawa River and local activities to the contamination of the lake, as well as the ecotoxicological approach in the study of contaminated sediments.

Surface sediments were sampled at about 60 stations in 1984-1985, and their trace metals and organic contaminants contents were analysed, as well as particle size, major elements and bacteriology. In addition, a study on the physical characteristics of sediments at about 150 stations was carried out in 1985, in order to describe the sedimentology of the lake. Data spatial patterns are presented. Cluster analyses have been used to regroup similar stations, and correlation coefficients between variables have been calculated.

The results of the particle size analyses illustrate the fluvio-lacustrine conditions of Lake Saint.Louis, where a vast erosional zone with a gravel and sandy bottom is found along the central axis of the lake, and several sedimentation areas of fine particles toward the littoral zones. The major element composition of the sediments with respect to silica reflects the predominance of quartz and feldspars in the rocks of the Saint.Lawrence, Ottawa and Saint.Louis Rivers. Spatial distribution and clustering show the respective influence of those major lake tributaries on sediment composition: stations under the influence of the Ottawa River have lower Si and Ca content, and higher values for Al, Fe, Mg, K, Ti, Mn and P.

At several stations, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn and PCB concentrations were

## VIII

found to be above the Ontario Ministry of Environment (MOE) guidelines for open water disposal of dredged materials. Compared to the geochemical normals or background values, Hg and Cd show the greatest increase; As, Pd and Zn increased as well, but to a lesser extent. The contamination index, which was calculated using MOE guidelines, indicates that 76% of the stations can be considered too contaminated for the majority of parameters and 33 % presents index values double that of MOE guidelines.

Most contaminants accumulate preferentially in the sedimentation zones, where the finer particles settle out. While certain elements can be found in all the sedimentation zones, indicating that they originate from diffuse sources (Saint.Lawrence and Ottawa Rivers), others, such as Hg, are especially present in one or two regions of the lake, indicating a local point source. Beside Hg, the Saint.Louis River and the Beauharnois area seem to contribute to the presence of As, Cd, Cu, HCB, DDE, PCB's and PAH's in Lake Saint.Louis. The Saint.Lawrence River is a source of As, Cu, Ni, Pb, Zn, HCB, DDE, PCB's, PAH's and mirex. The latter is an indicator of long distance transport of contaminants, since the only known source of mirex is found in the Lake Ontario basin. The Ottawa River is partly responsible of the Cr, Cu, Ni and Zn contamination. Municipal effluents on the lake's north shore probably contribute As, Cr, Cu, Ni, Pb and PAH's to the lake. The regions most affected by the contamination are to be found to the south of île Perrot, near the mouth of the Saint.Louis River and the Beauharnois Canal outflow, to the south of the îles de la Paix, and in an area just off the lake's north shore between Beaconsfield and baie de Valois.

Most of the heavy metals correlate amongst themselves as well as with Fe and Mn hydroxides, clay and silt, and organic carbon, reflecting in part the influence of the basin's lithology, and in part a pollution problem. The organic contaminants are related amongst each other and with clay, silt and organic carbon content; these relationships as well as the absence of correlation with the major elements, reflect the anthropogenic nature of these contaminants.



## LES PARTICIPANTS

## 1. Direction de l'étude:

Philippe Ross, Professeur associé, Département de Sciences biologiques, Université de Montréal;

Harm Sloterdijk, Division des relevés et de l'interprétation, Direction des eaux intérieures et terres, Conservation et Protection, région du Québec (Deit-Q), Environnement Canada.

## 2. Échantillonnage des sédiments:

## A: Conception du plan d'échantillonnage des contaminants:

Louise Champoux,

Yves Couillard,

Vincent Jarry, étudiants de 2<sup>e</sup> cycle, Dép. Sciences biologiques, Université de Montréal;

François Lavoie, Deit-Q, région du Québec, Environnement Canada;

## Conception du plan d'échantillonnage du régime sédimentaire:

Norm A. Rukavina, responsable scientifique, Institut national de recherches sur les eaux (INRE), Environnement Canada.

## B: échantillonnage, étude des contaminants:

France Blanchette,

Michel Bruneau,

Jean-François Doyon,

Benoît Laplante,

Dominique Léger,

Jacinthe Parent, étudiants de 1<sup>er</sup> cycle en biologie, Université de Montréal;

Norby Rice, pilote de bateau, Division de la quantité de l'eau, Deit-Q, Environnement Canada.

## C: échantillonnage, régime sédimentaire:

J. Carew, pilote de bateau, INRE, Environnement Canada;

P. Kielland, hydrographe responsable, Service hydrographique canadien, région du Québec, Pêches et Océans Canada;

G. LaHaie, technicien en charge sur le terrain, INRE, Environnement Canada;

Lise Trudel, contractuelle, Deit-Q, Environnement Canada.

**3. Analyse des échantillons:**

Laboratoire national, Direction de la qualité de l'eau, Direction des eaux intérieures et terres, Environnement Canada (Haig Agemian, coordonnateur pour le Québec);

Laboratoire de sédimentologie, INRE, Environnement Canada (G.A. Duncan, K.Salisbury);

Division des contaminants, INRE, Environnement Canada (Alena Mudroch);

Laboratoire de bactériologie, INRE, Environnement Canada (A. Jurkovic, S.S. Rao);

Laboratoire du Capitaine Bernier, Deit-Q, Environnement Canada (Ralph Ciccariello, Dominique Duval, André Germain, Lise Gougeon).

Novalab (I-Fu Hung).

## TABLE DES MATIERES

	PAGE
I. Sommaire	V
II. Summary	VII
III. Les participants	IX
IV. Table des matières	XI
V. Liste des tableaux	XIII
VI. Liste des figures	XV
VII. Liste des annexes	XIX
1.0 Introduction	1
1.1 Historique	1
1.2 Description de l'étude	2
1.3 Buts du rapport	5
2.0 Matériel et méthodes	6
2.1 Echantillonnage des sédiments	6
2.1.1 Campagne de 1984	6
2.1.2 Campagne de 1985	6
2.2 Analyses physiques et chimiques des échantillons	8
2.3 Analyses biologiques	10
2.4 Conductivité des eaux du lac Saint-Louis	10
2.5 Traitement des données	11
2.5.1 Gestion de la banque de données	11
2.5.2 Analyses discriminantes	14
2.5.3 Répartitions spatiales	14
2.5.4 Indice de contamination	15
2.5.5 Groupements hiérarchiques	15
2.5.6 Corrélations	16

3.0 Résultats et discussion	17
3.1 Granulométrie des sédiments	17
3.1.1 Classifications de Folk et de Shepard	17
3.1.2 Répartitions spatiales	17
3.2 Nature géochimique et provenance des sédiments	22
3.2.1 Composition géochimique	22
3.2.2 Répartitions spatiales	24
3.2.3 Groupement hiérarchique	29
3.2.4 Relations entre les éléments majeurs	33
3.3 Contamination des sédiments	35
3.3.1 Comparaison avec les critères de qualité	35
3.3.2 Sources et répartitions spatiales	42
3.3.3 Groupement hiérarchique	54
3.3.4 Relations entre les contaminants	56
3.4 Analyses biologiques	59
3.5 Relations entre l'ensemble des variables	62
3.6 Discussion générale	67
4.0 Conclusion	71
5.0 Remerciements	72
6.0 Bibliographie	73
7.0 Annexes	85

## LISTE DES TABLEAUX

	PAGE
Tableau 1. Liste des variables analysées dans les sédiments du lac Saint-Louis et limites de détection.	9
Tableau 2. Liste détaillée des stations d'échantillonnage des sédiments du lac Saint-Louis.	13
Tableau 3. Nature des sédiments de surface du lac Saint-Louis d'après les classifications de Folk et de Shepard.	18
Tableau 4. Teneurs moyennes, minimales et maximales en éléments majeurs des sédiments de surface du lac Saint-Louis.	23
Tableau 5. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les éléments majeurs des sédiments de surface du lac Saint-Louis et les coordonnées des trois premiers axes des coordonnées principales.	30
Tableau 6. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les éléments majeurs des sédiments de surface du lac Saint-Louis.	34
Tableau 7. Comparaison des teneurs en contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis avec celles du lac Saint-François et du lac Ontario.	36
Tableau 8. Normales géochimiques des éléments dans les sédiments lacustres.	37

Tableau 9. Comparaison des teneurs en contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis avec les normales géochimiques et les critères du ministère de l'Environnement de l'Ontario pour le dépôt de déchets de dragage en eaux libres.	38
Tableau 10. Comparaison des teneurs en contaminants des stations du canal de Beauharnois, du lac des Deux Montagnes et des embouchures de la rivière Saint-Louis et du ruisseau Bouchard avec les normales géochimiques et les critères du ministère de l'Environnement de l'Ontario.	39
Tableau 11. Indices de contamination des sédiments de surface du lac Saint-Louis.	41
Tableau 12. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis et les coordonnées des trois premiers axes des coordonnées principales.	55
Tableau 13. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis.	60
Tableau 14. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les éléments majeurs et les contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis.	64
Tableau 15. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre la granulométrie et le contenu en matière organique et les éléments majeurs et les contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis.	65
Tableau 16. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les variables des sédiments de surface du lac Saint-Louis et les populations bactériennes.	66

## LISTE DES FIGURES

	PAGE
Figure 1. Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments du lac Saint-Louis en 1984 et 1985.	3
Figure 2. Localisation des stations des sédiments de surface du lac Saint-Louis échantillonnées avec l'INRE et le Service hydrographique de Pêches et Océans Canada en 1985.	4
Figure 3. Nature des sédiments de surface du lac Saint-Louis selon les classifications de Folk et de Shepard.	19
Figure 4. Pourcentages d'argile + limon des sédiments de surface prélevés à 142 stations du lac Saint-Louis au cours de l'été 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	20
Figure 5. Nature des sédiments de surface prélevés à 142 stations du lac Saint-Louis au cours de l'été 1985 selon les classifications de Folk et de Shepard (Symap <sup>®</sup> ).	21
Figure 6. Pourcentages de Si et de Al des sédiments de surface prélevés à 52 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	25
Figure 7. Pourcentages de Ca et de Fe des sédiments de surface prélevés à 52 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	26
Figure 8. Pourcentages de Mn et de P des sédiments de surface prélevés à 52 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	27
Figure 9. Pourcentages de C organique et de N total des sédiments de surface prélevés à 58 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	28

Figure 10. Dendrogramme et représentation en espace réduit (coordonnées principales) des groupes formés par la ressemblance dans la composition en éléments majeurs des sédiments de surface de 52 stations du lac Saint-Louis.	31
Figure 11. Regroupement des 52 stations du lac Saint-Louis en fonction des éléments majeurs des sédiments de surface prélevés en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	32
Figure 12. Teneurs en As et en Cd des sédiments de surface prélevés à 59 et 18 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	45
Figure 13. Teneurs en Cr et en Cu des sédiments de surface prélevés à 51 et 58 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	46
Figure 14. Teneurs en Hg et en Ni des sédiments de surface prélevés à 57 et à 59 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	47
Figure 15. Teneurs en Pb et en Zn des sédiments de surface prélevés à 59 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	48
Figure 16. Teneurs en HCB et en pp'DDE des sédiments de surface prélevés à 49 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	49
Figure 17. Teneurs en BPC et en Mirex des sédiments de surface prélevés à 49 et 53 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	50
Figure 18. Teneurs en hydrocarbures polyaromatiques (HPA) totaux des sédiments de surface prélevés à 16 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	51
Figure 19. Indices de contamination des sédiments de surface prélevés à 58 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap <sup>®</sup> ).	51



- Figure 20. Dendrogramme et représentation en espace réduit (coordonnées principales) des groupes formés par la ressemblance dans la composition en contaminants des sédiments de surface des stations du lac Saint-Louis. 57
- Figure 21. Regroupement des 59 stations du lac Saint-Louis en fonction des contaminants des sédiments de surface prélevés en 1984 et 1985 (Symap<sup>®</sup>). 58

## LISTE DES ANNEXES

	PAGE
1. Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments du lac Saint-Louis.	85
2. Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments du lac Saint-Louis pour le régime sédimentaire.	89
3. Conductivité des eaux du lac Saint-Louis durant l'été 1985.	95
4. Cartes de la conductivité des eaux du lac Saint-Louis en surface (A) et en profondeur (B) durant l'été 1985.	103
5. Conductivité des eaux du lac Saint-Louis durant le mois d'avril 1987.	107
6. Cartes de la conductivité des eaux du lac Saint-Louis en surface (A) et en profondeur (B) durant le mois d'avril 1987.	115
7. Granulométrie des sédiments du lac Saint-Louis.	119
8. Granulométrie des sédiments du lac Saint-Louis (régime sédimentaire) et classifications de Folk et de Shepard.	125
9. Minéralogie des sédiments du lac Saint-Louis.	133
10. Contaminants des sédiments du lac Saint-Louis.	145
11. Données bactériologiques des sédiments du lac Saint-Louis.	163
12. Données (granulométrie, minéralogie, contaminants) des sédiments des stations échantillonnées en vrac dans les zones de sédiments meubles du lac Saint-Louis.	169

## 1.0 INTRODUCTION

### 1.1 Historique

Le lac Saint-Louis (Figure 1), un élargissement naturel du fleuve Saint-Laurent en amont de Montréal, constitue l'un des plans d'eau les plus contaminés au Québec (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, CESL, 1978; Sérodes, 1978). En plus de recevoir la plus grande partie de ses eaux des Grands Lacs par l'intermédiaire du tronçon international du fleuve Saint-Laurent, régions hautement industrialisées, le lac Saint-Louis est le site de rejet des égouts domestiques et industriels de l'ouest de l'île de Montréal et de la région de Beauharnois. La partie sud du lac a été fortement contaminée par le mercure rejeté par l'usine de chlore-alcali située à Beauharnois (Sérodes et Talbot, 1978). Des teneurs élevées en métaux lourds et en polluants organiques ont été retrouvées non seulement dans les sédiments (Sérodes, 1978; Jarry *et al.*, 1985), mais aussi dans l'eau (Germain et Janson, 1984), les plantes aquatiques (Béland et Demers, 1977), le benthos (Levasseur, 1977) et les poissons (Sloterdijk, 1977). Une étude récente rapporte une accumulation de contaminants chez les jeunes poissons (Guay et Dandurand, 1986). On a aussi observé un enrichissement en substances nutritives (CESL, 1978).

Le lac Saint-Louis est cependant un plan d'eau riche et très diversifié. Il couvre une superficie de 148 km<sup>2</sup> (Préfontaine, 1942) et ne montre pas de stratification thermique. Sa profondeur moyenne est de 3 m et sa profondeur maximale, de 28 m (Pageau, 1971). Il possède deux affluents majeurs: les eaux brunes, peu minéralisées, de la rivière des Outaouais, et les eaux vertes, très minéralisées, du fleuve Saint-Laurent, en quantité 10 fois plus grande. La qualité générale de ces eaux a déjà été étudiée (Germain et Janson, 1984; Pageau, 1971). Leur rencontre entraîne la formation d'une troisième masse d'eau de caractéristiques intermédiaires (Gouin et Malo, 1978; Leclerc *et al.*, 1987). Cependant, les débits changeants au cours de l'année, tant en valeur absolue qu'en importance relative, peuvent faire varier la zone d'influence des deux masses d'eau.

## 1.2 Description de l'étude

Un des objectifs de la Direction des eaux intérieures et terres d'Environnement Canada, région du Québec (Deit-Q), est de connaître l'étendue des zones d'accumulation de substances toxiques dans les sédiments de fond du fleuve Saint-Laurent. Les régions clés étant les élargissements du fleuve, l'étude de ces bassins de sédimentation a débuté en 1979 avec le lac Saint-François. Les autres plans d'eau impliqués sont les lacs Saint-Louis, des Deux Montagnes et Saint-Pierre.

Le rôle du lac Saint-François comme aire de dépôt des substances toxiques en provenance du lac Ontario a été étudié par Sloterdijk (1985). On y a décelé une contamination d'origine transfrontalière en BPC, de même qu'une contamination par le mirex illustrant le problème du transport à longue distance des contaminants. La région de Cornwall a aussi été identifiée comme une source de Hg et de HPA. Etant donné la nature fluviale du lac Saint-François, une grande partie des contaminants entrant dans ce lac sont probablement entraînés vers la région de Montréal (Allan, 1986).

En 1984, une équipe des départements de Sciences biologiques et de Chimie de l'Université de Montréal se joint à la Deit-Q pour débiter l'étude de la contamination des sédiments du lac Saint-Louis. Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer:

- le lac Saint-Louis comme aire de dépôt des substances toxiques;
- l'apport en contaminants du fleuve Saint-Laurent, de la rivière des Outaouais et des sources locales;
- le relargage des contaminants lors de la remise en suspension des sédiments;
- le potentiel de toxicité des sédiments au moyen de tests biologiques;
- la relation entre les facteurs chimiques et les réponses biologiques;
- l'intérêt de la méthode d'élutriation dans l'étude de la contamination des sédiments;
- l'approche écotoxicologique dans les études sur les substances toxiques des sédiments.

Des sédiments ont été prélevés à une soixantaine de stations en 1984 et 1985 et

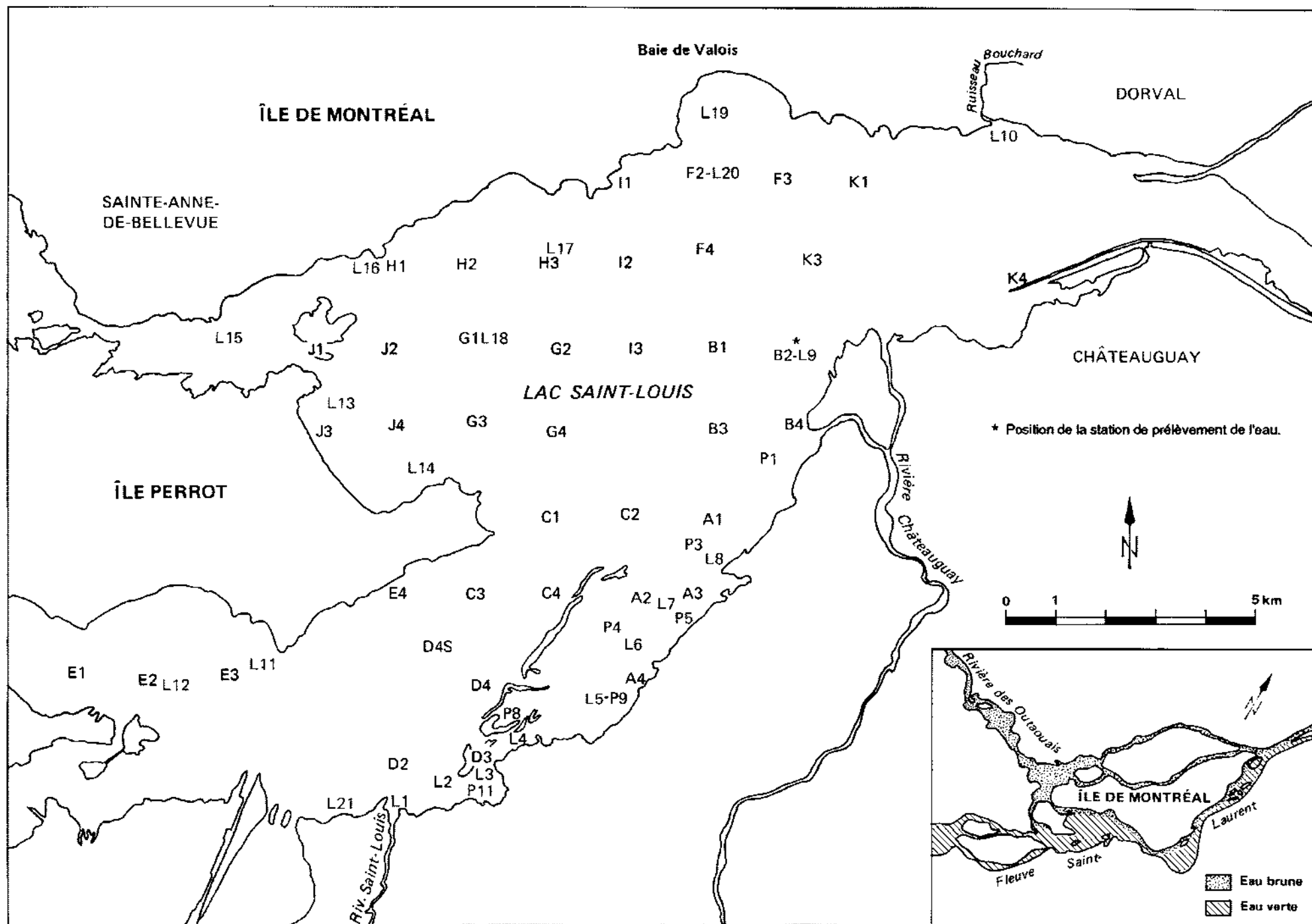


Figure 1. Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments du lac Saint-Louis en 1984 et 1985. En encadré, région de l'île de Montréal et du lac Saint-Louis et répartition des deux masses d'eau (Modifié de Sloterdijk, 1977 et de Gouin et Malo, 1978).

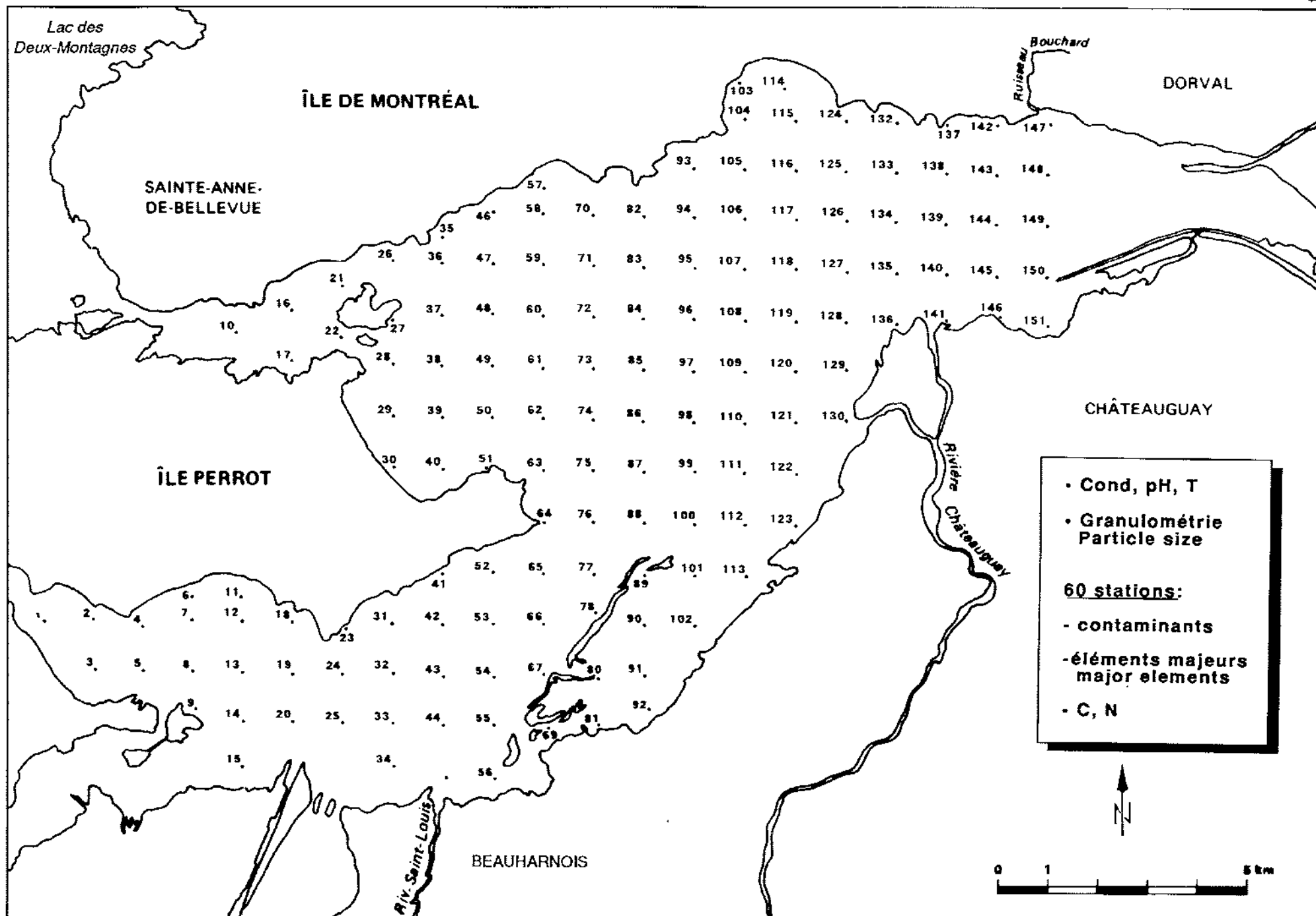


Figure 2. Localisation des stations des sédiments de surface du lac Saint-Louis échantillonnées en 1985 avec l'INRE et le Service hydrographique de Pêches et Océans Canada.

## 2.0 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 Echantillonnage des sédiments

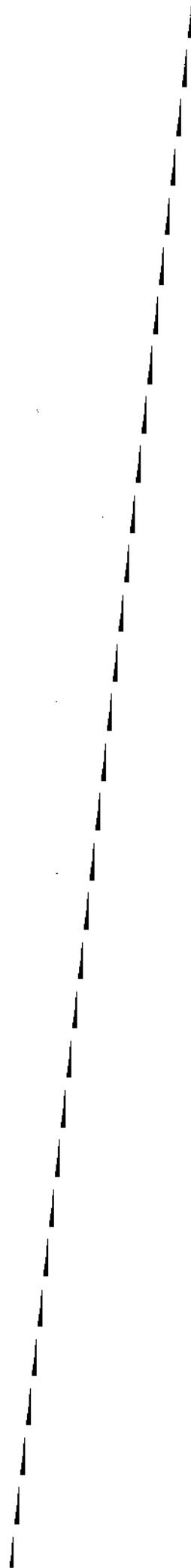
#### 2.1.1 Campagne de 1984

Les stations ont été choisies selon un plan systématique pour éviter la collecte d'informations redondantes (Frontier, 1983). La distance minimale entre les stations était de 1,7 km. Les régions de roc et de gravier ont été exclues au préalable grâce à une carte de granulométrie (Projet Archipel, 1983). La position des stations apparaît à la figure 1.

Le positionnement sur le lac a été fait par des méthodes de triangulation utilisant un telluromètre à un réflecteur (Tellurometer<sup>®</sup> Remote System, modèle MRB-201, Plessey Company Ltd) et un théodolite (Hugens-Owens Co, Cooke, Troughton and Simms). Les échantillons de sédiments ont été prélevés en vrac à 39 stations à l'aide d'une benne Peterson (30x30 cm), de juin à août 1984. De plus, de août à octobre 1984, des sédiments de surface ont été échantillonnés à 27 stations dans les zones de sédiments meubles, en prélevant à l'aide d'une pelle de polyéthylène les 3 cm superficiels des sédiments récoltés avec une benne Ekman (30x30 cm). Le volume total prélevé variant de deux (2) à dix (10) litres (un tel volume était requis pour effectuer les élutriations et les tests de toxicité), plusieurs coups de benne étaient nécessaires à chaque station. Les sédiments étaient déposés dans un bac en polyéthylène. Après une homogénéisation manuelle avec une pelle de polyéthylène, des aliquotes de 100 ml de sédiments étaient prélevés pour les différentes analyses chimiques et granulométriques et congelés dès leur arrivée au laboratoire. Le reste des sédiments était conservé dans des sacs de polyéthylène à 4°C à l'obscurité jusqu'au moment de l'élutriation, soit environ une semaine.

#### 2.1.2 Campagne de 1985

Comme l'échantillonnage avait pour but de compléter ou de vérifier l'information recueillie l'année précédente sur certaines parties du lac, il n'a pas fait l'objet





d'un plan systématique. Un telluromètre à deux réflecteurs (Tellurometer® Remote System, modèle MRD-1, Plessey Company Ltd) a été utilisé pour le positionnement sur le lac. Des sédiments ont été échantillonnés à 25 stations (Figure 1), en prélevant les 3 cm superficiels des sédiments récoltés avec une benne Ekman (30x30 cm): pour la région au sud-est des îles de la Paix, on a établi une grille dont le pas était la moitié de celui utilisé pour le lac l'année précédente (soit de 0,85 km) et choisi cinq (5) stations; cinq stations ont aussi été ajoutées autour de l'île Perrot: une au nord, deux dans la Grande Anse et deux au sud; sept stations ont été rééchantillonnées pour vérifier la consistance des données de 1984; une station a été ajoutée dans la baie de Valois et autre autre en face de Beauharnois; enfin, deux stations ont été positionnées dans les embouchures du ruisseau Bouchard et de la rivière Saint-Louis et quatre stations ont été échantillonnées dans le canal de Beauharnois. La préparation et la conservation des échantillons était la même qu'en 1984, mais les quantités récoltées étaient moins importantes puisque le nombre de tests biologiques était réduit.

Un second échantillonnage de 150 stations a été effectué en 1985 en collaboration avec le Service hydrographique de Pêches et Océans Canada (Kielland, 1985) et la Division hydraulique de l'INRE, afin d'effectuer un sondage hydrographique et de mieux connaître le régime sédimentaire du lac (Figure 2). Le positionnement se faisait avec un Mini-Ranger. Les sédiments de surface ont été prélevés avec une benne de type double-Shipek (Sly, 1969) selon une grille de 1 km basée sur les coordonnées UTM. Après photographie, la couche superficielle (0-3 cm) était recueillie et envoyée pour l'analyse granulométrique; des sédiments ont aussi été conservés pour d'éventuelles analyses chimiques. Des mesures à l'échosondeur ont été effectuées le long et entre les lignes nord-sud de la grille d'échantillonnage à des intervalles variant de 250 m à 1 km. Un sondeur à double fréquence était utilisé pour obtenir une bonne résolution du fond pour les besoins hydrographiques (210 kHz) et une discrimination et pénétration du fond pour aider à l'interprétation géologique (30 kHz). Des sites pour le prélèvement de carottes de sédiments ont été sélectionnés et échantillonnés à l'aide d'un carottier KB léger. Cependant, ces données ne seront pas analysées dans le présent rapport.

## 2.2 Analyses physiques et chimiques des échantillons

Les pourcentages de gravier, de sable, de limon (3,9-62,5 $\mu$ m) et d'argile (<3,9  $\mu$ m) ont été déterminés au laboratoire de sédimentologie de l'INRE au moyen d'une méthode de tamisage et de sédigraphie (Duncan et LaHaie, 1979). Les teneurs en matière organique ont été déterminées par la perte par ignition, par chauffage à 550°C durant trois heures (APHA, 1985).

La composition minéralogique a été étudiée par diffraction des rayons-X, en utilisant une cible de cuivre et un filtre de nickel. Les teneurs en éléments majeurs et en métaux lourds ont été déterminées par spectrométrie de fluorescence aux rayons-X. La précision a été vérifiée par l'examen de cinq boulettes tirées d'un échantillon homogénéisé (Mudroch, 1984). Pour les éléments majeurs, exprimés en oxydes, on peut s'attendre aux écarts apparaissant au tableau 1. Pour les métaux analysés en 1984 (Ni, Co, Cr, Cu, Pb, V et Zn), les déviations absolues varient entre 3 et 15 mg.kg<sup>-1</sup>. La fiabilité des déterminations a été vérifiée par une comparaison avec l'analyse de matériaux de référence canadiens Syenite SY-2, SO-2 et SO-4 (Jarry *et al*, 1985). Le As et le Hg ont été analysés à l'INRE, selon les méthodes recommandées par Environnement Canada (1979). En 1985, tous les métaux lourds ont été analysés à l'INRE selon les méthodes recommandées par Environnement Canada (1979).

En 1984, les biphényles polychlorés (BPC: Aroclor 1242™, A-1254™ et A-1260™), HCB, pp'-DDE, et le mirex ont été analysés par un laboratoire privé d'après les méthodes d'Environnement Québec (Anonyme, 1980). En 1985, les BPC totaux et les organochlorés, dont plusieurs sont demeurés sous les limites de détection, ont été analysés (Tableau 1), par les laboratoires de l'INRE, d'après les méthodes recommandées par Environnement Canada (1979). Les hydrocarbures polyaromatiques (HPA) n'ont été analysés qu'en 1985, par un laboratoire privé, par la méthode de chromatographie liquide à pression élevée à phase renversée (Dunn et Armour, 1980).

Tableau 1. Liste des variables analysées dans les sédiments du lac Saint-Louis et limites de détection.

VARIABLES	LIMITES DE DETECTION (mg.kg <sup>-1</sup> )	VARIABLES	LIMITES DE DETECTION (mg.kg <sup>-1</sup> )
Si	2,00% <sup>a</sup>	Hg	0,01
Al	4,00% <sup>a</sup>	Ni	1,0
Fe	2,00% <sup>a</sup>	Co	1,0
Mg	10,00% <sup>a</sup>	Cr	1,0
Ca	2,00% <sup>a</sup>	Cd	0,2 <sup>b</sup>
Na	10,00% <sup>a</sup>	Cu	1,0
K	4,00% <sup>a</sup>	V	1,0
Ti	0,02% <sup>a</sup>	Pb	1,0
Mn	0,02% <sup>a</sup>	Zn	1,0
P	0,02% <sup>a</sup>	As	2,0
%C organique	0,002	Se	0,2 <sup>b</sup>
%N total	0,002	Mo	20,0 <sup>b,c</sup>
Perte par ignition (PPI)	0,001	BPC total	0,005 <sup>e</sup>
Granulométrie	0,0-9,0 phi <sup>d</sup>	Aroclor 1242™	0,005 <sup>f</sup>
Acénaphthylène	0,02 <sup>b</sup>	Aroclor 1254™	0,005 <sup>f</sup>
Acénaphthène	0,02 <sup>b</sup>	Aroclor 1260™	0,005 <sup>f</sup>
Anthracène	0,001 <sup>b</sup>	α-BHC	0,004 <sup>b,c</sup>
Benzo(a)anthracène (BaA)	0,001 <sup>b</sup>	γ-BHC (lindane)	0,004 <sup>b,c</sup>
Benzo(b)fluoranthène (BbF)	0,001 <sup>b</sup>	Aldrine	0,004 <sup>b,c</sup>
Benzo(k)fluoranthène	0,001 <sup>b</sup>	Heptachlor-époxyde	0,004 <sup>b,c</sup>
Benzo(g,h,i)pérylène	0,002 <sup>b</sup>	γ-chlordane	0,004 <sup>b,c</sup>
Benzo(a)pyrène (BaP)	0,001 <sup>b</sup>	α-chlordane	0,004 <sup>b,c</sup>
Chrysène	0,001 <sup>b</sup>	α-endosulfan	0,004 <sup>b,c</sup>
Dibenzo(a,b)anthracène	0,003 <sup>b</sup>	Dieldrine	0,004 <sup>b,c</sup>
Fluoranthène	0,001 <sup>b</sup>	Endrin	0,004 <sup>b,c</sup>
Fluorène	0,005 <sup>b</sup>	op'-DDT	0,004 <sup>b,c</sup>
Indéno(1,2,3cd)pyrène(IcdP)	0,002 <sup>b</sup>	pp'-DDD	0,004 <sup>b,c</sup>
Naphtalène	0,01 <sup>b</sup>	pp'-DDT	0,004 <sup>b,c</sup>
Phénanthrène	0,001 <sup>b</sup>	β-endosulfan	0,004 <sup>b,c</sup>
Pyrène	0,001 <sup>b</sup>	Métoxychlor	0,004 <sup>b,c</sup>
HCB	0,0019	Heptachlor	0,004 <sup>b,c</sup>
pp'-DDE	0,0019	Mirex	0,0049

a: écarts type en % du poids de l'échantillon.  
b: analysé en 1985 seulement.  
c: jamais supérieur à la limite de détection.  
d: phi= -log<sub>2</sub> (diamètre en mm).

e: 0,005 ppm en 1984; 0,09 ppm en 1985.  
f: analysé en 1984 seulement.  
g: 0,001 ppm en 1984; 0,004 ppm en 1985.

### 2.3 Analyses biologiques

En 1984, des analyses bactériologiques ont été effectuées par l'INRE sur les échantillons de sédiments en vrac et de surface, afin d'étudier l'impact de la contamination chimique sur la communauté bactérienne. Le nombre de bactéries hétérotrophes aérobies a été mesuré après 7 jours d'incubation à 20°C sur des boîtes de Pétri, à partir d'un milieu à faible teneur nutritive à pH 6,8 (Dutka, 1978). Les densités bactériennes des cycles du soufre et de l'azote ont été estimées par la procédure à 5 tubes du "nombre le plus probable" (MPN, most probable number). L'estimation des populations bactériennes oxydant le soufre a été faite sur milieu *Thiobacillus* de Postgate (1966) après une incubation à 28°C durant 14-21 jours. Les bactéries réductrices de sulfates ont été énumérées sur milieu de Starkey (1948) après une incubation anaérobie à 28°C de 14-21 jours. L'énumération des bactéries réduisant le soufre organique en sulfure a été faite sur milieu MPN (Gunkel et Oppenheimer, 1963) après une incubation anaérobie à 28°C de 14-21 jours. Les densités de bactéries ammonifiantes et nitrifiantes ont été estimées dans une solution de caséine (Allen, 1953) et dans un milieu *Nitrosomonas* (Thompson, 1969), respectivement. Le milieu d'Alexander (1965) a été utilisé pour mesurer les bactéries dénitrifiantes (production de N<sub>2</sub>) et les bactéries réductrices de nitrate (production de NH<sub>3</sub> et de N<sub>2</sub>). Toutes les bactéries du cycle de l'azote ont été incubées à 21°C durant 21 jours. Les résultats de ces analyses ont été présentés par Rao et Mudroch (1986). Nous présentons ici les résultats pour les sédiments de surface uniquement.

La procédure Polytron (Tobin *et al*, 1978) a été utilisée pour extraire l'ATP de 0,5 ml de sédiments en vue d'évaluer la biomasse totale des sédiments (Kwan et Dutka, 1985a, 1985b). Celle-ci a été estimée à l'aide du Luminomètre Turner Design Model 20 en suivant la procédure décrite dans le Turner Designs (1983).

### 2.4 Conductivité des eaux du lac Saint-Louis

La qualité physique et chimique des eaux de surface influence la composition des sédiments de fond (Håkanson et Jansson, 1983). Afin de connaître l'influence des deux

principaux affluents du lac Saint-Louis, le fleuve Saint-Laurent et la rivière des Outaouais, sur les sédiments, la conductivité a été mesurée durant l'été 1985 et en avril 1987 en suivant la grille de l'échantillonnage du régime sédimentaire de 1985. Les données ainsi que les cartes qu'elles ont permis de tracer se trouvent en annexe. Elles ont servi à déterminer les stations se trouvant dans la zone d'influence de la rivière des Outaouais lors de l'interprétation des données des sédiments. L'importance relative de la rivière des Outaouais est plus grande au printemps, au moment où elle est gonflée par les eaux de la fonte des neiges. Cependant, même à cette période de l'année, la zone occupée par les eaux de la rivière des Outaouais ( $<100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) et les eaux de mélange (jusqu'à  $250\text{-}275 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) ne dépasse pas une étroite bande le long de la rive nord du lac et au sud de l'île Perrot. On remarque également une différence entre la conductivité des eaux de surface et celle en profondeur, à cause de la différence de densité des deux masses d'eau.

## 2.5 Traitement des données

### 2.5.1 Gestion de la banque de données

Avant de commencer la description des analyses statistiques effectuées avec les données, il importe d'exposer certaines décisions qui ont été prises au niveau du plan d'échantillonnage et de l'analyse et d'en expliquer les raisons.

D'abord, les sédiments ont été récoltés sur deux années et de deux manières différentes tant entre les deux années qu'à l'intérieur de l'année 1984. En 1984, après quelques semaines d'échantillonnage de sédiments en vrac, il est apparu que la benne utilisée ne récoltait pas la même épaisseur de sédiments d'une station à l'autre, ce qui ne donnait pas une image uniforme du lac à cause de la nature variable des sédiments. Afin d'avoir une épaisseur semblable, on a identifié les zones de sédiments meubles et on a repris les stations de ces zones en ne conservant que la couche de sédiments de surface (3 cm). Bien que le taux de sédimentation ne soit pas le même sur toute la surface du lac, cette mince couche peut être considérée comme la portion des sédiments la plus récente et qui risque le plus de subir des

interactions avec les eaux superficielles et donc de libérer des contaminants dans la colonne d'eau. Aux stations à sédiments plus compacts, comme la benne pénètre moins profondément, on se trouve déjà à échantillonner les sédiments superficiels; il n'était donc pas nécessaire de rééchantillonner ces stations. Les données des sédiments récoltés en vrac aux stations situées dans les zones de sédiments meubles ont été exclues de l'analyse des résultats présentés dans ce rapport. Ainsi, il devient possible d'analyser ces groupes de stations ensemble, puisqu'elles représentent les éléments d'une même population statistique sur l'ensemble de la surface du lac, quant à l'épaisseur récoltée.

En 1985, comme le but était de compléter l'étude de l'année précédente, on a évidemment continué de récolter les sédiments de surface. Cependant, le plan d'échantillonnage était devenu déterministe, puisqu'on désirait prendre quelques échantillons dans des zones bien délimitées. Il en résulte que certaines régions, principalement celle au sud des îles de la Paix, ont subi un plus grand effort d'échantillonnage que le reste du lac, entraînant une plus grande précision des cartes dans cette région.

A cause de l'hétérogénéité des sédiments et de la difficulté de se positionner précisément sur le lac, certaines des stations qui ont été reprises donnent des résultats très différents. Par conséquent, on a préféré les laisser séparées pour l'analyse des résultats. Enfin, les données des deux stations situées dans les embouchures du ruisseau Bouchard et de la rivière Saint-Louis et des quatre stations du canal de Beauharnois sont présentées dans ce rapport mais n'ont pas été incluses dans les analyses de données, puisqu'elles ne sont pas réellement situées dans le lac Saint-Louis. La liste des stations utilisées lors des analyses exposées dans les prochaines sections apparaît au tableau 2. Elle comprend, pour 1984, les stations des zones de sédiments durs récoltés en vrac et celles des zones de sédiments meubles où on a récolté les sédiments de surface, et les stations de 1985.

Enfin, comme les analyses n'ont pas toujours été effectuées par le même laboratoire, il en résulte des différences dans les méthodes d'analyse employées et surtout, dans les limites de détection. En effet, dans le cas des BPC analysés en 1985, à cause de

problèmes méthodologiques, la limite de détection est de  $0,09 \text{ mg.kg}^{-1}$ , alors qu'elle était de  $0,005 \text{ mg.kg}^{-1}$  en 1984. Le critère prescrit par le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) est de  $0,05 \text{ mg.kg}^{-1}$ . La limite de détection pour les HCB, le DDE et le mirex était de  $0,001 \text{ mg.kg}^{-1}$  en 1984 et de  $0,004 \text{ mg.kg}^{-1}$  en 1985. Par conséquent il apparaissait difficile de comparer les résultats des deux années. La solution retenue a été de donner la valeur zéro (0) à toutes les variables dont la valeur était inférieure à la limite de détection. Cette décision a inévitablement des répercussions dont il faudra tenir compte lors de l'interprétation des résultats. Les variables qui sont demeurées sous les limites de détection à toutes les stations ou presque n'ont pas été incluses dans l'analyse des données. Toutes les données brutes sont disponibles en annexe.

Tableau 2. Liste détaillée des stations d'échantillonnage des sédiments du lac Saint-Louis.

Stations de 1984 des zones de sédiments durs (vrac):	B-1 C-3 G-2 J-3	B-3 C-4 G-3 K-1	B-4 D-2 G-4 K-3	C-1 D-4 I-1 K-4	C-2 F-2 I-3
Stations de 1984 des zones de sédiments mous (surface):	A-1 E-1 F-4 I-2 P3	A-2 E-2 G-1 J-1 P4	A-3 E-3 H-1 J-2 P5	A-4 E-4 H-2 J-4 P8	D-4s F-3 H-3 P1 P11
Stations de 1985 (surface):	L-2 L-11 L-16 L-21	L-4 L-12 L-17	L-6 L-13 L-18	L-7 L-14 L-19	L-8 L-15 L-20
Stations échantillonnées en double: (valeurs moyennes)	B2-L9		D3-L3		P9-L5
Stations des embouchures:	L-1 (rivière Saint-Louis) L-10 (ruisseau Bouchard)				
Stations du canal de Beauharnois:	CB-1	CB-2	CB-3	CB-4	

### 2.5.2 Analyses discriminantes

Bien qu'il ait été décidé de trier les données vrac-surface et 1984-1985 et de traiter la sélection retenue comme un tout, il était souhaitable d'effectuer quelques tests afin de déterminer s'il existait des différences importantes entre ces groupes de stations. Les fonctions discriminantes (Legendre et Legendre, 1984) ont été utilisées à cette fin. Cette méthode permet de trouver des combinaisons linéaires des descripteurs quantitatifs, qui maximisent la différence entre les groupes tout en minimisant la variabilité à l'intérieur de chaque groupe. On a d'abord comparé les sédiments récoltés en vrac à ceux de surface pour l'année 1984, puis les stations de 1984 à celles de 1985.

Toutes les analyses effectuées pour comparer les stations vrac et surface de 1984 ont indiqué une différence significative entre les deux groupes de stations. On s'attendait à ce résultat, puisque nous avons volontairement introduit un biais en modifiant notre méthode d'échantillonnage. Par contre, la comparaison des données des stations de 1984 utilisées dans ce rapport avec celles des stations de 1985 n'a pas permis de déceler de différence significative ( $p=0,057$ ), lorsque les variables utilisées sont les métaux lourds et les pourcentages de C organique, de N total et d'argile+limon. L'utilisation de l'ensemble des variables entraînait une diminution importante du nombre de stations disponibles pour la comparaison, à cause des absences d'information, notamment pour les éléments majeurs. Le lecteur trouvera en annexe un tableau comparant les teneurs moyennes de 18 stations où des sédiments en vrac et de surface ont été analysés.

### 2.5.3 Répartitions spatiales

Afin d'illustrer la répartition des teneurs des divers éléments analysés sur la surface du lac Saint-Louis, des cartes ont été exécutées à l'aide du logiciel Symap<sup>®</sup> (Dougenik et Sheenan, 1977). Ce logiciel trace une carte en utilisant un coefficient de distribution par point ("point distribution coefficient") obtenu par la méthode des plus proches voisins (Clark et Evans, 1954). Il établit par interpolation linéaire les teneurs entre les points



d'échantillonnage d'une variable. Ces cartes ont été produites à partir des résultats de 142 stations pour les données granulométriques, de 52 stations pour les éléments majeurs et de 59 stations pour les contaminants. En plus des trois stations (B2-L9, D3-L3, L5-P9) dont on a utilisé les valeurs moyennes dans tous les calculs, huit autres stations ont dû être regroupées deux par deux pour les besoins de la cartographie, à cause de leur trop grande proximité. Ce sont F2-L20, G1-L18, H1-L16 et H3-L17.

#### 2.5.4 Indice de contamination

A l'aide des critères établis par le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) pour le dépôt des déchets de dragage en eau libre, nous avons développé un indice de contamination des sédiments. Pour chaque station:

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^k \frac{(\text{teneur})_i}{(\text{critère})_i}}{k}$$

où K est égal au nombre de variables utilisées. Ces dernières sont Ni, Cd, Co, Cr, Pb, Zn, As, Hg, Cu et les BPC. Comme certaines données sont parfois manquantes, K varie de 7 à 10 selon les stations. Une valeur plus petite que "1" signifie qu'en moyenne, les teneurs des divers contaminants sont inférieures aux critères, tandis qu'une valeur supérieure à "1" indique une contamination importante par rapport aux critères.

#### 2.5.5 Groupements hiérarchiques

Les méthodes de groupement permettent de dégager des groupes d'objets (stations) similaires entre eux, en se basant sur leurs valeurs pour divers descripteurs (variables). Des groupes ont été obtenus en utilisant le coefficient symétrique de Gower

(1971) comme indice de la ressemblance entre les stations. Ce coefficient de similarité permet de combiner des descripteurs quantitatifs et attribue un niveau de ressemblance variant de 0 à 1 à chaque paire de stations. Cette matrice de similarité permet ensuite d'obtenir des groupes par une méthode d'agglomération hiérarchique (Legendre et Legendre, 1984). Celle-ci permet de fixer un niveau de connexité, qui représente la proportion des liens possibles nécessaires pour que deux groupes se fusionnent (connexité fixée à 0,75). Les groupes ainsi obtenus ont été représentés par un dendrogramme. Nous les avons ensuite numérotés puis cartographiés à l'aide du logiciel Symap<sup>®</sup>.

On peut également représenter ces groupes à l'aide d'une ordination en espace réduit. La méthode des coordonnées principales (Gower, 1966) permet, à partir de la matrice de similarité, de situer les objets dans un espace de dimension réduite qui préserve le mieux possible les relations de ressemblance entre eux.

#### 2.5.6 Corrélations

Le Tau de Kendall ( $\tau$ ), un coefficient de corrélation de rang bien adapté aux descripteurs quantitatifs en relation non-linéaire (Legendre et Legendre, 1984), a été utilisé pour déterminer les relations entre les variables. On a aussi calculé des corrélations entre les variables et les coordonnées des objets par rapport aux axes des coordonnées principales, afin d'identifier les variables responsables de la position des objets dans l'espace réduit.

### 3.0 RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 Granulométrie des sédiments

##### 3.1.1 Classifications de Folk et de Shepard

La grosseur des particules sédimentaires influence leur processus de sédimentation et de resuspension et leur capacité d'adsorber des contaminants (Håkanson et Jansson, 1983). Afin de visualiser les données de granulométrie, elles ont été classées selon les classifications de Folk (1974) et de Shepard (1954). Les pourcentages de gravier, de sable, de limon et d'argile sont fournis en annexe; le tableau 3 indique le nombre de stations appartenant à chacune des divisions des deux classifications. On constate que, dans les deux systèmes, la classe dominante est celle de sable et gravier, ce qui indique qu'une partie importante du lac présente des conditions d'érosion. On remarque également qu'un nombre important de stations se composent de vase et de sable vaseux (argile limoneux et argile-limon-sable dans le système de Shepard), reflétant la présence de zones de sédimentation. Ces deux observations illustrent bien les conditions fluviolacustres du lac Saint-Louis. La figure 3 illustre la nature des sédiments selon les diagrammes ternaires de Folk et de Shepard.

##### 3.1.2 Répartitions spatiales

La figure 4 illustre le pourcentage d'argile+limon; la figure 5 représente les classifications de Folk et de Shepard au lac Saint-Louis, d'après les données obtenues à 142 stations. Ces répartitions spatiales illustrent la dynamique du fond et permettent d'interpréter la répartition des contaminants. Comme au tableau 3, elles reflètent la prédominance d'une zone où la sédimentation de particules fines est pratiquement absente (classe 1, sable+gravier) et de zones de sédimentation (classes 4,5,6).

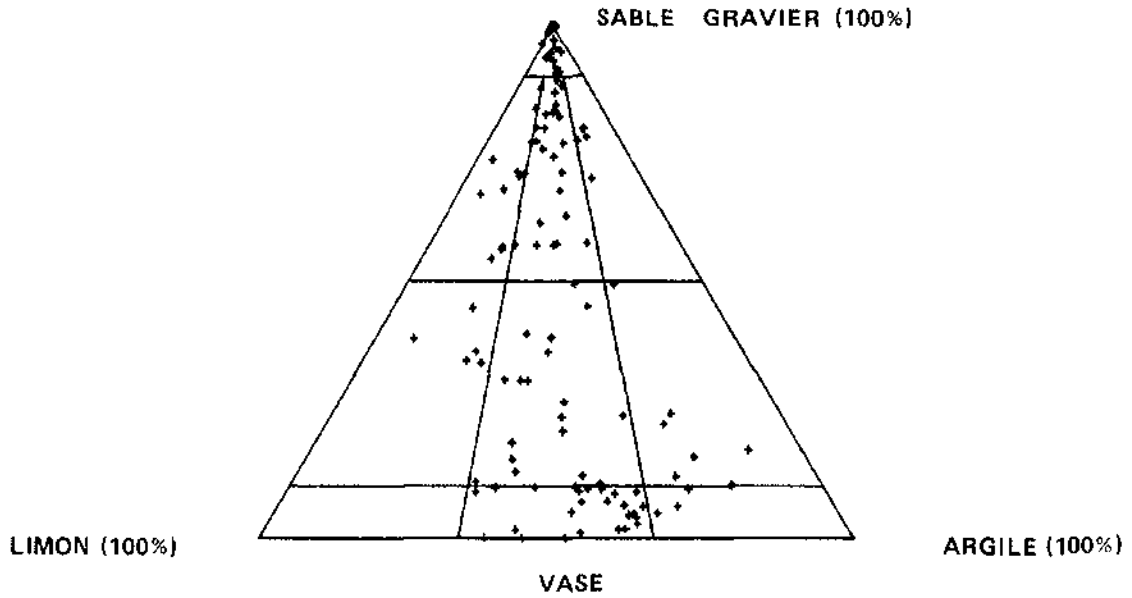
Tableau 3. Nature des sédiments de surface du lac Saint-Louis d'après les classifications de Folk et de Shepard.

FOLK			SHEPARD		
Classe	Nombre	Figure 5A	Classe	Nombre	Figure 5B
Sable et gravier	44	1	Sable et gravier	64	1
Sable vaseux	24	2	Argile-limon-sable	16	2
Vase sablonneuse	18	2			
Limon sablonneux	5	3	Limon sablonneux	3	3
Sable limoneux	11	3	Sable limoneux	13	3
Argile sablonneux	7	4	Argile sablonneux	2	4
Sable argileux	5	4	Sable argileux	7	4
Vase	25	5	Limon Argileux	10	5
			Argile limoneux	27	6
Argile	3	6	Argile	0	- - -
Limon	0	- - -	Limon	0	- - -

La zone diagonale au centre du lac est caractérisée par de forts courants (Sydor, 1978), qui empêchent la sédimentation. Elle correspond à l'axe d'écoulement principal du lac, allant du barrage de Pointe des Cascades et du canal de Beauharnois en amont à la région de Lachine en aval. C'est également dans cette zone qu'est creusée la voie maritime. Les zones de sédimentation sont situées le long de la rive nord du lac, au sud des îles de la Paix et au sud de l'île Perrot. Lorsque la rivière des Outaouais entre dans le lac Saint-Louis, il se produit une déposition de particules fines au nord de l'île Perrot vis-à-vis de Sainte-Anne-de-Bellevue et au sud de l'île Perrot. Le long de la rive nord du lac, on observe une seconde zone de sédimentation de particules fines au large de Pointe-Claire. Les deux zones que l'on vient d'identifier le long de la rive nord sont intégrées à l'intérieur d'une zone plus vaste de sédimentation de particules de diamètre intermédiaire. Dans la partie sud du lac, on observe une déposition de particules fines à l'embouchure de la rivière Saint-Louis de même qu'un peu plus loin, au sud-est des îles de la Paix (Figure 4).

La répartition des classes selon Shepard (Figure 5B) corrobore assez bien ces observations, tandis que celle de Folk (Figure 5A) semble un peu moins fidèle. Ces zones

CLASSIFICATION DE FOLK (A)



CLASSIFICATION DE SHEPARD (B)

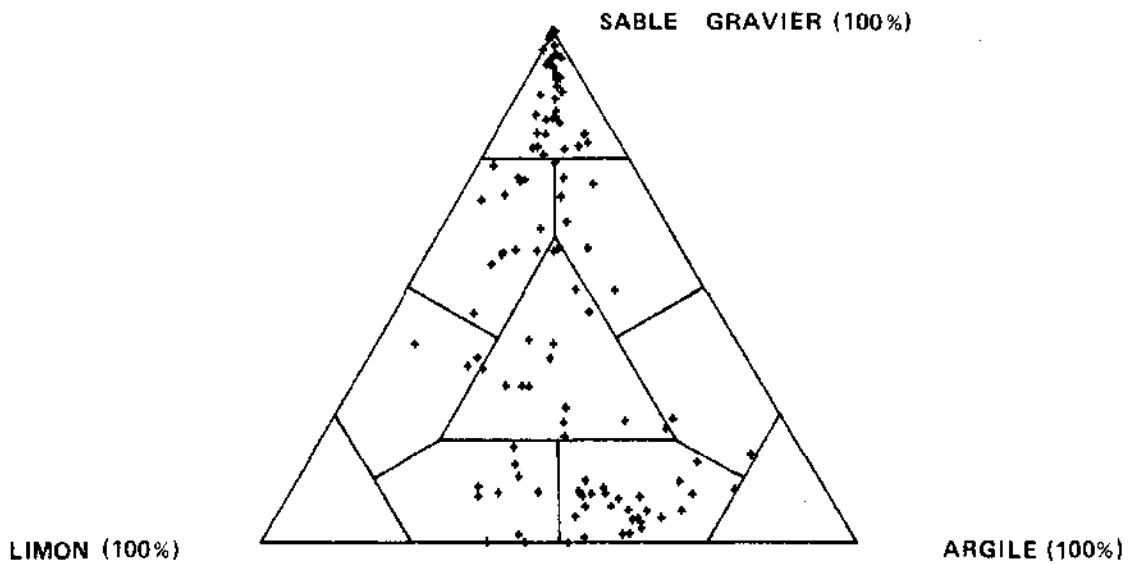
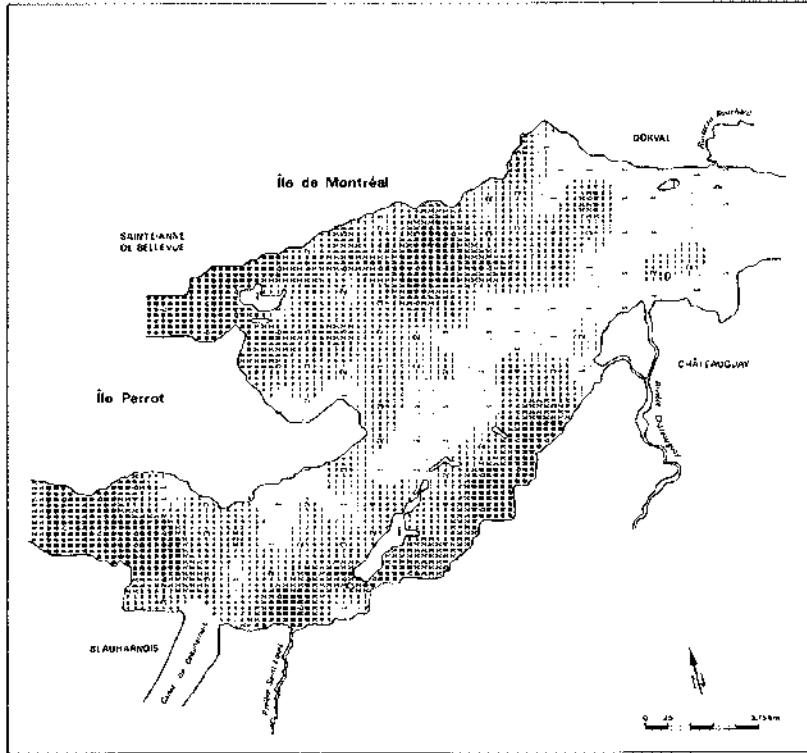


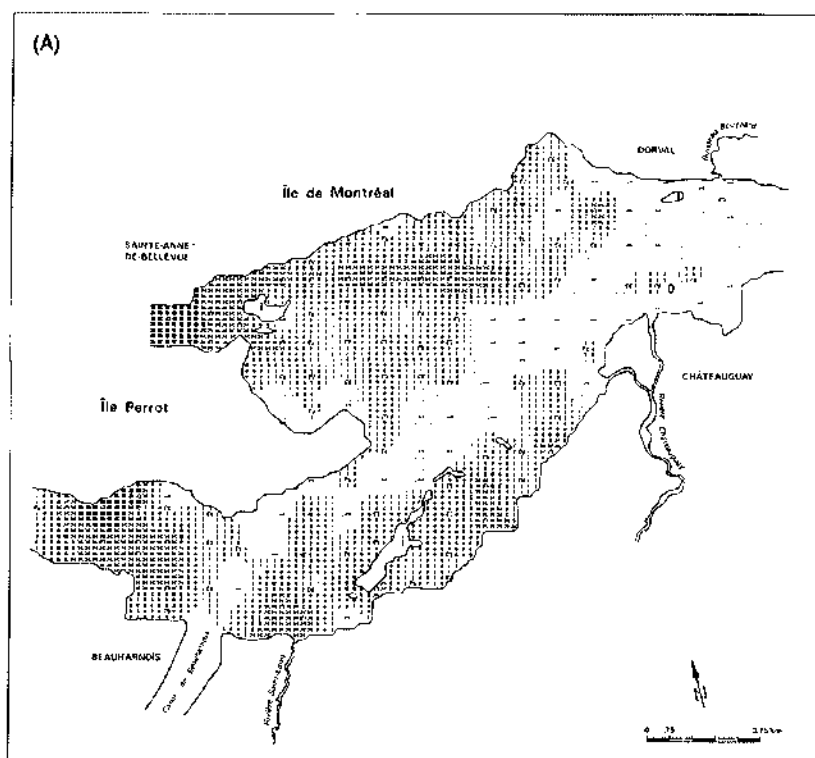
Figure 3. Nature des sédiments de surface du lac Saint-Louis selon les classifications de Folk (A) et de Shepard (B).



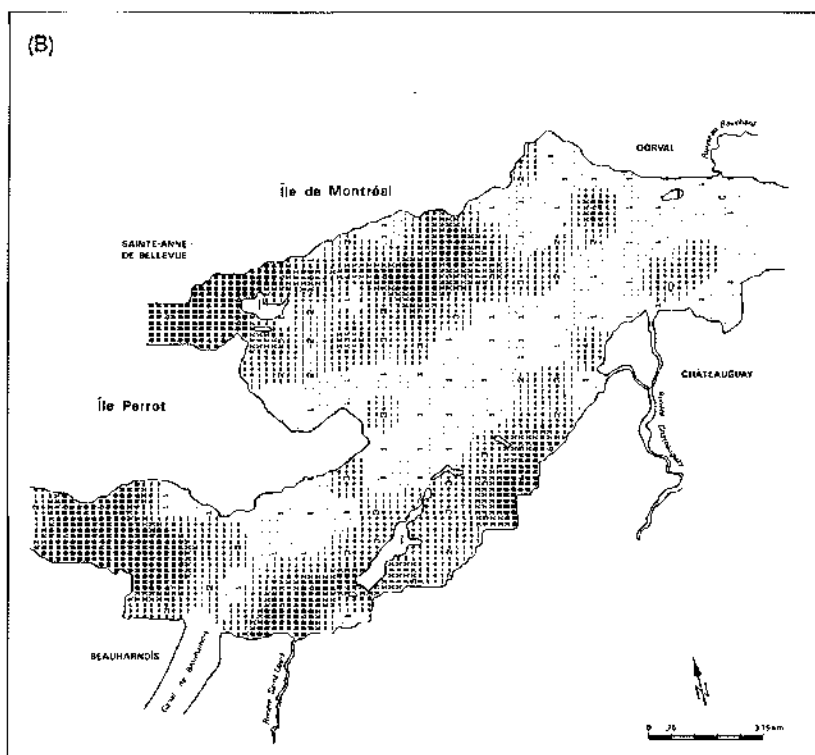
MINIMUM	0.00	16.67	33.33	50.00	66.67	83.33
MAXIMUM	16.67	33.33	50.00	66.67	83.33	100.00

FREQ	CLASSE					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1

Figure 4. Pourcentages d'argile + limon des sédiments de surface prélevés à 142 stations du lac Saint-Louis au cours de l'été 1985 (Symap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I).



FREQ	CLASSIFICATION DE FOLK					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1	1
53	1	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1
57	1	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1	1
59	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1
61	1	1	1	1	1	1
62	1	1	1	1	1	1
63	1	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1	1
65	1	1	1	1	1	1
66	1	1	1	1	1	1
67	1	1	1	1	1	1
68	1	1	1	1	1	1
69	1	1	1	1	1	1
70	1	1	1	1	1	1
71	1	1	1	1	1	1
72	1	1	1	1	1	1
73	1	1	1	1	1	1
74	1	1	1	1	1	1
75	1	1	1	1	1	1
76	1	1	1	1	1	1
77	1	1	1	1	1	1
78	1	1	1	1	1	1
79	1	1	1	1	1	1
80	1	1	1	1	1	1
81	1	1	1	1	1	1
82	1	1	1	1	1	1
83	1	1	1	1	1	1
84	1	1	1	1	1	1
85	1	1	1	1	1	1
86	1	1	1	1	1	1
87	1	1	1	1	1	1
88	1	1	1	1	1	1
89	1	1	1	1	1	1
90	1	1	1	1	1	1
91	1	1	1	1	1	1
92	1	1	1	1	1	1
93	1	1	1	1	1	1
94	1	1	1	1	1	1
95	1	1	1	1	1	1
96	1	1	1	1	1	1
97	1	1	1	1	1	1
98	1	1	1	1	1	1
99	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1
101	1	1	1	1	1	1
102	1	1	1	1	1	1
103	1	1	1	1	1	1
104	1	1	1	1	1	1
105	1	1	1	1	1	1
106	1	1	1	1	1	1
107	1	1	1	1	1	1
108	1	1	1	1	1	1
109	1	1	1	1	1	1
110	1	1	1	1	1	1
111	1	1	1	1	1	1
112	1	1	1	1	1	1
113	1	1	1	1	1	1
114	1	1	1	1	1	1
115	1	1	1	1	1	1
116	1	1	1	1	1	1
117	1	1	1	1	1	1
118	1	1	1	1	1	1
119	1	1	1	1	1	1
120	1	1	1	1	1	1
121	1	1	1	1	1	1
122	1	1	1	1	1	1
123	1	1	1	1	1	1
124	1	1	1	1	1	1
125	1	1	1	1	1	1
126	1	1	1	1	1	1
127	1	1	1	1	1	1
128	1	1	1	1	1	1
129	1	1	1	1	1	1
130	1	1	1	1	1	1
131	1	1	1	1	1	1
132	1	1	1	1	1	1
133	1	1	1	1	1	1
134	1	1	1	1	1	1
135	1	1	1	1	1	1
136	1	1	1	1	1	1
137	1	1	1	1	1	1
138	1	1	1	1	1	1
139	1	1	1	1	1	1
140	1	1	1	1	1	1
141	1	1	1	1	1	1
142	1	1	1	1	1	1



FREQ	CLASSIFICATION DE SHEPARD					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1	1
53	1	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1
57	1	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1	1
59	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1
6						

correspondent assez bien à celles trouvées par Sérodes (1978) et Jarry *et al* (1985). Ces derniers, en utilisant les données des sédiments en vrac des stations échantillonnées en 1984, n'avaient toutefois pas pu identifier la zone au sud de l'île Perrot.

Des argiles glacio-lacustres ont été remarquées à plusieurs stations, notamment près de la rive nord du lac, à quelques stations au sud de l'île Perrot et au sud-ouest des îles de la Paix. Ces dépôts, qu'on retrouve généralement sous une mince couche de sédiments sablo-argileux, datent de l'époque des lacs post-glaciaires. Ces sédiments anciens dénotent la présence d'une zone d'érosion où l'accumulation de sédiments plus récents est temporaire. Les stations où l'on a retrouvé ce genre de sédiment sont identifiées en annexe.

### 3.2 Nature géochimique et provenance des sédiments

#### 3.2.1 Composition géochimique

Les minéraux qui composent les sédiments d'un cours d'eau proviennent de l'érosion des roches de son bassin de drainage. Par conséquent, la nature géochimique des sédiments reflète leur origine. Les constituants inorganiques majeurs de la croûte terrestre sont les silicates, tels le quartz ( $\text{SiO}_2$ ), les feldspaths et les alumino-silicates, ainsi que les carbonates. Les carbonates les plus communs en Amérique du Nord sont la calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) et la dolomite ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) (Håkanson et Jansson, 1983) et proviennent des roches sédimentaires calcaires, abondantes dans les Basses Terres du Saint-Laurent. Les silicates se retrouvent tant dans les roches ignées et métamorphiques du Bouclier canadien que dans les roches sédimentaires (Golterman *et al*, 1983; Landry et Mercier, 1984).

Le tableau 4 indique la composition géochimique des sédiments du lac Saint-Louis. L'abondance de silice reflète la prédominance des quartz et des feldspaths retrouvés dans les fractions de limon (3,9-62,5  $\mu\text{m}$ ) et de sable et gravier (>62,5  $\mu\text{m}$ ). Les teneurs élevées en aluminium sont généralement associées à la fraction argileuse des sédiments (Mudroch, 1984; Sly, 1983). Les teneurs élevées de calcium indiquent la présence de



carbonates, probablement sous forme de calcite. Les teneurs moyennes des différents éléments majeurs sont assez semblables à celles des fractions limon sablonneux et argile limoneux retrouvés par Sly (1983) à l'embouchure de la rivière Niagara, tandis que les extrêmes correspondent aux fractions plus fines et plus grossières. On a également inclû dans ce tableau les pourcentages de C organiques, de N total et la perte par ignition. Le contenu en C organique est assez semblable à celui de la fraction argile limoneux de Sly (1983). Le contenu en N total est assez faible, plusieurs valeurs se situant en-dessous de la limite de détection. A cause de l'incertitude des valeurs de N, on n'a pas calculé le rapport C/N, souvent utilisé pour évaluer l'origine de la matière organique ainsi que l'état trophique du lac (Håkanson et Jansson, 1983).

Tableau 4. Teneurs (pourcentages) moyennes, minimales et maximales en éléments majeurs des sédiments de surface du lac Saint-Louis (n=52).

ELEMENT	MOYENNE	ECART-TYPE	MINIMUM	MAXIMUM
Si	67,17	7,44	48,30	83,80
Al	12,58	2,40	7,30	16,70
Ca	6,16	3,79	1,80	20,19
Fe	5,19	3,90	1,40	28,00
Mn	0,11	0,07	0,03	0,34
P	0,26	0,12	0,10	0,85
Mg	3,02	1,34	0,20	4,85
Na	1,95	0,38	1,28	2,94
K	2,96	0,49	1,84	4,13
Ti	0,61	0,16	0,27	0,93
C organique	3,065	1,994	0,375	8,433
N total	0,194	0,192	<0,002	0,596
PPI (mg.g <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	50,56	36,89	3,00	132,00

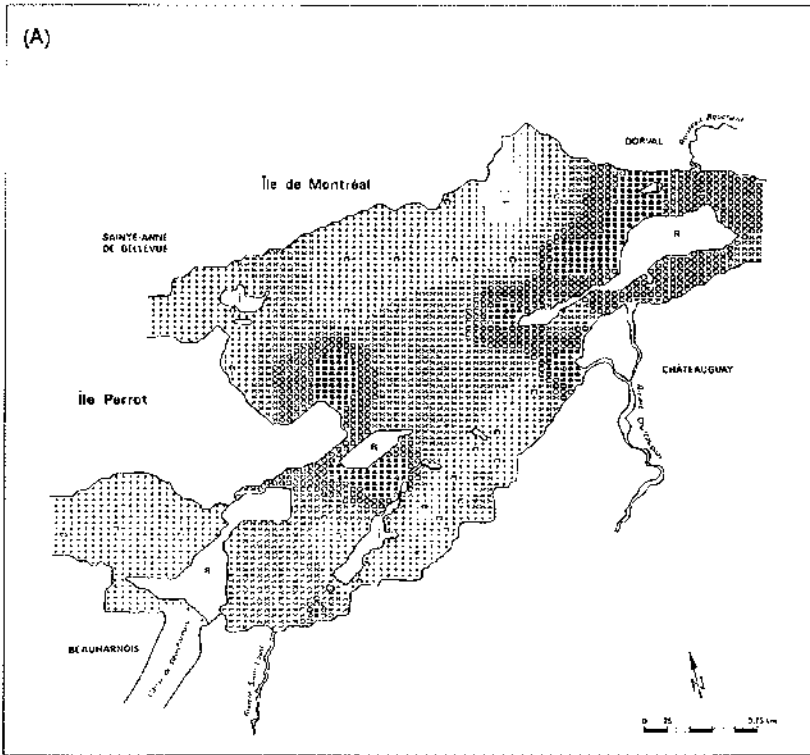
a: perte par ignition.

### 3.2.2 Répartitions spatiales

Les figures 6 à 8 illustrent la répartition des teneurs des éléments majeurs les plus importants (Si, Al, Ca, Fe, Mn et P). On retrouve les valeurs les plus élevées de silice (Figure 6a) dans la zone d'érosion, là où les sédiments sont les plus sablonneux et contiennent le plus de quartz. La présence de valeurs importantes (>48 %) sur toute l'étendue du lac indique cependant que les silicates sont abondants dans toutes les fractions granulométriques.

L'aluminium (Figure 6b) semble plutôt associé aux zones de sédimentation et plus particulièrement à celles qui subissent l'influence de la rivière des Outaouais. Au contraire, les teneurs en calcium (Figure 7a) sont plus faibles aux stations sous l'influence de la rivière des Outaouais et reflètent plutôt la composition calcaire des basses terres du Saint-Laurent. On remarque une zone à forte teneur en Ca au sud-est des îles de la Paix, qui s'explique difficilement par un apport de la rivière Saint-Louis, car les valeurs à son embouchure sont peu élevées. Une explication pourrait être la forte productivité de cette zone peu profonde, condition qui facilite la précipitation des carbonates (Håkanson et Jansson, 1983). La vérification des observations inscrites sur les feuilles de terrain n'a cependant pas permis de confirmer cette hypothèse, la présence de plantes aquatiques et d'animaux à coquilles ayant été observée à maintes stations sur toute l'étendue du lac.

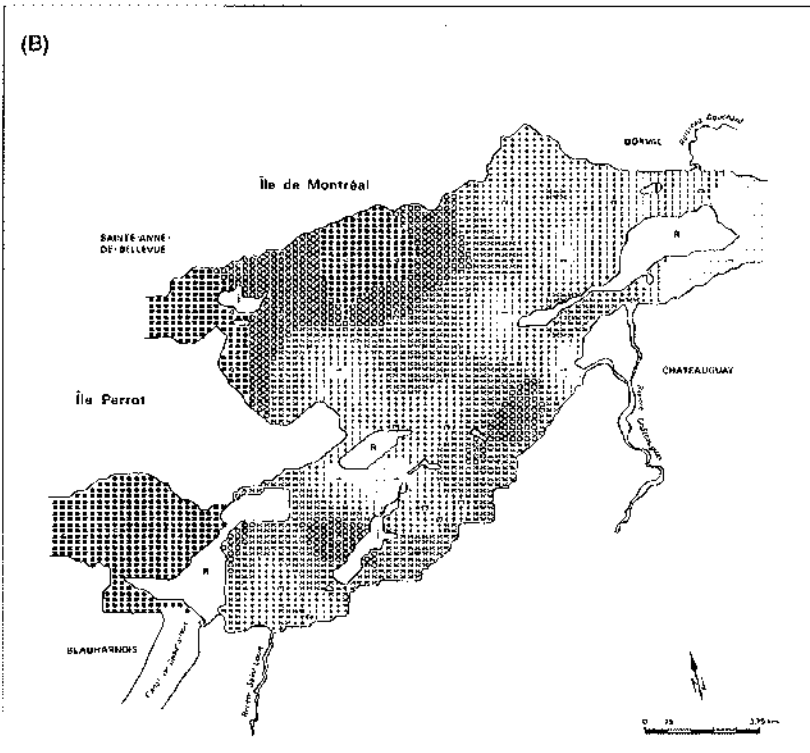
La répartition des teneurs en fer était fortement influencée par une valeur extrême de 28% à la station F2-L20, près de la baie de Valois (rive nord), qui reflète probablement une source locale. La figure 7b illustre la répartition du fer sans cette station. On remarque que les sédiments qui subissent l'influence de la rivière des Outaouais présentent des teneurs en fer supérieures aux sédiments des autres stations; de plus, une source locale est probablement présente sur la rive nord du lac. Le manganèse (Figure 8a), bien que peu abondant, joue un rôle important dans la distribution des contaminants, comme on le verra dans les prochains chapitres. Comme l'aluminium et le fer, il semble provenir principalement de la rivière des Outaouais. La répartition du phosphore (Figure 8b) ressemble à celles du fer et du manganèse, montrant un maximum près de la baie de Valois et des teneurs légèrement



	1	2	3	4	5	6
MINIMUM	48.00	54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
MAXIMUM	54.00	60.00	66.00	72.00	78.00	84.00

	1	2	3	4	5	6
FREQ.	1	1	2	1	1	1



	1	2	3	4	5	6
MINIMUM	7.30	8.87	10.43	12.00	13.57	15.13
MAXIMUM	8.87	10.43	12.00	13.57	15.13	16.70

	1	2	3	4	5	6
FREQ.	1	1	2	1	1	1

Figure 6. Pourcentages de Si (A) et de Al (B) des sédiments de surface prélevés à 52 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap<sup>®</sup>). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min-->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).

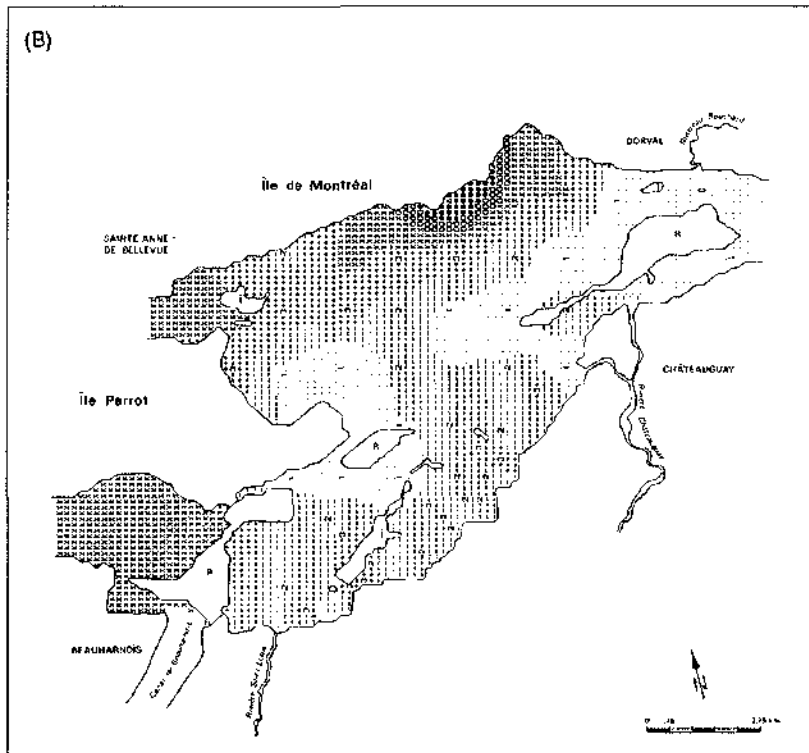
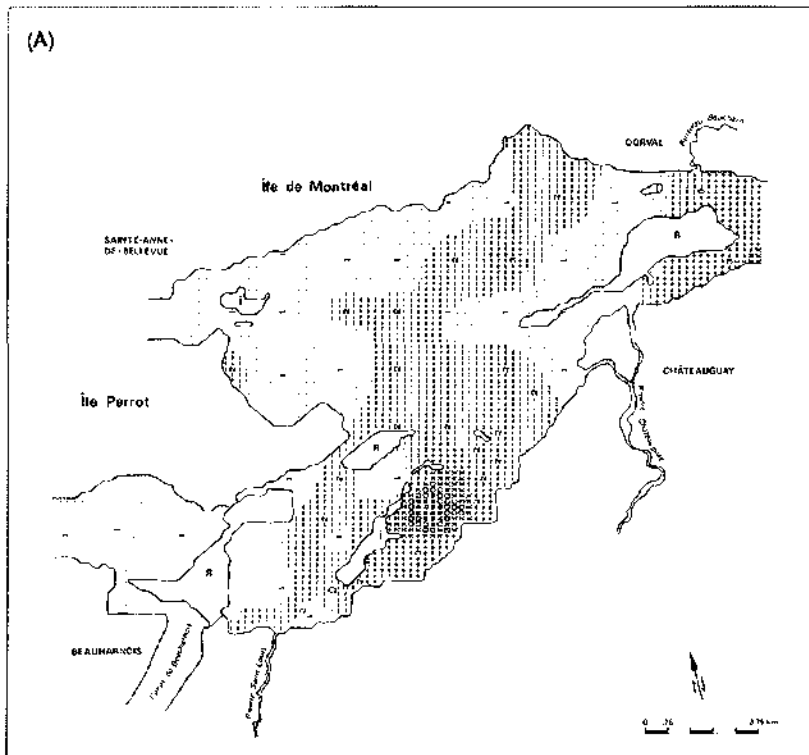
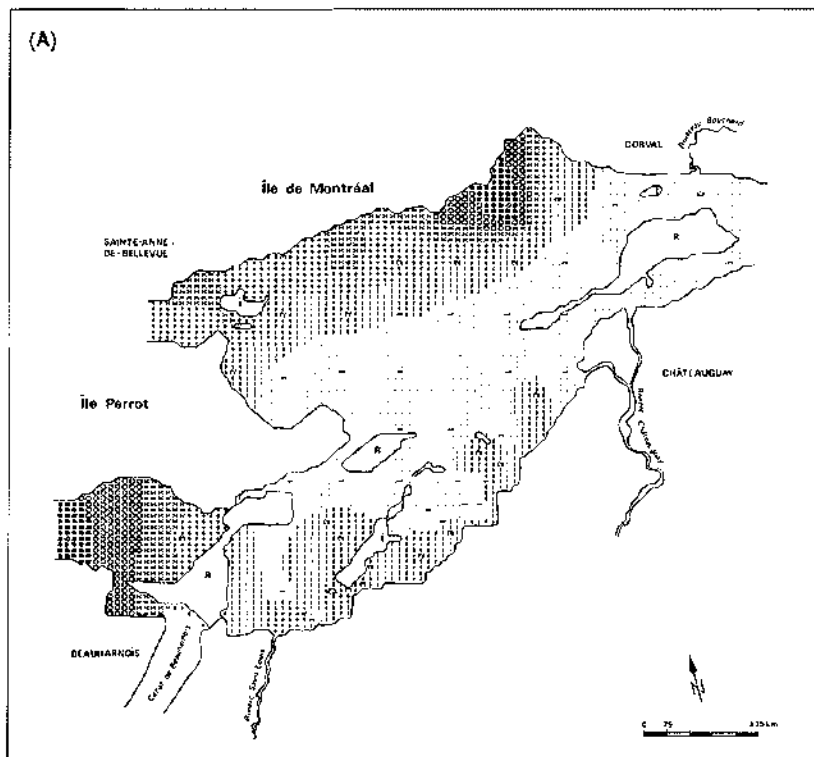
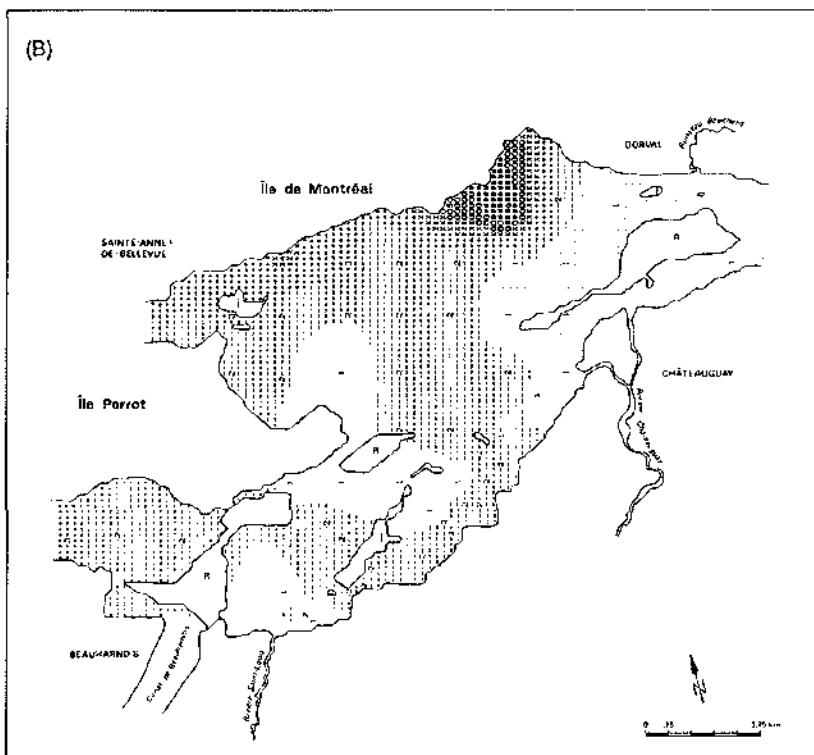


Figure 7. Pourcentages de Ca (A) et de Fe (B) des sédiments de surface prélevés à 52 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap<sup>®</sup>). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min-->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).



MINIMUM	0.03	.08	.13	.19	.24	.29
MAXIMUM	.08	.13	.19	.24	.29	.34

	1	2	3	4	5	6
FREQ	20	16	12	10	10	10



MINIMUM	0.10	.23	.35	.48	.60	.73
MAXIMUM	.23	.35	.48	.60	.73	.85

	1	2	3	4	5	6
FREQ	20	16	12	10	10	10

Figure 8. Pourcentages de Mn (A) et de P (B) des sédiments de surface prélevés à 52 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Sympap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min-->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).

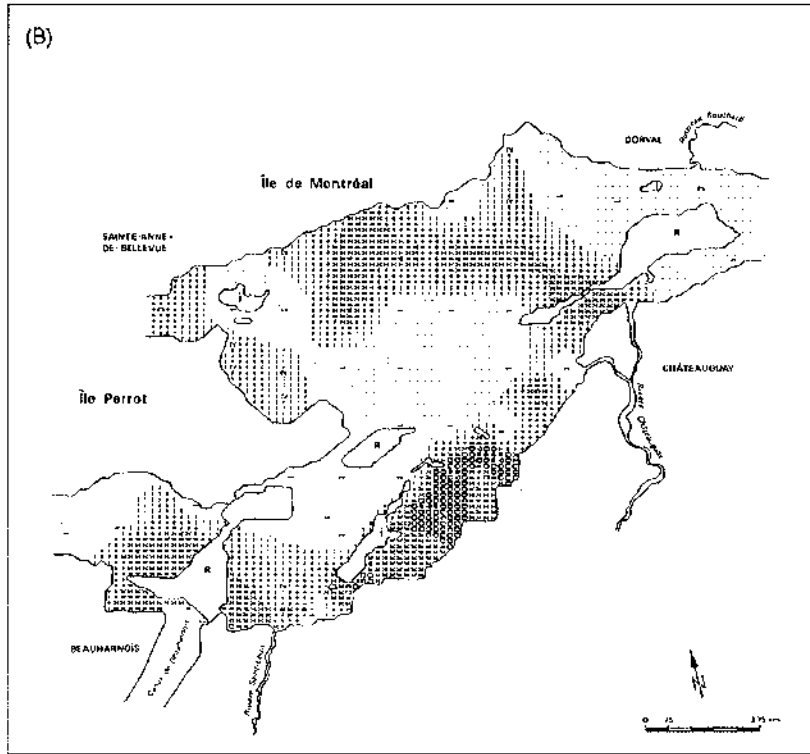
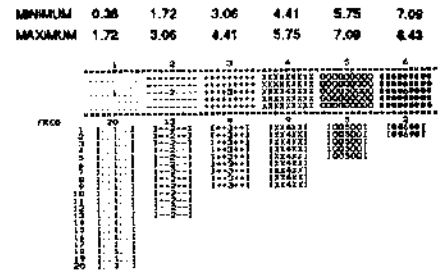
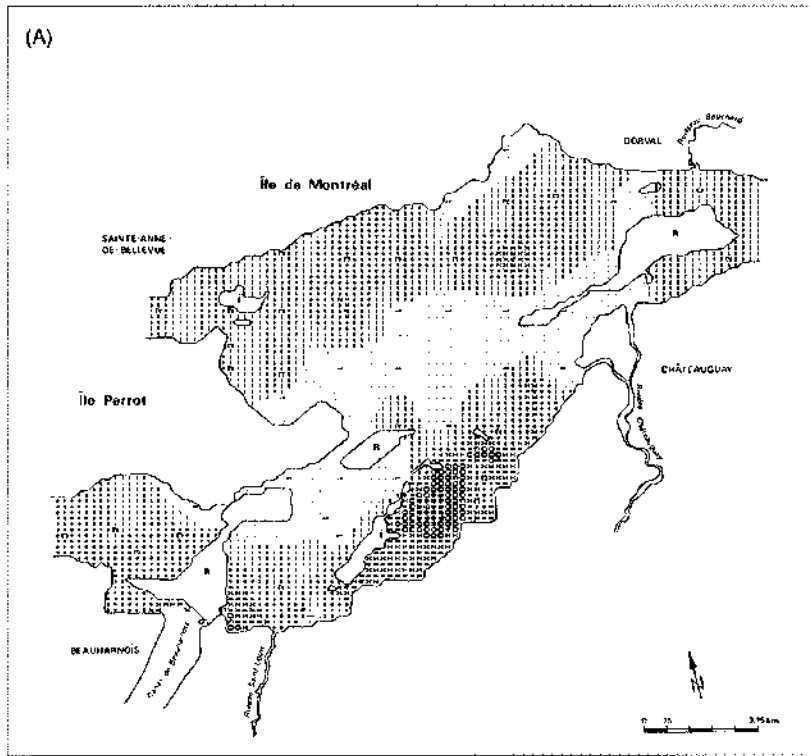


Figure 9. Pourcentages de C organique (A) et de N total (B) des sédiments de surface prélevés à 58 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).

supérieures aux stations recevant les eaux et les sédiments de la rivière des Outaouais. Les répartitions du C organique et du N total (Figure 9 a et b) ressemblent à celles du fer et du manganèse par l'accumulation dans les zones de sédimentation du lac, mais en diffèrent par un maximum dans les îles de la Paix correspondant à celui du calcium. Il correspond probablement à une forte production biologique dans cette région.

### 3.2.3 Groupement hiérarchique

Les groupes formés par la ressemblance dans la composition en éléments majeurs des sédiments apparaissent à la figure 10. On a reporté sur l'espace réduit des coordonnées principales les groupes délimités sur le dendrogramme. Le tableau des corrélations entre les éléments majeurs et les coordonnées des trois (3) premiers axes des coordonnées principales (Tableau 5) permet de déterminer les variables responsables de la position des groupes. Ces trois axes expliquent 37,3 % de la variance observée. Selon le signe de ces corrélations et la position par rapport à l'axe 1, les groupes situés vers le bas (#3) ont des teneurs plus élevées en Fe, K, Ti, Mn, Al et Mg. Les groupes situés vers le haut (#1) ont des teneurs plus élevées en Si. La position des stations sur l'axe 2 est influencée de façon antagoniste par les teneurs en Ca et Na; les stations des groupes 4 et 5 sont les dernières à se regrouper avec le reste du lac, à cause de leur composition différente, notamment en Ca pour les stations du groupe 4. La contribution de l'axe 3 est moins importante et le cas de la station F2-L20 près de la baie de Valois (#5) demeure énigmatique.

La figure 11 illustre la répartition spatiale de ces groupes sur l'étendue du lac Saint-Louis. Le plus grand groupe (#2) est formé des stations sous l'influence du fleuve Saint-Laurent et présentant des teneurs moyennes des différents éléments majeurs. Le groupe #3 englobe surtout les stations sous l'influence de la rivière des Outaouais. Le groupe #1 correspond aux stations ayant les plus fortes teneurs en Si et les plus faibles teneurs en Al, Fe, Mg, K, Ti et Mn, représentant les zones de particules plus grossières. Les stations des groupes #4 et #5 sont isolées à cause de leur minéralogie différente. On obtient une répartition des groupes différente de celle obtenue par Jarry *et al* (1985) qui, avec les stations vrac de 1984

seulement, n'avaient pas obtenu une bonne séparation entre les stations sous l'influence de la rivière des Outaouais et celles sous l'influence du fleuve Saint-Laurent.

Tableau 5. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les éléments majeurs des sédiments de surface du lac Saint-Louis et les coordonnées des trois premiers axes des coordonnées principales; (n=52; 0,32 p<0,05; **0,64** p<0,001).

VARIABLES % de variance	AXE 1 (23,75)	AXE 2 (7,79)	AXE 3 (5,75)
Si	<b>0,64</b>	<u>-0,20</u>	<u>0,32</u>
Al	<b>-0,72</b>	<u>-0,26</u>	<u>-0,17</u>
Ca	0,05	<b>0,67</b>	<b>-0,53</b>
Fe	<b>-0,80</b>	0,06	-0,05
Mn	<b>-0,77</b>	0,07	0,01
P	<b>-0,43</b>	0,03	0,15
Mg	<b>-0,72</b>	-0,08	<b>-0,35</b>
Na	0,06	<b>-0,65</b>	<u>0,22</u>
K	<b>-0,77</b>	-0,14	<u>-0,22</u>
Ti	<b>-0,81</b>	-0,13	-0,07

On peut, sur la base de ces répartitions et de celles de la granulométrie, associer trois des cinq zones de sédimentation à un apport de sédiments de la rivière des Outaouais: les deux zones à l'entrée de cette rivière dans le lac et celle au large de Pointe-Claire. Les deux autres zones, à l'embouchure de la rivière Saint-Louis et au sud-est des îles de la Paix, se distinguent surtout par leurs basses valeurs en fer et en manganèse. L'influence du fleuve est moins visible dans ces zones de dépôts. Toutefois, d'après la répartition du calcium (Figure 7a) et celle du regroupement (Figure 11), il semble avoir une certaine influence sur la zone de dépôt en face de Pointe-Claire et celles des îles de la Paix.



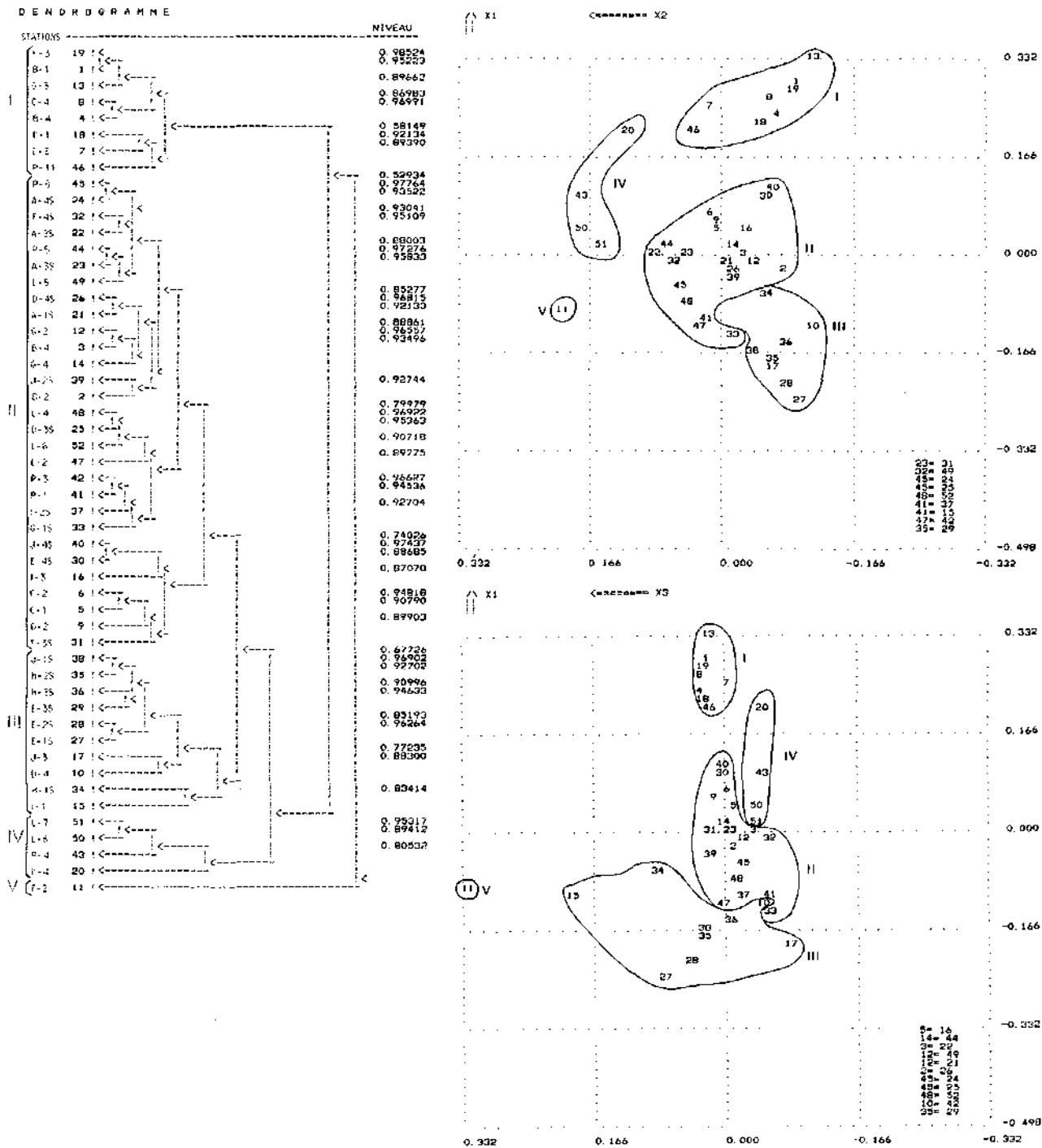
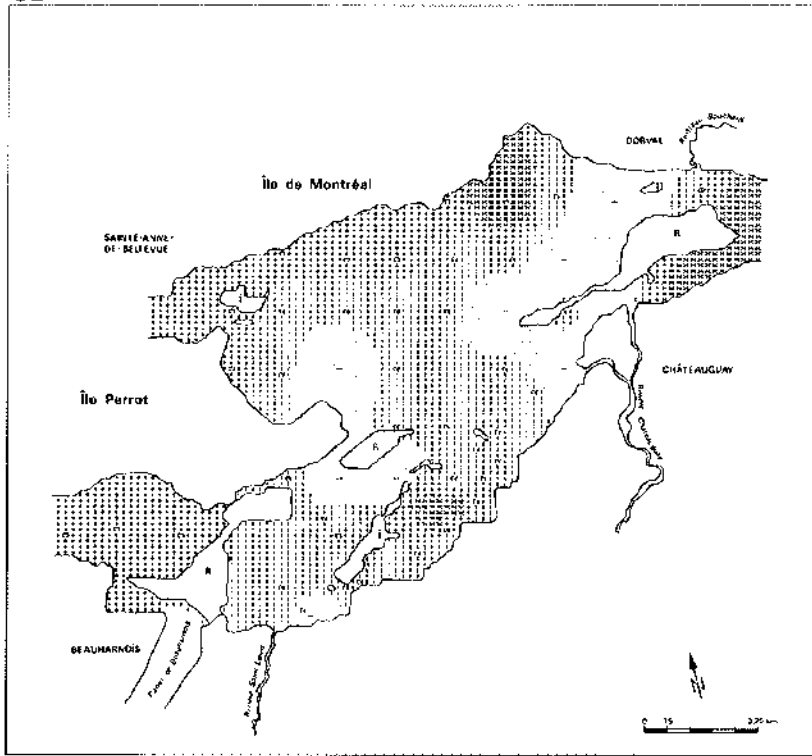


Figure 10. Dendrogramme et représentation en espace réduit (coordonnées principales) des groupes formés par la ressemblance dans la composition en éléments majeurs (Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, Mn, P) des sédiments de surface de 52 stations du lac Saint-Louis. (Axes 1,2,3: trois premiers axes des coordonnées principales).



	1	2	3	4	5
MINIMUM	1.00	1.80	2.60	3.40	4.20
MAXIMUM	1.80	2.60	3.40	4.20	5.00

FREQ	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1

Figure 11. Regroupement des 52 stations du lac Saint-Louis en fonction des éléments majeurs (Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, Mn, P) des sédiments de surface prélevés en 1984 et 1985 (Symap®). A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque groupe. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que son groupe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).

#### 3.2.4 Relation entre les éléments majeurs

L'association du silice avec la fraction sablonneuse, riche en quartz, est reflétée par les relations négatives avec l'ensemble des autres éléments majeurs (Tableau 6). La relation la plus forte se situe entre le fer et le manganèse et reflète leur interaction sous forme de complexes d'hydroxides de fer et de manganèse dans les sédiments du lac Saint-Louis. Les relations entre Al, Mg et K, supporté par les relations avec Ti, indiquent la présence d'argiles de type illite et chlorite (Sly, 1983; Jarry *et al.*, 1985). Comme le Fe et le Mn sont aussi reliés à ces quatre éléments, les complexes d'hydroxides sont probablement associés aux particules argilleuses. Le phosphore est relié aux hydroxides de Fe et de Mn, comme il est également rapporté par d'autres auteurs (Jarry *et al.*, 1985; Williams *et al.*, 1976; Sly, 1983).

Le calcium et le sodium montrent peu de relations avec les autres éléments majeurs, ce qui s'explique par leur association avec les plagioclases plutôt qu'avec l'argile (Jarry *et al.*, 1985). La relation négative entre ces deux éléments peut s'expliquer du fait de leur origine différente (Håkanson et Jansson, 1983). En effet, le Ca provient principalement du bassin calcaire du fleuve Saint-Laurent, tandis que le Na provient plutôt des roches ignées du cours supérieur de la rivière des Outaouais, probablement sous forme de grains de feldspaths alcalins (Jarry *et al.*, 1985; Landry et Mercier, 1984).



### 3.3 Contamination des sédiments

#### 3.3.1 Comparaison avec les critères de qualité

Nous avons indiqué au tableau 7 les teneurs moyennes, médianes, minimales et maximales des divers contaminants analysés dans les sédiments du lac Saint-Louis. Les teneurs trouvées dans cette étude sont semblables à celles rapportées par Sérodes (1978) pour le même lac, excepté la valeur maximale pour le Ni. Comparativement au lac Saint-François, les teneurs en Hg du lac Saint-Louis sont supérieures, les teneurs en BPC et en mirex sont inférieures et celles de Cr, Cu, Ni, Pb, Zn et HCB sont semblables (Sérodes, 1978; Sloterdijk, 1985, 1987). Les teneurs en Co, Cr, Ni, V, Zn et en BPC mesurées au lac Saint-Louis sont semblables à celles du lac Ontario (Kemp *et al.*, 1977; Sly, 1983). Les teneurs en Hg sont supérieures dans la région des îles de la Paix et celles de Cd, Pb, HCB et mirex sont inférieures à celles du lac Ontario.

Les différents hydrocarbures polyaromatiques (HPA) analysés en 1985 n'apparaissent pas dans ce tableau, bien que plusieurs aient été retrouvés à la majorité des stations dans les sédiments du lac Saint-Louis. Ils proviennent tant de sources naturelles qu'anthropogéniques et certains, de poids moléculaire plus élevé, sont cancérigènes (Moore et Ramamoorthy, 1984). Leur faible solubilité favorise leur accumulation dans les sédiments. On a retrouvé jusqu'à  $3,720 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de HPA totaux, alors que Sloterdijk (1985) en avait trouvé jusqu'à  $1,883 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  au lac Saint-François. Cependant, ce dernier n'avait analysé que huit HPA alors que nous en avons seize. Les quatre composés cancérigènes, les BaA, BbF, BaP et IcdP (abréviations expliquées au Tableau 1), se retrouvent à des maxima de 0,55, 0,28, 0,24 et  $0,48 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , respectivement, ce qui demeure en-dessous de la teneur de  $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  recommandée pour le BaP (AEOC, 1983).

Tableau 7. Comparaison des teneurs ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) en contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis avec celles du lac Saint-François et du lac Ontario.

Variables	# de stations détectées/63	Cette étude			Saint-Louis (b)	Saint-François	Ontario
		moyenne	médiane	(min-max)			
As	43	4,9	4,0	(<2,0-32,7)	---	---	---
Cd	16/19	1,7	1,0	(<0,2-14,0)	---	---	2,6 <sup>c</sup>
Co	51/51	15,3	13,0	(3,0-33,0)	---	---	20-30 <sup>c</sup>
Cr	51/51	95,0	87,0	(39,0-179,0)	15-150	11,3-122 <sup>b</sup>	110-135 <sup>d</sup>
Cu	62	30,4	27,0	(7,0-68,0)	6,6-73,7	2,0-80,5 <sup>b</sup>	---
Hg	61	0,59	0,28	(0,01-4,78)	0,01-2,08	0,005-1,474 <sup>a</sup>	1,30-1,81 <sup>d</sup>
Ni	63	31,6	32,0	(8,0-99,0)	7-555	3-61 <sup>b</sup>	45-57 <sup>d</sup>
Pb	63	35,2	31,0	(11,0-101,0)	0-200	0-150 <sup>b</sup>	130-280 <sup>d</sup>
Se	16/19	0,71	0,75	(<0,20-1,27)	---	---	---
V	51/51	58,2	52,0	(18,0-110,0)	---	---	69-92 <sup>d</sup>
Zn	63	207,0	160,0	(19,0-686,0)	23-663	15-648 <sup>b</sup>	350-450 <sup>d</sup>
BPC totaux <sup>1</sup>	37/55	62,9	42,0	(<5,0-288,0)	---	1-1900 <sup>a</sup>	26-84 <sup>e</sup>
HCB <sup>1</sup>	25/52	1,0	1,0	(<1,0-15,0)	---	<1-13 <sup>a</sup>	97,0 <sup>f</sup>
DDE <sup>1</sup>	31/53	2,0	1,0	(<1,0-8,0)	---	---	---
Mirex <sup>1</sup>	11/57	1,0	1,0	(1,0-1,37)	---	<1-3,3 <sup>a</sup>	<1-40 <sup>g</sup>
HPA totaux	16/16	1,260	0,865	(0,05-3,72)	---	0,031-1,883 <sup>a</sup>	1,54 <sup>h</sup>

1:  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ .

a: Sloterdijk 1985.

b: Sérodes 1978.

c: Sly 1983.

d: Kemp *et al* 1977.e: Fox *et al* 1983.

f: Oliver et Nicol 1982.

g: Holdrinet *et al* 1978.

h: Neff 1979.

---: indéterminé.

Quant aux organochlorés, seulement trois sur les 18 analysés ont pu être décelés. Les processus de volatilisation et de photolyse expliquent l'absence de nombreux composés organochlorés dans nos échantillons (Persaud et Lomas, 1987). La transformation en un autre composé, de même que la bioaccumulation, sont aussi responsables d'une partie de cette rareté, notamment pour l'aldrine qui est converti en dieldrine dans l'environnement. Le HCB, un dérivé industriel des usines de chlore-alcali, est très stable chimiquement et résiste bien à la dégradation, ce qui explique qu'on en retrouve davantage. De plus, il est un des rares organochlorés encore utilisé aujourd'hui. Le DDE est le métabolite du DDT le plus communément retrouvé dans les sédiments et les organismes (Persaud et Lomas, 1987).

Afin de comparer les teneurs de ces contaminants avec leurs normales géochimiques, on a rassemblé au tableau 8 les normales suggérées par différents auteurs et proposé une valeur intermédiaire ou la plus réaliste. Au tableau 9, les teneurs des divers contaminants sont comparées avec ces normales géochimiques ainsi qu'avec les critères du ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) pour le dépôt de déchets de dragage en eau libre. Certains des critères du MEO sont plus faibles que les normales géochimiques; nous n'en connaissons pas la raison. Loring (Bedford Institute of Oceanography; communication personnelle, 1987) considère ces critères irréalistes. On constate que l'As, le Cd, le Cr, le Cu, le Hg, le Ni, le Pb, le Zn et les BPC présentent tous des teneurs supérieures aux critères du MEO à plusieurs stations. La situation est légèrement différente avec les normales géochimiques. Le Co et le Pb dépassent plus souvent les normales géochimiques que le critère du MEO, tandis que le Cr, le Cu et le Ni les dépassent moins souvent. Le Hg et le Cd montrent les plus fortes augmentations par rapport aux normales géochimiques. L'As, le Pb et le Zn ont aussi augmenté mais de façon moins importante, tandis que les autres ne semblent pas avoir subi d'augmentation importante. On observe donc une contamination anthropogénique probable en Hg, Cd, As, Pb et Zn.

Tableau 8. Normales géochimiques des éléments dans les sédiments lacustres ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

Eléments	Förstner (1977)	Sérodès (1978)	Sloterdijk et Azzaria (1979)	Håkanson et Jansson (1983)	Valeur proposée
As	...i	...i	1,8	13,0	8,0
Cd	0,35	...i	0,20	0,30	0,30
Co	15	...i	...i	20	20
Cr	59	84-87	...i	90	90
Cu	43	23-32	50	45	45
Hg	0,31	0,02-0,03	0,09	0,40	0,30
Ni	66	...i	...i	65	65
Pb	28	3,5-7,0	10	20	20
Se	...i	...i	...i	...i	...i
V	...i	...i	...i	130	130
Zn	110	108-120	120	95	110

i: indéterminé.

Tableau 9. Comparaison des teneurs ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) en contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis avec les normales géochimiques et les critères du Ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) pour le dépôt de déchets de dragage en eaux libres (Persaud et Wilkins, 1976).

Variables	# de stations détectées/63	Sédiments (max)	Critère MEO	# de stations > critère	Normale géochimique	# de stations >normale géoc.
As	43	32,7	8,0	9	8,0	9
Cd	16/19	14,0	0,1	16	0,3	15
Cb	51/51	33,0	50,0	0	20,0	11
Cr	51/51	179,0	25,0	50	90,0	26
Cu	62	68,0	25,0	31	45	16
Hg	61	4,78	0,3	32	0,3	32
Ni	63	99,0	25,0	39	65	1
Pb	63	101,0	50,0	13	20	47
Se	16/19	1,27	...i	...i	...i	...i
V	51/51	110,0	...i	...i	130	0
Zn	63	686,0	100,0	49	110	46
BPC totaux <sup>a</sup>	37/53	288,0	50,0	25	...i	...i

a:  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ .

i: indéterminé.

On a également comparé les teneurs en contaminants des stations du canal de Beauharnois, du lac des Deux Montagnes et des embouchures de la rivière Saint-Louis et du ruisseau Bouchard avec ces critères et ces normales géochimiques (Tableau 10). Ces informations vont nous permettre de connaître le niveau de contamination des différents affluents du lac Saint-Louis. Peu de contaminants organiques et de métaux lourds ont été décelés dans le canal de Beauharnois et le lac des Deux Montagnes, bien que certaines variables présentent des teneurs supérieures aux critères du MEO. Les teneurs retrouvés dans la rivière Saint-Louis et le ruisseau Bouchard, par contre, sont généralement très élevées.



Tableau 10. Comparaison des teneurs ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) en contaminants des stations du canal de Beauharnois, du lac des Deux Montagnes et des embouchures de la rivière Saint-Louis (L1) et du ruisseau Bouchard (L10) avec les normales géochimiques et les critères du ministère de l'Environnement de l'Ontario.

Variable	Critère	N.géoch. (n=4)	Canal de Beauharnois		Lac des Deux Montagnes		L1	L10
			min	max	min	max		
As	8,00	8,00	3,67	5,81	1,52	<u>12,11</u>	23,37	2,74
Cd	0,10	0,30	<0,20	<u>0,70</u>	<0,20	<u>1,00</u>	<u>1,20</u>	<u>4,60</u>
Co	50,00	20,00	NA	NA	<1,0	12,0	14,00	NA
Cr	25,00	90,00	NA	NA	<u>49,00</u>	<u>147,00</u>	<u>140,00</u>	NA
Cu	25,00	45,00	<u>32,00</u>	<u>47,00</u>	9,00	<u>42,00</u>	<u>105,00</u>	<u>131,00</u>
Hg	0,30	0,30	0,04	0,13	0,03	<u>0,32</u>	<u>34,90</u>	<u>0,33</u>
Ni	25,00	65,00	<u>43,00</u>	<u>51,00</u>	11,00	<u>48,00</u>	<u>80,00</u>	<u>27,00</u>
Pb	50,00	20,00	18,00	34,00	15,00	42,00	<u>100,00</u>	<u>138,00</u>
Se	---	---	<0,20	0,88	<0,20	0,77	0,82	0,23
V	---	130,00	NA	NA	78,00	124,00	162,00	NA
Zn	100,00	110,00	<u>115,00</u>	<u>173,00</u>	73,00	<u>215,00</u>	<u>246,00</u>	<u>242,00</u>
BPC tot.	0,05	---	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<u>0,394</u>	<u>0,660</u>
HCB	---	---	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	1,928	<0,004
DDE	---	---	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,006	0,011
Mirex	---	---	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
HPA tot.	---	---	0,258	1,385	0,012	3,790	---	<0,071

NA: non analysé.

Les valeurs soulignées dépassent la norme.

i: indéterminé.

Le tableau 11 donne les valeurs de l'indice de contamination calculé pour chaque station à l'aide des critères du MEO pour les variables As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn et les BPC. La valeur la plus élevée, 20,33, apparaît à la station L21, située sur la rive sud du lac entre le canal de Beauharnois et la rivière Saint-Louis. Cette forte contamination est surtout causée par une teneur en Cd de  $14 \text{ mg.kg}^{-1}$  comparativement à un critère de  $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ . On remarque ensuite des indices de 15,70 et de 9,00, se rapportant aux stations L1, située à l'embouchure de la rivière Saint-Louis et L10, à la sortie du ruisseau Bouchard, respectivement. Elles sont dues à leur teneur en mercure ( $34,90 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) et en Cd et BPC

(4,60 et 0,66 mg.kg<sup>-1</sup>; Tableau 9). Pour le lac lui-même, sur 63 stations, 48 stations (76 %) présentent un indice égal ou supérieur à 1, ce qui signifie une contamination globale dépassant les critères; 33 % des stations ont un indice supérieur à 2. La répartition spatiale de l'indice de contamination (Figure 19) sera commentée à la section suivante.

Ces premières observations sur les données permettent de constater qu'il existe un problème de contamination des sédiments du lac Saint-Louis en métaux lourds et en contaminants organiques. Les teneurs mesurées dépassent les critères de qualité du MEO ainsi que les normales géologiques et peuvent présenter un risque pour la qualité du lac et les organismes qui y vivent.

Tableau 11. Indices de contamination des sédiments de surface du lac Saint-Louis, calculés d'après les critères du MEO pour le dépôt de déchets de dragage en eau libre.

Stations	Indice	Stations	Indice	Stations	Indice
B-1	0,72	A-2	1,56	P4	1,50
B-2-L9	0,86	A-3	2,01	P5	1,38
B-3	1,11	A-4	3,44	P-8	1,13
B-4	0,60	D-3-L3	1,98	P-9-L5	2,30
C-1	0,83	D-4S	0,88	P-11	1,25
C-2	0,97	E-1	1,86	L-2	2,90
C-3	0,82	E-2	2,00	L-4	2,10
C-4	0,63	E-3	2,26	L-6	2,50
D-2	1,00	E-4	0,71	L-7	3,00
D-4	1,25	F-3	1,51	L-8	2,94
F-2	2,66	F-4	1,43	L-11	0,39
G-2	1,53	G-1	2,27	L-12	3,65
G-3	0,51	H-1	0,78	L-13	1,73
G-4	1,40	H-2	2,07	L-14	1,90
I-1	2,09	H-3	2,22	L-15	0,93
I-3	1,00	I-2	2,20	L-16	2,51
J-3	1,25	J-1	1,78	L-17	5,03
K-1	1,07	J-2	1,28	L-18	4,69
K-3	1,00	J-4	1,00	L-19	0,78
K-4	0,92	P1	1,50	L-20	3,75
A-1	1,11	P3	1,63	L-21	20,33
L-1	15,70	CB-1	1,77	CB-3	0,65
L-10	9,00	CB-2	1,23	CB-4	0,76

### 3.3.2 Sources et répartitions spatiales

Les figures 12 à 17 montrent les répartitions des principaux contaminants dans les sédiments du lac Saint-Louis. Afin d'en faire l'interprétation, il importe de rappeler que le logiciel Symap<sup>®</sup> effectue une interpolation linéaire entre les stations, lesquelles sont représentées sur les cartes par le chiffre de la classe dans laquelle elles ont été classées. De plus, aux extrémités du lac, là où il n'y a plus de stations, on assiste à une extrapolation en fonction des valeurs des stations les plus proches. On doit donc interpréter ces cartes avec prudence, surtout lorsque le nombre de stations est faible.

La majorité des contaminants s'accroissent de façon préférentielle dans les zones de sédimentation de particules fines identifiées aux sections précédentes. Alors que certains se retrouvent dans toutes les zones de sédimentation, d'autres sont surtout présents dans une ou deux régions du lac. D'autres encore suivent une distribution erratique. Ces différences dans les répartitions pourront aider à déterminer les sources des différents contaminants. Peu de données récentes existent sur les apports industriels et municipaux (Environnement Canada, 1983). Selon Malo et Gouin (1977) et Keighan (1977), alors qu'on trouvait à cette époque sur la rive sud, à Beauharnois, un important complexe industriel, les principales sources polluantes le long de la rive nord du lac étaient les égouts municipaux, aucune industrie importante n'étant située dans cette région. Il en va de même pour le lac des Deux Montagnes, situé juste en amont du lac Saint-Louis sur la rivière des Outaouais, où on ne relève aucune industrie. Dans ce lac, les apports des tributaires sont plus importants que ceux des municipalités. Enfin, les Grands Lacs, le tronçon international du fleuve Saint-Laurent et le lac Saint-François, situés en amont du lac Saint-Louis, constituent fort probablement une source importante pour plusieurs contaminants.

L'arsenic (Figure 12a) et le chrome (Figure 13a) montrent un maximum à la station F2-L20, située au nord du lac près de la baie de Valois. La répartition du chrome ne semble pas dépendante des zones de sédimentation du lac identifiées précédemment et il semble être associé à la fraction sablonneuse. Bien que toutes les valeurs soient supérieures au critère

du MEO ( $25 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), c'est à partir de la classe 3 qu'on dépasse aussi la normale géochimique ( $90 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). D'après Keighan (1977) et Malo et Gouin (1977), les sources de Cr au lac Saint-Louis seraient les égouts pluviaux et sanitaires de la baie de Valois pour la rive nord et la compagnie Alcan de Beauharnois pour la rive sud. Le chrome n'a pas été mesuré au canal de Beauharnois; au lac des Deux Montagnes, les teneurs sont semblables à celles du lac Saint-Louis (Tableau 10). Aucune source d'arsenic n'est mentionnée par ces auteurs pour la rive nord du lac; pour la rive sud, ils citent les compagnies Allied Chemicals et Union Carbide. Pour l'arsenic, d'après la normale géochimique ( $8 \text{ mg.kg}^{-1}$ ; Tableau 9), les valeurs comprises dans les classes 2 à 6 devraient être considérées comme une contamination anthropogénique. Au canal de Beauharnois, les teneurs d'arsenic sont en-dessous des normes, tandis que la valeur maximale au lac des Deux Montagnes est supérieure au critère du MEO et à la normale géochimique. La station L1 présente aussi une valeur élevée (Tableau 10).

La répartition du cadmium (Figure 12b) n'est basée que sur 18 stations, ce qui provoque une exagération dans l'interpolation entre les stations, mais elle permet néanmoins de situer les points les plus contaminés. La station L21, située au sud du lac entre le canal de Beauharnois et la rivière Saint-Louis, présente un maximum de  $14 \text{ mg.kg}^{-1}$  de cadmium, ce qui excède de beaucoup le critère du MEO ( $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) et la normale géochimique ( $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). On l'a exclu de la carte afin de ne pas masquer la variation sur le reste de la surface du lac. Comme les teneurs en cadmium du canal de Beauharnois et de la rivière Saint-Louis (Tableau 9) sont nettement inférieures à celles de cette station, on peut supposer que cette contamination provient directement de l'écoulement des berges de la zone industrielle de Beauharnois. Cependant, les compagnies Allied Chemicals et Canadian Electrolytic Zinc, situées juste en amont du canal de Beauharnois, libéraient du Cd en quantité importante (Malo et Gouin, 1977; Keighan, 1977). Le courant ne permet probablement pas la sédimentation de particules fines dans le canal et celles-ci sédimentent en aval du barrage, à la station L21. La figure 12b indique aussi une accumulation de cadmium dans la zone de sédimentation au nord du lac, en face de Pointe-Claire, de même qu'à une station au sud des îles de la Paix et une autre au sud de l'île Perrot. Cette dernière est plutôt sous l'influence du fleuve Saint-Laurent que de la rivière des Outaouais et on ne doit pas se fier à la vaste zone d'interpolation produite par le

logiciel. Cependant, les valeurs des classes 2 à 6 indiquent une contamination par rapport à la normale géochimique ( $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

Le cuivre (Figure 13b), le nickel (Figure 14b), le plomb (Figure 15a) et le zinc (Figure 15b) montrent une répartition similaire, soit une accumulation dans les zones de sédimentation du lac, ce qui laisse croire à une source commune, probablement diffuse et d'origine anthropogénique, et à un même mode de transport vers les sédiments. Le cuivre est relativement plus abondant que le Ni, le Pb et le Zn au sud des îles de la Paix et au nord de l'île Perrot, ce qui permet de supposer que sa répartition dans le milieu est beaucoup plus générale. La normale géochimique du cuivre ( $45 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) est dépassée à la classe 5, tandis que celles du Pb ( $20 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) et du Zn ( $110 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) sont dépassées dès la classe 2. Les critères du MEO sont dépassés à la classe 3 pour le Cu ( $25 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), à la classe 4 pour Pb ( $50 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) et à la classe 2 pour Zn ( $100 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Dans le cas du Ni, seule la station F2-L20 (classe 6), dans le nord du lac, dépasse la normale géochimique ( $65 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), tandis que les stations des classes 3 à 6 ont toutes des teneurs supérieures au critère du MEO ( $25 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Il est difficile de déterminer une source de contamination en Ni, ce métal semblant être amené tout autant par le fleuve Saint-Laurent, la rivière des Outaouais, la rivière Saint-Louis et les sources locales le long de la rive nord du lac. Il semble être naturellement assez répandu dans le milieu. Par ailleurs, comme le Cd, Cu, Pb et Zn présentent tous les trois des maxima à la station L21, dans le sud du lac. Sérodes (1978) rapporte lui aussi une contamination de cette région par ces éléments. Encore une fois, on peut supposer que cette contamination provient directement de l'écoulement des berges de la zone industrielle de Beauharnois. Les compagnies Allied Chemicals et Canadian Electrolytic Zinc libéraient également du Cu, du Pb et du Zn en quantité importante (Malo et Guin, 1977; Keighan, 1977). La contamination de la station L21 peut donc provenir aussi de sources en amont du canal de Beauharnois. Au canal de Beauharnois et au lac des Deux Montagnes, Cu, Ni et Zn sont au-dessus des critères du MEO, tandis que Pb demeure au-dessous de ce critère. Aux stations L1 et L10, ils sont tous les quatre au-dessus des normes (Tableau 10).

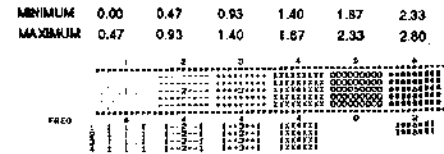
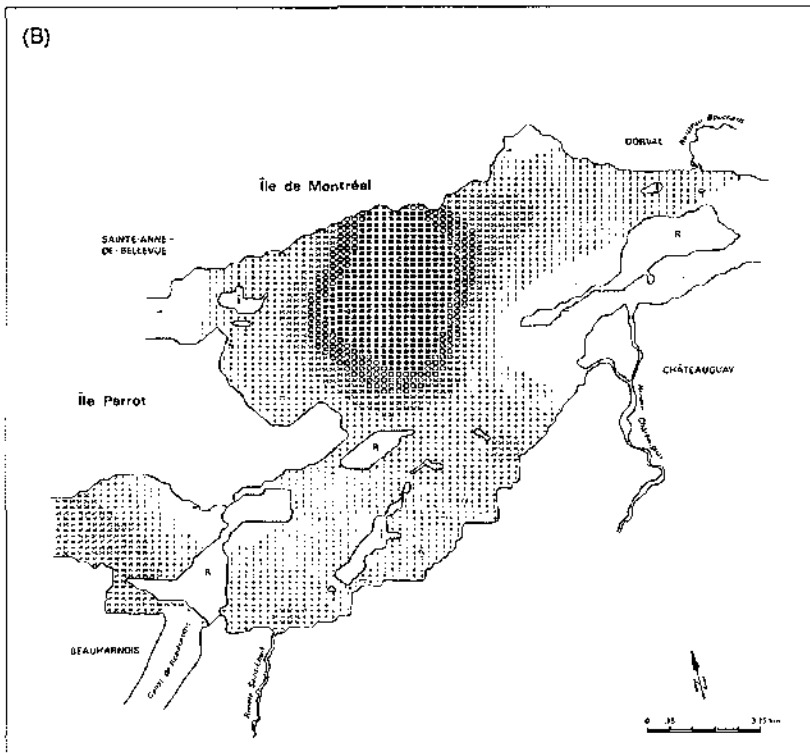
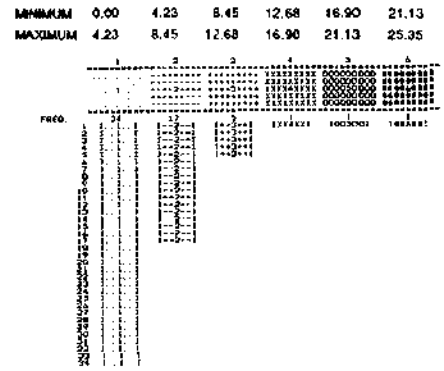
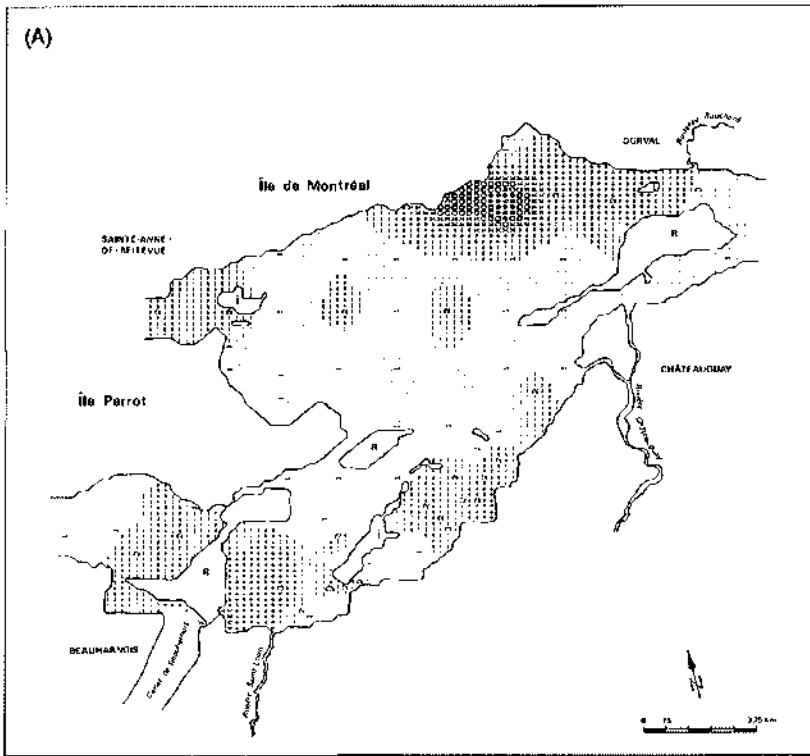
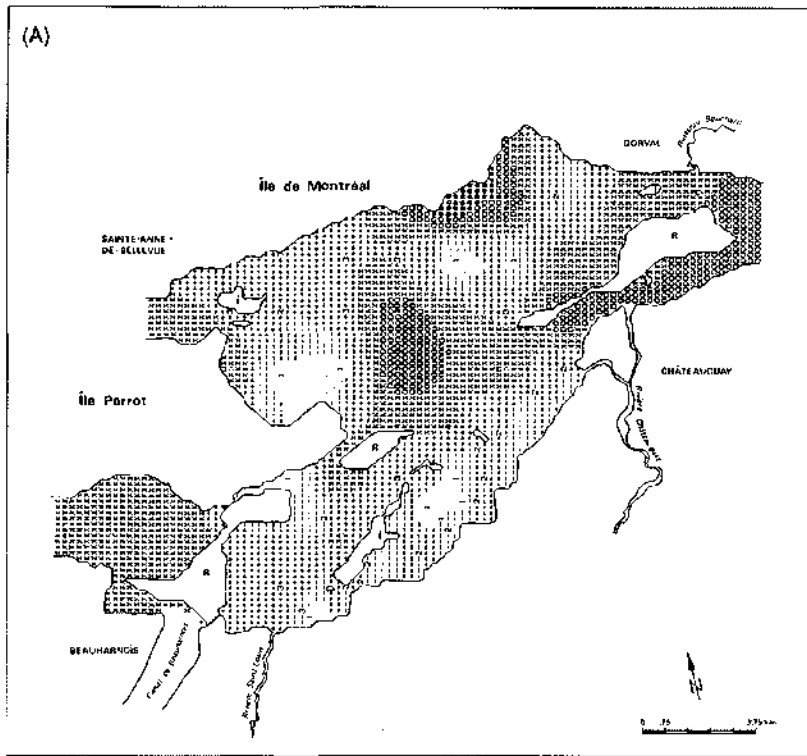


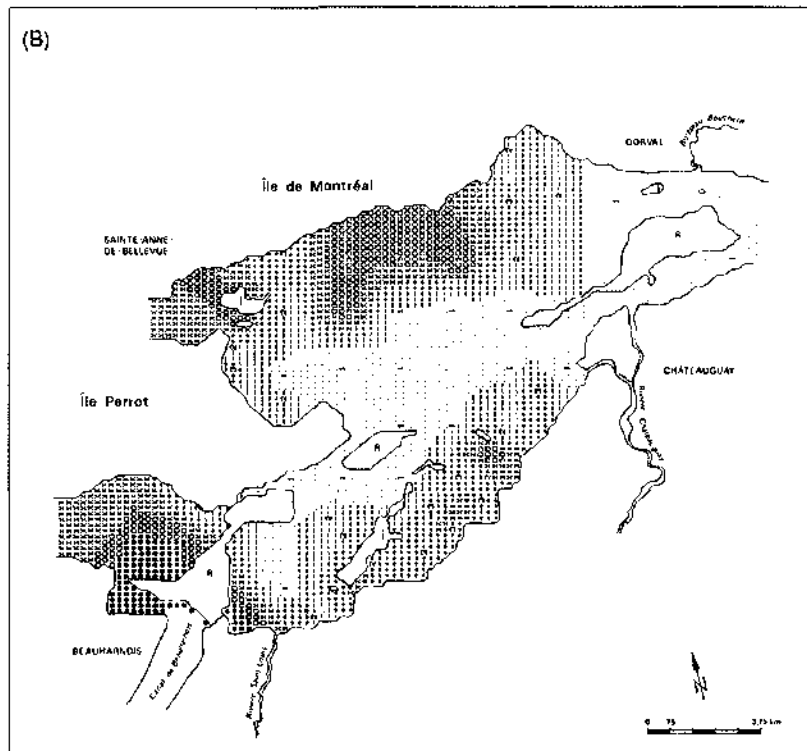
Figure 12. Teneurs ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) en As (A) et en Cd (B) des sédiments de surface prélevés à 59 et à 18 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1995 (Symap<sup>®</sup>). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min-->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).



MINIMUM	39.00	62.33	85.67	109.00	132.33	155.67
MAXIMUM	62.33	85.67	109.00	132.33	155.67	179.00

	1	2	3	4	5	6
FREQ.	10	14	14	10	10	10
TOTALS	62	86	86	62	62	62



MINIMUM	7.00	17.17	27.33	37.50	47.67	57.83
MAXIMUM	17.17	27.33	37.50	47.67	57.83	68.00

	1	2	3	4	5	6
FREQ.	10	14	14	10	10	10
TOTALS	62	86	86	62	62	62

Figure 13. Teneurs ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) en Cr (A) et en Cu (B) des sédiments de surface prélevés à 51 et à 56 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min→max) des valeurs. À droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).



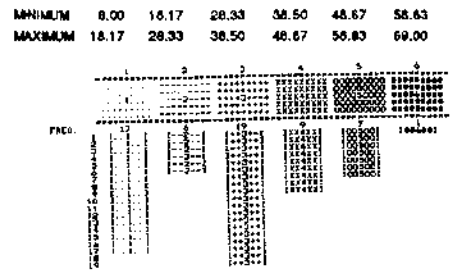
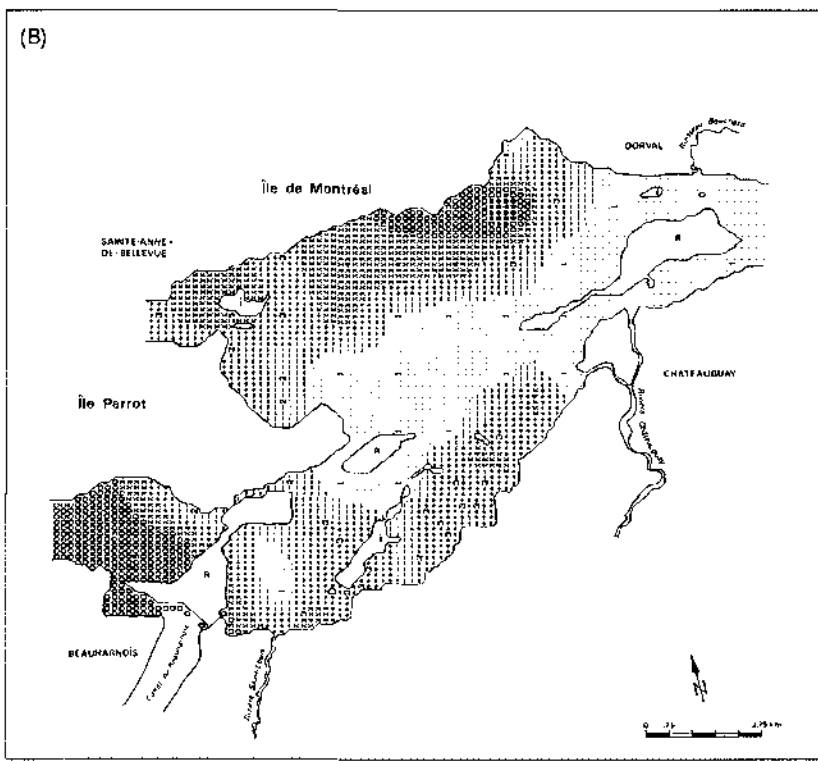
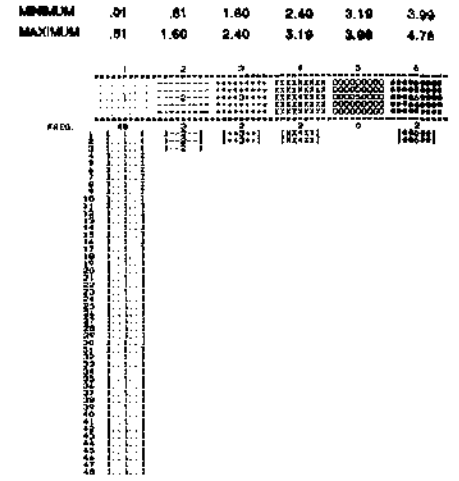
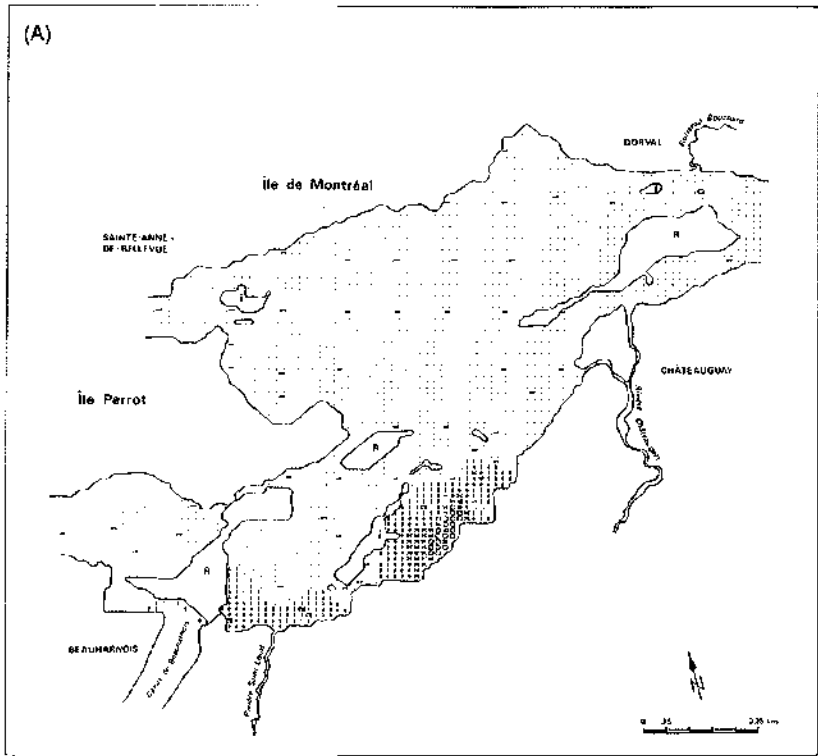
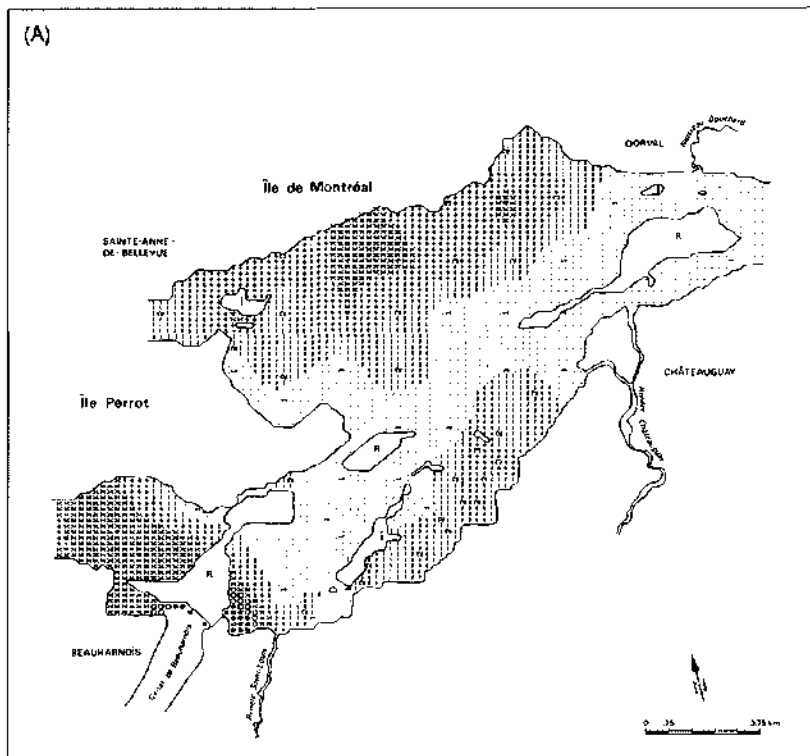
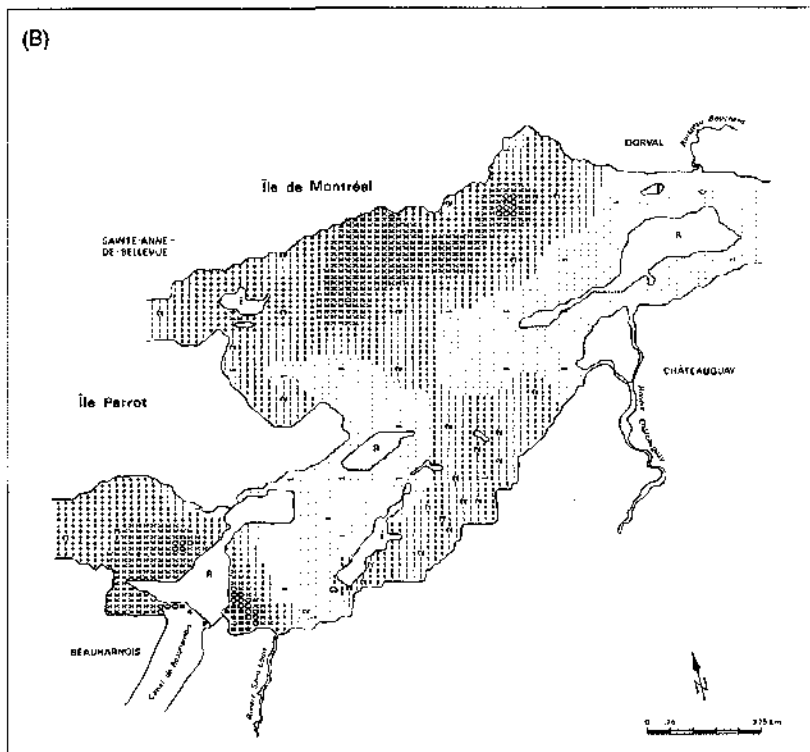
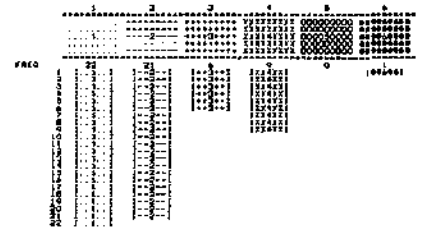


Figure 14. Teneurs (mg.kg<sup>-1</sup>) en Hg (A) et en Ni (B) des sédiments de surface prélevés à 51 et à 59 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Synmap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min->max) des valeurs. À droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).



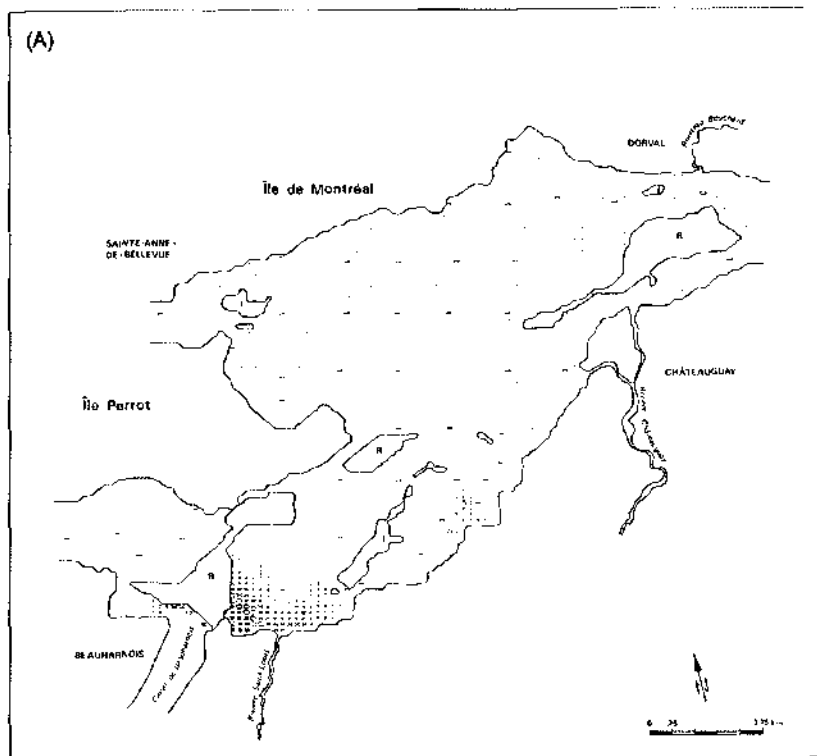
MINIMUM	11.00	26.00	41.00	56.00	71.00	86.00
MAXIMUM	26.00	41.00	56.00	71.00	86.00	101.00



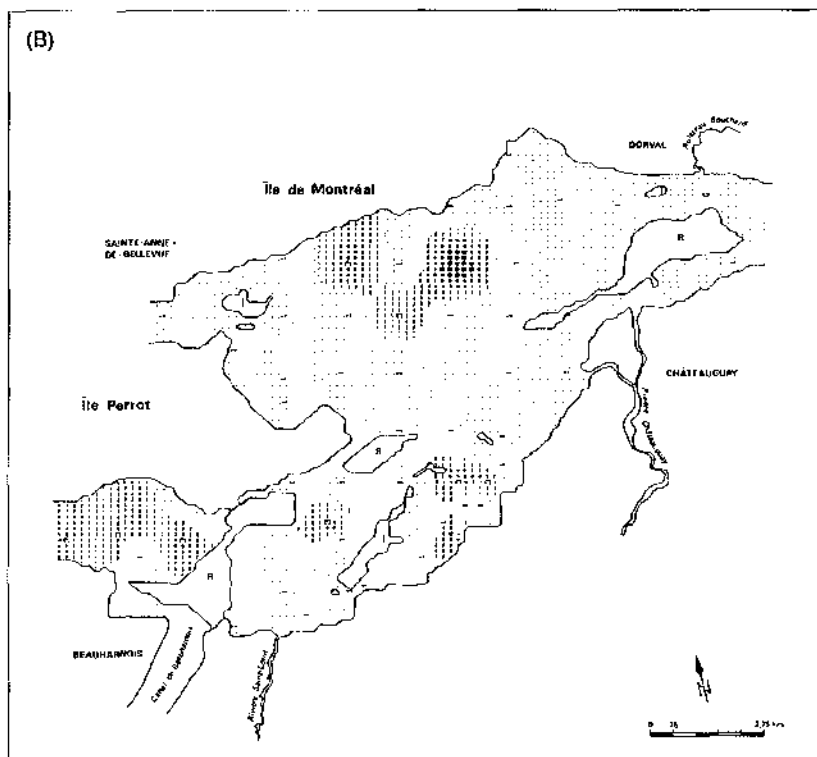
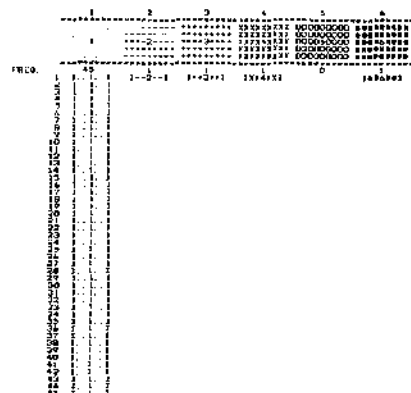
MINIMUM	19.00	130.17	241.33	352.50	463.67	574.83
MAXIMUM	130.17	241.33	352.50	463.67	574.83	686.00



Figure 15. Teneurs ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) en Pb (A) et en Zn (B) des sédiments de surface prélevés à 58 et à 59 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min→max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).



MINIMUM	.0000	.0025	.0050	.0075	.0100	.0125
MAXIMUM	.0025	.0050	.0075	.0100	.0125	.0150



MINIMUM	0.000	.002	.004	.006
MAXIMUM	.002	.004	.006	.008

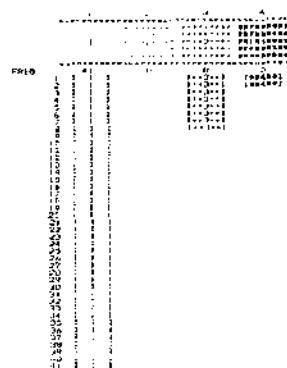
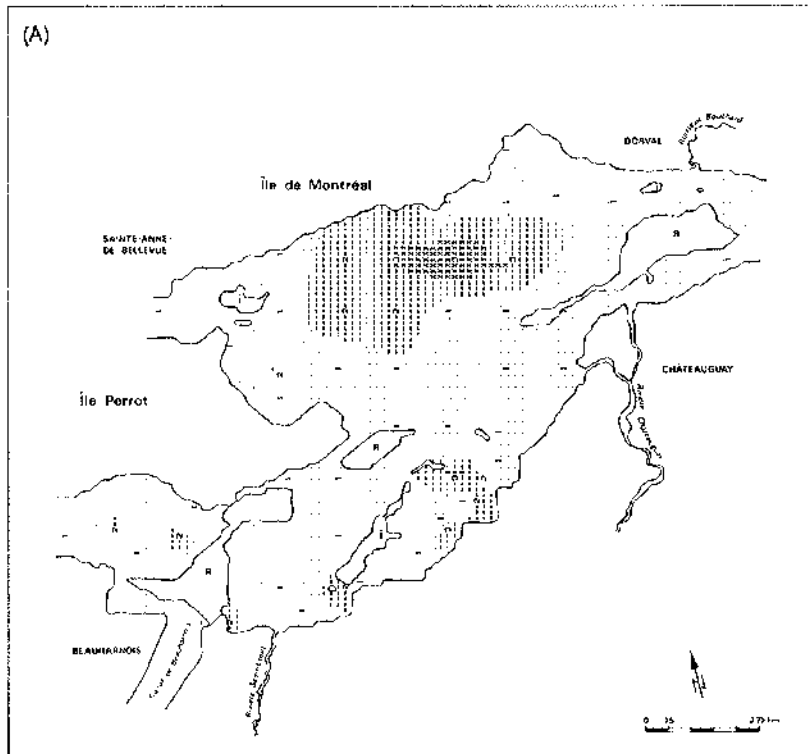
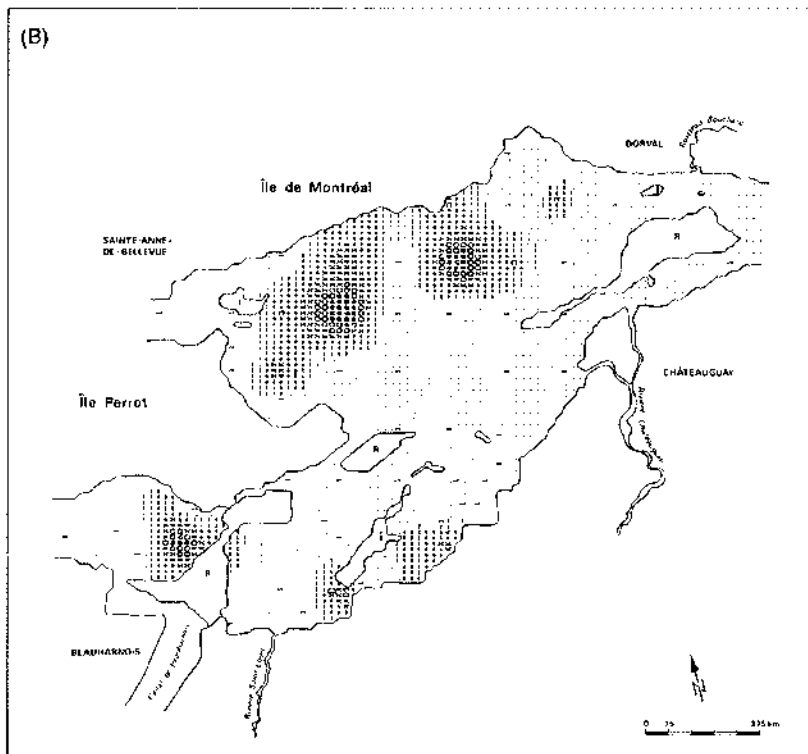


Figure 16. Teneurs ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) en HCB (A) et en pp'DDE (B) des sédiments de surface prélevés à 49 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min-->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).

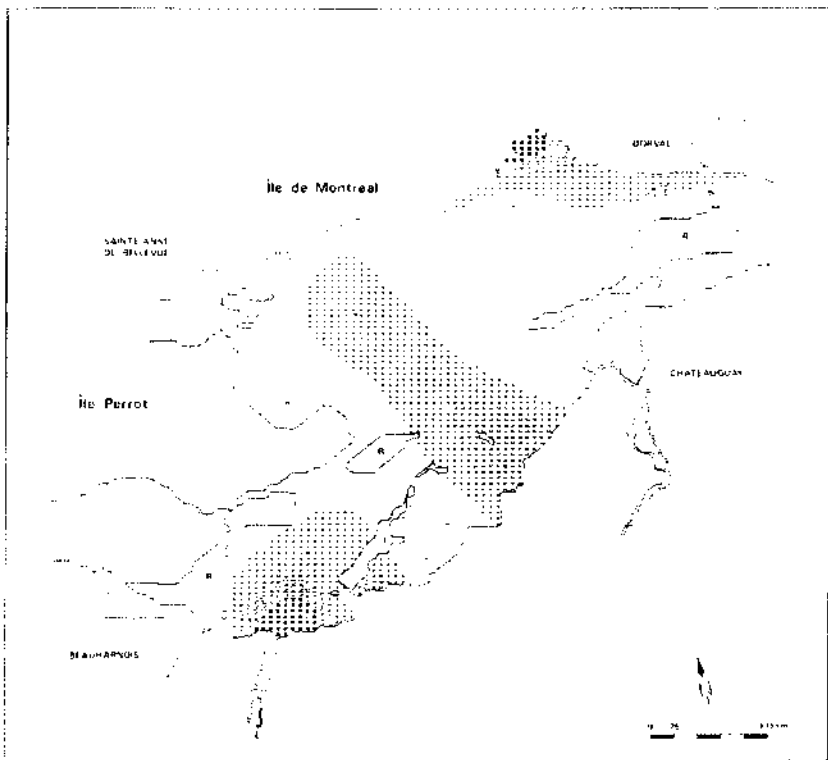


MINIMUM	0.00	.10	.19
MAXIMUM	.10	.19	.29
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			



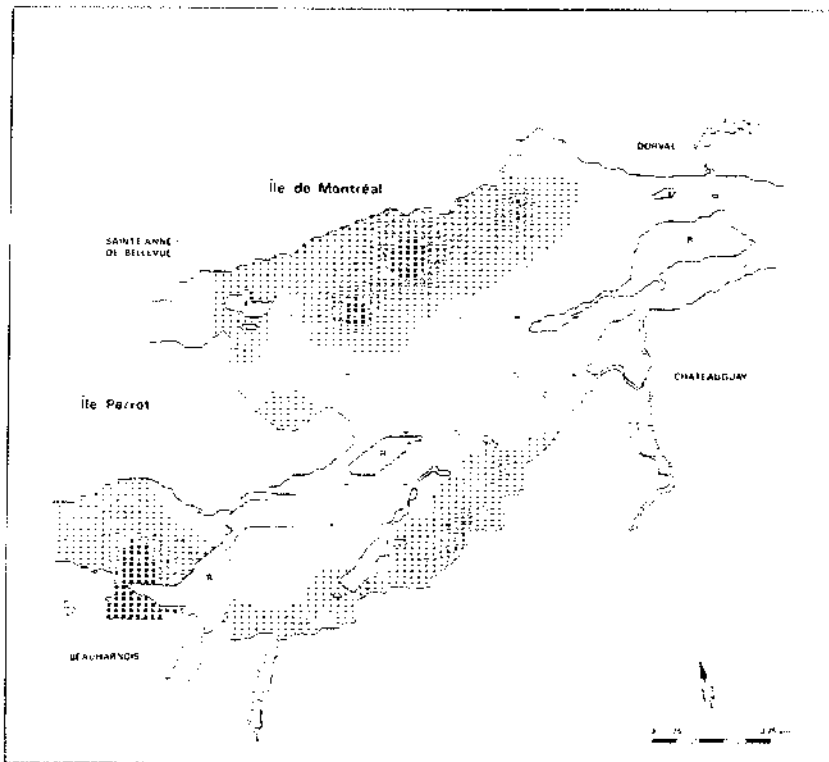
MINIMUM	0.0000	.0002	.0005	.0007	.0008	.0011
MAXIMUM	.0002	.0005	.0007	.0008	.0011	.0014
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						

Figure 17. Teneurs (mg.kg<sup>-1</sup>) en BPC (A) et en Mirex (B) des sédiments de surface prélevés à 49 et à 53 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).



	1	2	3	4	5	6
MINIMUM	0.03	0.65	1.26	1.88	2.49	3.11
MAXIMUM	0.65	1.26	1.88	2.49	3.11	3.72
FREQ	1	1	1	1	1	1

Figure 18. Teneurs (mg.kg<sup>-1</sup>) en hydrocarbures polycycliques totaux (HPA) des sédiments de surface prélevés à 16 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).



	1	2	3	4	5	6
MINIMUM	0.39	0.93	1.48	2.02	2.56	3.11
MAXIMUM	0.93	1.48	2.02	2.56	3.11	3.65
FREQ	1	1	1	1	1	1

Figure 19. Indices de contamination des sédiments de surface prélevés à 58 stations du lac Saint-Louis en 1984 et 1985 (Symap®). Les stations sont réparties en six classes qui divisent la gamme (min->max) des valeurs. A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque classe, de même que les limites de celle-ci. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que sa classe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).

Le mercure (Figure 14a) a un comportement différent des autres métaux, montrant des teneurs très élevées dans la zone au sud des îles de la Paix. Cette zone constitue une importante aire de sédimentation, à cause des faibles courants et de l'apport en sédiments en suspension de la rivière Saint-Louis. Cette dernière est connue depuis plusieurs années (Sérodes, 1978) pour son rôle dans la contamination du sud du lac Saint-Louis, à cause des rejets en provenance de la zone industrielle de Beauharnois, principalement de l'usine de chlore-alcali, qui utilise encore des électrodes mercurielles. Cependant, le reste du lac n'est pas exempt de contamination, puisque les limites de la classe 1 englobent la normale géochimique ( $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), le critère de qualité du MEO ( $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) et même la moyenne des valeurs ( $0,59 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Cette assertion a été vérifiée en cartographiant les logarithmes des valeurs de Hg pour minimiser les valeurs extrêmes: on a obtenu un patron similaire à ceux des autres métaux, soit une accumulation préférentielle dans les zones de dépôt de sédiments fins. Cette carte n'est cependant pas présentée ici. La valeur maximale de Hg au lac des Deux Montagnes dépasse le critère du MEO, mais pas au canal de Beauharnois (Tableau 10).

Le HCB (Figure 16a) montre un maximum à la station L21 et une accumulation à quelques stations des îles de la Paix. Il n'a pas été détecté au canal de Beauharnois ni au lac des Deux Montagnes. Il semble provenir du lac Saint-François et surtout de la rivière Saint-Louis, où on en a retrouvé  $1,9 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Tableau 10). Il est d'ailleurs surprenant de ne pas en retrouver davantage dans les îles de la Paix, compte tenu du niveau mesuré dans cette rivière. L'usine de chlore-alcali de Beauharnois constitue une source de HCB.

Le pp'DDE (Figure 16b) montre des maxima aux stations I-2 (rive nord) et A-4 (îles de la Paix). Les valeurs ont été distribuées en 4 classes seulement, pour atténuer l'effet des limites de détection différentes en 1984 ( $0,001 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) et en 1985 ( $0,004 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Toutes les valeurs inférieures à  $0,004 \text{ mg.kg}^{-1}$  ont été remplacées par zéro et forment la classe 1. Le DDE n'a pas été décelé au lac des Deux Montagnes ni au canal de Beauharnois, mais était présent dans la rivière Saint-Louis (Tableau 10), laquelle est responsable de l'accumulation observée au sud-est des îles de la Paix. Il est difficile de déterminer si l'accumulation dans la zone de sédimentation de la rive nord est due à un apport

du fleuve Saint-Laurent ou à une source locale. L'apparente différence entre le nord et le sud de l'île Perrot s'explique probablement par l'insertion des eaux plus denses du fleuve Saint-Laurent sous celles de la rivière des Outaouais au sud de l'île Perrot à certaines périodes de l'année. Cette hypothèse s'appuie sur les données de conductivité fournies en annexe, où l'on peut voir que les eaux profondes présentent des conductivités supérieures à celles de surface dans cette région.

La zone de sédimentation du nord du lac est la plus contaminée en BPC (Figure 17a), mais on en retrouve également au sud des îles de la Paix et de l'île Perrot. On n'a utilisé que trois classes pour séparer les valeurs de BPC, parce que la différence dans les limites de détection des deux années d'échantillonnage ( $0,005 \text{ mg.kg}^{-1}$  en 1984 et  $0,09 \text{ mg.kg}^{-1}$  en 1985) provoquait une représentation faussée de la contamination. Toutes les stations des classes 2 et 3 présentent des teneurs en BPC supérieures au critère du MEO ( $0,05 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Cette répartition illustre bien le fait que les BPC, qui sont entièrement d'origine synthétique, sont surtout amenés au lac soit par le fleuve Saint-Laurent ou les égouts de la rive nord et par la rivière Saint-Louis. La contribution de la rivière des Outaouais est moins importante, les BPC n'ayant pas été détectés au lac des Deux Montagnes (Tableau 10). Selon Guay et Dandurand (1986), la contamination des ménés par les BPC augmente entre Sainte-Anne-de-Bellevue et Lachine et serait due à une source située à Lachine. Les poissons récoltés à Sainte-Anne-de-Bellevue présentent une contamination parmi les plus faibles de leur étude.

La contribution du fleuve Saint-Laurent peut être éclaircie en comparant la répartition des BPC à celle du mirex. Les stations montrant les plus fortes teneurs en BPC sont aussi celles ayant les plus fortes teneurs en mirex (Figure 17b), bien que la distribution de ce dernier soit moins étendue. On en conclut qu'ils proviennent des mêmes sources et ont le même mode de transport et de sédimentation. Le lac Ontario constitue la seule source connue de mirex dans l'est du Canada (Sloterdijk, 1985). Ce dernier avait trouvé du mirex au lac Saint-François et l'avait identifié comme un excellent indicateur du transport à longue distance des contaminants dans le milieu aquatique. Le fait qu'on en retrouve également dans le lac Saint-Louis vient appuyer cette thèse et permet de tracer l'influence des contaminants en

provenance des Grands Lacs sur les différentes zones de sédimentation du lac Saint-Louis. Le mirex s'est surtout déposé au nord du lac, mais également à une station au sud de l'île Perrot et à deux stations au sud des îles de la Paix. On peut donc, à la lumière de cette répartition, conclure que les contaminants montrant des accumulations dans ces zones proviennent, au moins en partie, des Grands Lacs et du tronçon international du fleuve Saint-Laurent.

La répartition des teneurs en HPA totaux (Figure 18) ressemble peu à celles des autres contaminants organiques, à cause de l'interpolation produite par le logiciel à partir du petit nombre de stations et de leur provenance différente. Les HPA ont aussi été retrouvés au canal de Beauharnois et au lac des Deux Montagnes (Tableau 10). Le fait qu'ils soient produits principalement par les combustions de toutes sortes explique qu'on en retrouve près des zones industrielles, comme au sud des îles de la Paix, ainsi qu'en provenance des égouts municipaux, comme c'est probablement le cas dans la baie de Valois.

La répartition de l'indice de contamination (Figure 19) reflète la contamination globale des sédiments du lac, en pointant les zones les plus contaminées en métaux lourds et en composés organiques. On a exclu la station L21, située en face de Beauharnois, de cette cartographie car sa valeur extrême masquait toute la variation sur le reste de l'étendue du lac. La valeur de 1 est dépassée à partir de la classe 3. Après la station L21, les régions les plus contaminées sont les zones de sédimentation identifiées précédemment, les stations F2-L20, H3-L17, G1-L18, L-12 et la zone au sud des îles de la Paix montrant les plus forts indices.

### 3.3.3 Groupement hiérarchique

La Figure 20 illustre les groupes formés par leur ressemblance dans leur contamination en métaux lourds et en composés organiques des sédiments. Le tableau des corrélations entre ces contaminants et les coordonnées des trois (3) premiers axes des coordonnées principales (Tableau 12) indique les variables expliquant la position des groupes. Ces trois axes expliquent seulement 16,9 % de la variance observée. La position des groupes sur l'axe 1 est reliée négativement à la majorité des contaminants, mais principalement au Ni,



au Pb, au Zn et au Cu. Ces quatre métaux montraient un patron similaire à la section précédente. Les groupes situés vers le haut sur l'ordination en espace réduit ont donc des teneurs plus faibles de ces contaminants que ceux situés vers le bas. Les contaminants organiques sont les principaux responsables de la position sur l'axe 2, tandis que le Se montre la plus grande influence sur la position sur l'axe 3. Cependant, la contribution de ce dernier axe est de peu d'importance.

Tableau 12. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis et les coordonnées des trois premiers axes des coordonnées principales (n=63; 0,40 p<0,05; 0,69 p<0,001).

Variables % de variance	Axe 1 (8,38)	Axe 2 (5,32)	Axe 3 (3,81)
Ni	-0,79	-0,02	0,08
Cd	-0,69	<u>0,40</u>	<u>0,40</u>
Cb	-0,60	-0,13	-0,33
Cr	-0,03	0,44	-0,43
V	-0,61	-0,05	-0,12
Pb	-0,74	-0,04	0,09
Zn	-0,75	0,00	0,06
As	-0,36	0,13	<u>0,18</u>
Se	-0,55	0,07	0,56
Hg	-0,48	-0,27	0,35
Cu	-0,71	-0,03	<u>0,26</u>
A1242	-0,47	-0,49	-0,07
A1254	-0,59	-0,55	-0,14
A1260	-0,65	-0,51	-0,03
BPC total	<u>-0,25</u>	-0,41	-0,38
HCB	-0,36	-0,43	-0,13
DDE	<u>-0,28</u>	-0,46	-0,48
Mirex	<u>-0,21</u>	<u>-0,30</u>	<u>-0,33</u>

La Figure 21 permet de situer sur le lac la position des groupes de la figure précédente. Le groupe #1 serait formé des stations les moins contaminées en métaux lourds, tandis que les groupes #2, #4 et #5 auraient des valeurs intermédiaires et les groupes #3 et #6, les teneurs les plus élevées. Comme on pouvait s'y attendre, les stations les moins contaminées (#1) sont situées dans l'axe de la diagonale du centre du lac. Les stations présentant un niveau de contamination intermédiaire (#2) se répartissent dans les zones de sédimentation du nord du lac et des îles de la Paix. La station L21 (#6) ressort du reste du groupe comme étant la plus contaminée en métaux lourds. Les stations I-2 et A-4 (#5) sont les plus contaminées en composés organiques. Les stations du groupe 3, principalement sous l'influence de la rivière des Outaouais, sont également assez contaminées. Les stations du groupe 4, I-1 et F2-L20, apparaissent comme moyennement contaminées, alors que les résultats précédents ont montré qu'elles étaient très contaminées. Ce classement s'explique par les fortes teneurs en Cr de ces deux stations, lorsqu'on constate la contribution de cette variable aux axes 1 et 2 du groupement. D'après ce groupement, la région des îles de la Paix apparaît moins contaminée que les autres zones de sédimentation. Elle est surtout contaminée par le Hg, qui n'est pas parmi les variables les plus explicatives de ce groupement.

### 3.3.4 Relations entre les contaminants

On observe les relations les plus élevées entre le Ni et le Cu ainsi qu'entre les BPC totaux et les aroclors 1242 et 1254 et le pp'DDE (Tableau 13). Les relations entre les différents composés organiques sont en général assez fortes ( $>0,57$ ), mises à part celles avec le mirex, et sont dues à leurs propriétés semblables. Ensuite, les relations les plus importantes se trouvent entre Ni, Co, Cd, V, Pb, Zn et Cu. Ces relations, aussi observées par Sly (1983, 1984), s'expliquent principalement par un mode identique de transport vers les sédiments (Håkanson et Jansson, 1983) et par des sources diffuses communes. Cette explication est renforcée par l'absence de relation forte entre les métaux et les contaminants organiques.

Le Cr, l'As, le Se et le Hg se comportent vraisemblablement de façon différente

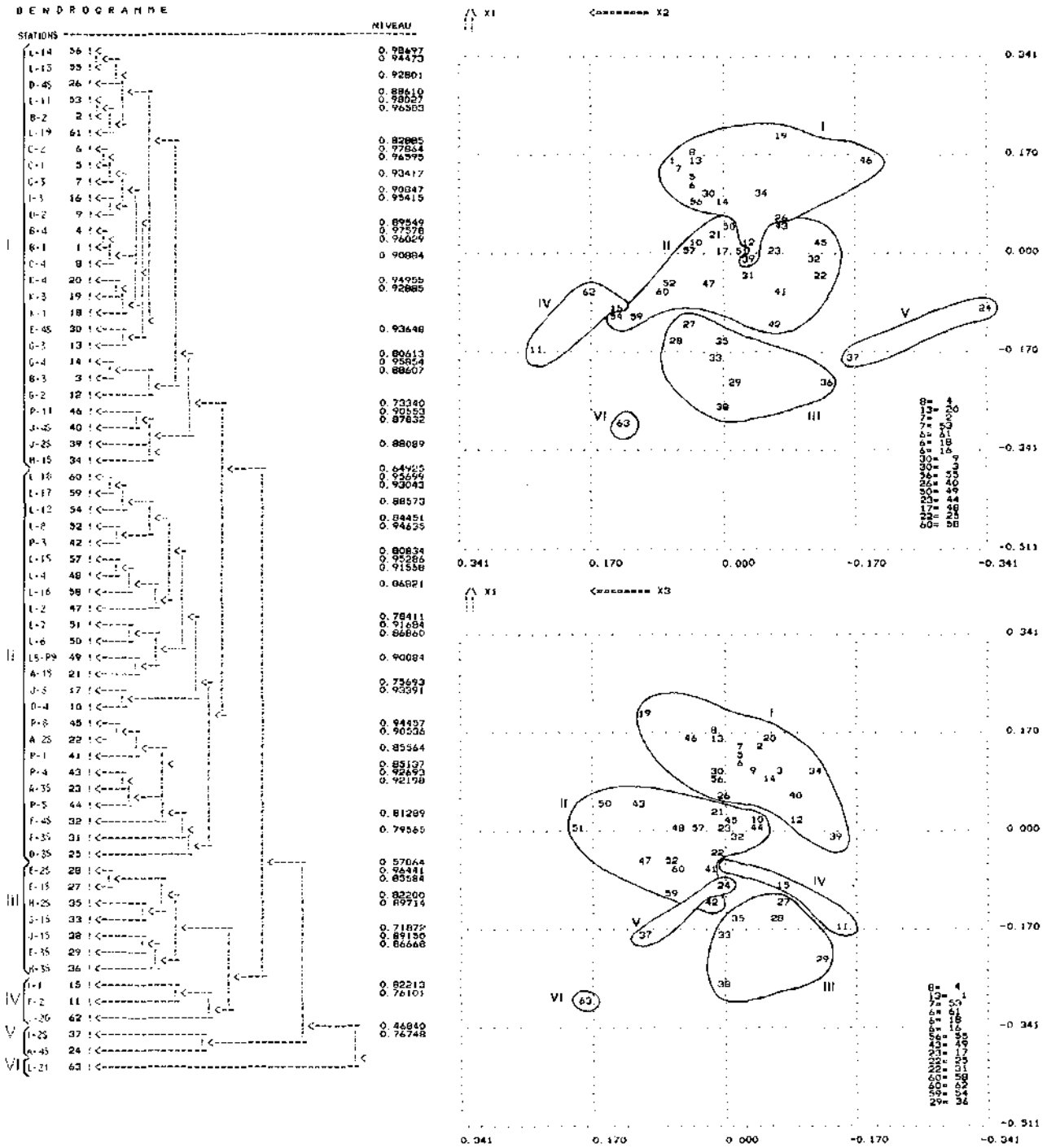
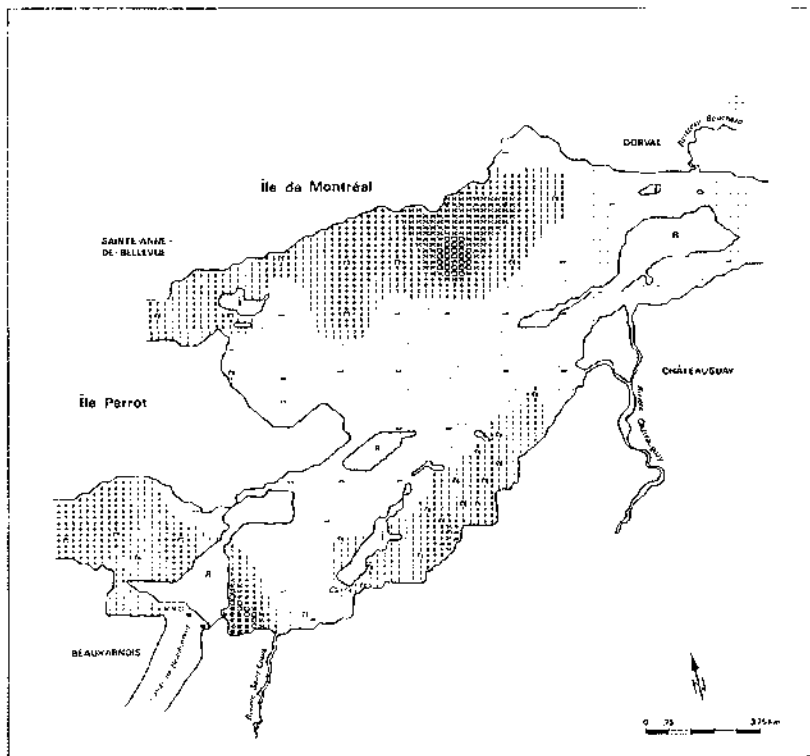


Figure 20. Dendrogramme et représentation en espace réduit (coordonnées principales) des groupes formés par la ressemblance dans la composition en contaminants (Ni, Cd, Co, Cr, V, Pb, Zn, As, Se, Hg, Cu, Aroclors 1242, 1254 et 1260, BPC total, HCB, pp'DDE, mirex) des sédiments de surface des stations du lac Saint-Louis. (Axes 1,2,3: trois premiers axes des coordonnées principales).



P.A.E.O.	1		2		3		4		5		6	
	1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
59	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figure 21. Regroupement des 59 stations du lac Saint-Louis en fonction des contaminants (Ni, Cd, Co, Cr, V, Pb, Zn, As, Se, Hg, Cu, Aroclors 1242, 1254 et 1260, BPC total, HCB, pp'DDE, mirex) des sédiments de surface prélevés en 1984 et 1985 (Symap®). A droite, un histogramme donne le nombre de stations dans chaque groupe. Sur la carte, les chiffres indiquent la position d'une station ainsi que son groupe. Les zones blanches désignent les îles (I) et les régions de roc et de gravier (R).

dans le milieu, ou proviennent de sources différentes, puisqu'ils montrent des relations moins fortes avec les autres contaminants. Sly (1984) a trouvé une relation entre le Hg et les autres métaux lourds. L'absence de cette relation dans notre cas s'explique par le fait que le Hg provient principalement d'une source ponctuelle, alors que les autres contaminants proviennent davantage de sources diffuses. Dans les prochaines sections, nous examinerons les relations entre les contaminants et les facteurs minéralogiques.

### 3.4 Analyses biologiques

Etant donné que les résultats des analyses bactériologiques ont déjà été présentées par Rao et Mudroch (1986), nous nous contenterons ici de les résumer. Rao et Mudroch (1986) ont évalué la disponibilité des contaminants par la détermination des différentes espèces chimiques présentes. De façon générale, ils ont observé que les faibles densités bactériennes sont associées aux zones à fortes teneurs en contaminants. Les répartitions sont cependant très hétérogènes et l'étude des relations avec les autres variables, présentées à la section suivante, permettra d'approfondir davantage ces résultats. Les données brutes sont présentées en annexe.

Les résultats des mesures de biomasse totale ont été présentés par Kwan et Dutka (1985a, 1985b). Les valeurs d'ATP mesurées n'ont pas montré de patron précis de distribution dans les sédiments du lac Saint-Louis et ne semblent pas reliées aux teneurs en contaminants des sédiments. Ces résultats suggèrent que la microfaune des sédiments possède un grand pouvoir de récupération et s'adapte rapidement au stress causé par la présence des contaminants (Kwan et Dutka, 1985a, 1985b). Les données brutes sont présentées en annexe.





### 3.5 Relations entre l'ensemble des variables

Les tableaux 14, 15 et 16 couvrent les relations entre l'ensemble des variables mesurées dans les sédiments du lac Saint-Louis. La plus forte relation se situe entre le Mn et les HPA (Tableau 14, 0,91); cependant, cette relation n'est basée que sur 8 stations. Elle est suivie par une relation entre le Ni et le Fe (Tableau 14, 0,82), puis par les relations entre V et Fe, V et Mn et Ni et Mn. Le Ni et le V semblent donc fortement liés aux hydroxides de fer et de manganèse. Le Co, le Pb, le Zn et le Cu montrent aussi de bonnes relations avec Fe et Mn. Les relations observées entre ces métaux et Al, Mg, K et Ti supportent l'hypothèse que les métaux et les complexes d'hydroxides sont liés aux argiles de type illite et chlorite (Sly, 1983, 1984; Jarry *et al*, 1985). On observe également que tous les contaminants, à l'exception du Cr, du mirex et des HPA, montrent une relation négative significative avec le Si, reflétant leur association avec les particules de taille inférieure à 63  $\mu\text{m}$ . Cette association est également démontrée par la relation que montrent ces métaux avec le pourcentage d'argile+limon (Tableau 15). On remarque que les relations avec l'argile seule sont en général moins fortes que celles avec l'argile+limon.

Le Cd, le Cr, l'As, le Se, le Hg, de même que les contaminants organiques, ont un comportement différent des autres contaminants, montrant peu de relation avec les autres variables. Dans le cas de Cd et de Se, cela s'explique en partie par le faible nombre de stations (18) où ils ont été analysés. L'arsenic est un métalloïde, ce qui explique son comportement différent. Contrairement à la suggestion faite par Persaud et Lomas (1987), il ne semble pas que l'As ni le Cr au lac Saint-Louis soient amenés aux sédiments par coprécipitation avec les hydroxides de Fe et de Mn. Le Se montre néanmoins de bonnes relations négatives avec Si, Al et Ca, et positives avec la matière organique (pourcentages de C et de N).

Le mercure est également relié au pourcentage de C organique. Sly (1984) a aussi trouvé une relation entre le mercure et le C organique. Thomas et Jacquet (1976) ont trouvé une telle relation au lac Erié, mais seulement pour les valeurs de mercure inférieures à 0,9  $\text{mg.kg}^{-1}$ . Ils expliquent ce phénomène par le fait que les concentrations supérieures



reflètent un apport industriel plutôt qu'un phénomène naturel. Au lac Saint-Louis, la situation semble différente: les valeurs élevées de Hg sont concentrées dans une région du lac où le pourcentage de C organique est également élevé, à cause, sans doute, de l'apport en matière en suspension de la rivière Saint-Louis.

Les propriétés physiques et chimiques des BPC dépendent du nombre d'atomes de chlore, ceux ayant cinq atomes ou plus de chlore étant les plus résistants à la dégradation (Persaud et Lomas, 1987). C'est ce qui explique les relations variables des différents Aroclors et des BPC totaux avec les autres variables. Ils ont en général une grande affinité pour les sédiments riches en matière organique, comme on peut le constater entre l'Aroclor 1242 et le pourcentage de C organique, ainsi qu'entre les BPC totaux et l'Aroclor 1260 et la perte par ignition.

La perte par ignition, qui représente le contenu en matière organique des sédiments, est également reliée au Ni, au Zn, au DDE, au pourcentage d'argile+limon et au pourcentage de C organique. Ces relations reflètent les liens existant entre les métaux lourds, les particules fines et la matière organique déjà noté par plusieurs auteurs (Thomas *et al*, 1972; Mudroch, 1984; Sly, 1983 et 1984). D'après Förstner et Wittmann (1981), les corrélations entre le Fe, le Ni, le Co, le Cr et le Mn reflètent l'influence de la lithologie du bassin de drainage, tandis que les corrélations entre le Zn, le Pb, le Cd, le Hg, le Cu et le pourcentage de C organique sont un indice de pollution.

Les relations entre les populations bactériennes des sédiments et les autres variables sont peu de intéressantes (Tableau 16). La relation la plus forte (0,49) est observée entre le Hg et les bactéries dénitrifiantes. On remarque que la majorité des relations significatives entre les populations bactériennes et les contaminants des sédiments sont positives, suggérant un effet bénéfique des éléments trace sur les bactéries. Ces relations peuvent s'expliquer par l'association des contaminants avec la matière organique et les particules fines des sédiments, qui favorisent la croissance des populations bactériennes (Rao et Mudroch, 1986). Par contre, les relations entre l'ATP et les contaminants sont négatives.

Tableau 14. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les éléments majeurs et les contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis (n=56; 0,23 p<0,05; 0,57 p<0,001).

	Si	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	Ti	Mn	P
Ni	-0,71	0,54	0,82	0,57	0,05	-0,21	0,54	0,62	0,76	0,38
Cd	<u>-0,57</u>	-0,26	0,49	0,42	0,11	-0,42	0,26	0,04	0,46	0,08
Cb	-0,52	0,61	0,59	0,53	-0,05	0,02	0,48	0,53	0,61	0,33
Cr	-0,01	0,12	0,16	0,11	<u>-0,26</u>	0,32	<u>0,17</u>	<u>0,23</u>	0,14	<u>0,19</u>
V	-0,60	0,59	0,79	0,56	0,00	-0,14	0,68	0,73	0,78	0,42
Pb	-0,51	0,48	<u>0,57</u>	0,47	0,01	-0,10	0,42	0,50	0,57	0,35
Zn	-0,61	0,44	0,65	0,52	<u>0,17</u>	<u>-0,17</u>	0,44	0,48	0,61	0,40
As	-0,31	0,00	<u>0,29</u>	0,09	<u>0,18</u>	<u>-0,22</u>	0,05	0,11	<u>0,24</u>	0,11
Se	<u>-0,76</u>	<u>-0,69</u>	0,11	0,04	0,47	<u>-0,69</u>	-0,25	-0,25	0,00	0,22
Hg	-0,38	<u>0,17</u>	<u>0,29</u>	<u>0,26</u>	0,28	-0,35	<u>0,24</u>	<u>0,21</u>	0,31	0,14
Cu	-0,64	0,42	0,68	0,51	<u>0,17</u>	-0,31	0,49	0,53	0,63	<u>0,29</u>
A1242	<u>-0,34</u>	<u>0,24</u>	0,19	<u>0,36</u>	0,40	<u>-0,20</u>	<u>0,25</u>	0,14	<u>0,27</u>	0,07
A1254	-0,41	<u>0,30</u>	<u>0,36</u>	<u>0,36</u>	<u>0,32</u>	-0,19	<u>0,32</u>	<u>0,25</u>	0,41	<u>0,26</u>
A1260	-0,48	0,40	0,38	0,44	0,14	-0,16	0,42	0,38	0,42	<u>0,20</u>
BPC	<u>-0,19</u>	<u>0,31</u>	0,14	<u>0,27</u>	0,04	0,07	<u>0,21</u>	0,16	0,20	0,06
HCB	<u>-0,28</u>	<u>0,22</u>	<u>0,23</u>	<u>0,27</u>	0,20	-0,19	<u>0,21</u>	0,17	<u>0,28</u>	-0,01
DDE	<u>-0,28</u>	0,45	<u>0,28</u>	0,34	0,00	0,08	<u>0,31</u>	<u>0,28</u>	<u>0,35</u>	<u>0,25</u>
Mlrex	-0,09	<u>0,23</u>	<u>0,25</u>	0,08	-0,03	-0,08	0,19	0,15	<u>0,27</u>	0,14
HPA	-0,21	0,14	<u>0,79</u>	<u>0,71</u>	-0,36	0,00	<u>0,71</u>	0,29	0,91	0,11

Tableau 15. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre la granulométrie et le contenu en matière organique et les éléments majeurs et les contaminants des sédiments de surface du lac Saint-Louis (n=63; 0,24: p<0,05; 0,30: p<0,001).

	Argile	Argile+limon	%C	%N	PPI <sup>a</sup>	Indice de contamination
Si	-0,47	-0,59	-0,48	-0,39	-0,55	-0,57
Al	0,56	0,55	0,13	0,10	0,46	<u>0,27</u>
Fe	0,51	0,57	<u>0,28</u>	<u>0,26</u>	0,52	0,53
Mg	0,60	0,64	0,30	<u>0,24</u>	0,52	0,39
Ca	0,09	<u>0,19</u>	0,52	0,42	0,19	<u>0,26</u>
Na	-0,08	-0,15	-0,54	-0,50	<u>-0,23</u>	-0,33
K	0,59	0,56	<u>0,22</u>	<u>0,22</u>	0,47	0,37
Ti	0,49	0,54	<u>0,16</u>	<u>0,21</u>	0,41	0,39
Mn	0,49	0,53	<u>0,28</u>	<u>0,22</u>	0,58	0,55
P	<u>0,22</u>	<u>0,21</u>	0,06	-0,04	<u>0,33</u>	0,32
Ni	0,51	0,63	0,40	0,34	0,60	0,57
Cd	0,18	<u>0,30</u>	<u>0,33</u>	<u>0,29</u>	---	0,79
Cb	0,40	0,50	<u>0,21</u>	0,07	0,50	0,37
Cr	-0,04	-0,09	-0,32	<u>-0,28</u>	-0,19	-0,04
V	0,48	0,47	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	0,44	0,51
Pb	0,35	0,53	0,39	<u>0,28</u>	0,56	0,61
Zn	0,40	0,56	0,41	0,32	0,61	0,61
As	<u>0,16</u>	<u>0,23</u>	0,29	0,32	<u>0,34</u>	0,40
Se	0,10	<u>0,42</u>	0,68	0,58	---	0,68
Hg	<u>0,20</u>	0,40	0,57	0,49	0,51	0,57
Cu	0,47	0,64	0,50	0,48	0,56	0,64
BPC	0,06	<u>0,16</u>	0,16	-0,02	0,60	0,07
A1242	<u>0,29</u>	0,46	0,61	0,44	0,51	0,52
A1254	<u>0,33</u>	0,53	0,58	0,43	0,52	0,59
A1260	0,43	0,58	0,55	0,49	0,61	0,59
HCB	<u>0,23</u>	<u>0,32</u>	0,36	<u>0,21</u>	0,44	<u>0,26</u>
DDE	0,08	<u>0,18</u>	0,11	-0,09	0,62	0,06
Mirex	0,06	0,06	0,10	-0,04	<u>0,26</u>	0,03
HPA	0,03	0,19	0,10	0,10	---	0,09
Argile	1,00	0,63	<u>0,26</u>	0,30	0,52	0,28
A+L		1,0	0,51	0,44	0,76	0,43
%C			1,0	0,69	0,66	0,52
%N				1,0	0,47	0,46
PPI <sup>a</sup>					1,0	0,58
Indice de contamination						1,0

a: PPI= perte par ignition; n=36.

Tableau 16. Corrélations de Kendall ( $\tau$ ) entre les variables des sédiments de surface du lac Saint-Louis et les populations bactériennes (n=36; 0,22: p<0,05; 0,39: p<0,001).

Variable	Hétérot.	S org.	Desulf.	Thiob.	Ammon.	Nitros.	Dénitr.	ATP
Si	-0,13	-0,16	0,06	-0,02	-0,16	<u>-0,25</u>	<u>-0,29</u>	<u>0,26</u>
Al	0,15	<u>0,24</u>	-0,08	-0,10	0,14	<u>0,32</u>	<u>0,31</u>	<u>-0,25</u>
Fe	0,12	<u>0,20</u>	-0,06	0,03	0,10	<u>0,32</u>	<u>0,22</u>	<u>-0,29</u>
Mg	0,05	0,18	-0,02	-0,05	0,07	<u>0,21</u>	<u>0,25</u>	-0,16
Ca	0,01	-0,10	0,01	<u>0,22</u>	0,05	-0,15	0,13	-0,07
Na	-0,02	0,14	0,06	<u>-0,22</u>	-0,02	0,09	-0,06	0,10
K	0,08	<u>0,26</u>	-0,06	-0,11	0,06	<u>0,24</u>	<u>0,25</u>	-0,17
Ti	0,12	<u>0,21</u>	-0,05	-0,11	0,11	<u>0,22</u>	<u>0,21</u>	-0,15
Mn	0,14	<u>0,27</u>	-0,03	0,04	0,13	<u>0,39</u>	<u>0,24</u>	<u>-0,28</u>
P	0,18	<u>0,30</u>	0,13	0,08	0,13	<u>0,39</u>	0,18	-0,13
Ni	0,17	<u>0,21</u>	-0,11	0,01	<u>0,21</u>	<u>0,33</u>	<u>0,33</u>	<u>-0,27</u>
Co	<u>0,27</u>	<u>0,33</u>	-0,07	-0,03	<u>0,21</u>	<u>0,36</u>	<u>0,40</u>	<u>-0,28</u>
Cr	-0,15	0,10	-0,04	-0,16	<u>-0,28</u>	0,07	<u>-0,26</u>	-0,01
V	0,12	<u>0,24</u>	-0,04	0,03	0,11	<u>0,25</u>	<u>0,22</u>	-0,21
Pb	0,13	<u>0,26</u>	0,03	0,07	0,19	<u>0,43</u>	<u>0,44</u>	<u>-0,19</u>
Zn	0,17	<u>0,23</u>	0,03	0,10	0,16	<u>0,47</u>	<u>0,39</u>	<u>-0,21</u>
As	0,07	-0,05	0,11	<u>0,28</u>	0,12	-0,01	0,14	<u>-0,19</u>
Hg	0,16	0,16	-0,00	0,08	<u>0,40</u>	<u>0,32</u>	<u>0,49</u>	<u>-0,16</u>
Cu	0,12	0,15	-0,08	0,01	0,13	<u>0,32</u>	<u>0,26</u>	<u>-0,28</u>
BPC	0,16	0,19	0,09	0,11	<u>0,22</u>	<u>0,22</u>	<u>0,44</u>	-0,15
A1242	0,13	0,10	0,05	0,06	0,12	<u>0,21</u>	<u>0,34</u>	---
A1254	0,13	0,13	0,04	0,14	0,19	<u>0,28</u>	<u>0,40</u>	---
A1260	0,17	0,19	0,01	0,07	<u>0,34</u>	<u>0,26</u>	<u>0,47</u>	---
HCB	0,10	0,20	-0,03	0,09	<u>0,23</u>	0,18	<u>0,42</u>	---
DDE	0,15	0,21	0,02	0,07	<u>0,28</u>	<u>0,34</u>	<u>0,43</u>	---
Mirex	<u>0,27</u>	0,13	-0,11	0,05	0,15	<u>0,35</u>	0,18	---
Argile	0,11	<u>0,22</u>	-0,01	-0,02	0,05	<u>0,30</u>	0,16	-0,03
Arg+lim	0,10	0,18	-0,05	0,00	<u>0,23</u>	<u>0,26</u>	<u>0,39</u>	<u>-0,22</u>
%C	0,12	0,04	-0,03	0,15	<u>0,23</u>	<u>0,20</u>	<u>0,37</u>	<u>-0,14</u>
%N	0,06	-0,11	-0,08	0,02	0,17	-0,01	0,21	-0,11
PPIa	<u>0,20</u>	0,15	0,11	0,09	<u>0,22</u>	<u>0,26</u>	<u>0,37</u>	-0,08
Indice de cont.	0,14	<u>0,24</u>	-0,00	0,07	<u>0,22</u>	<u>0,36</u>	<u>0,40</u>	<u>-0,32</u>
Hétérotrophes	1,0	<u>0,39</u>	0,15	-0,08	<u>0,24</u>	<u>0,24</u>	<u>0,27</u>	---
S organique		1,0	0,06	-0,10	0,13	<u>0,35</u>	<u>0,39</u>	---
Desulfovibrio			1,0	0,20	<u>-0,23</u>	0,13	-0,00	---
Thiobacillus				1,0	0,00	0,04	0,03	---
Ammonifiantes					1,0	0,03	<u>0,52</u>	---
Nitrosomonas						1,0	0,20	---
Dénitrifiantes							1,0	---

a: PPI= perte par ignition.

### 3.6 Discussion générale

Au point de vue granulométrique, le lac Saint-Louis présente des conditions fluvio-lacustres et peut être considéré comme un élargissement du fleuve, où l'écoulement se fait principalement le long d'un axe central. On observe une vaste zone d'érosion au centre, là où la vitesse de courant est grande, et des aires de sédimentation dans les zones littorales, tant du côté nord que du côté sud du lac. La nature hydrodynamique du lac, ainsi que sa faible profondeur, sont responsables de la nature provisoire de ces aires de dépôt (Allan, 1986). Le brassage du fond effectue un tri des particules, entraînant les plus fines vers l'aval. Les couches de sédiments récents sont donc minces et recouvrent souvent des argiles glacio-lacustres (Rukavina, comm. personnelle).

Au point de vue minéralogique, le lac offre aussi une nature complexe, à cause de l'interaction entre le fleuve Saint-Laurent et la rivière des Outaouais. On observe une prédominance des silicates sur toute l'étendue du lac. Le groupement effectué avec les variables minéralogiques illustre la distinction entre les stations recevant principalement les sédiments de la rivière des Outaouais et celles plutôt influencées par le fleuve Saint-Laurent. La présence d'acides humiques et l'influence du Bouclier canadien sont responsables des teneurs élevées en fer et en manganèse de l'eau et des sédiments de la rivière des Outaouais (Germain et Janson, 1984) et de leur accumulation dans les deux zones de dépôt au sud et au nord de l'île Perrot. Le calcium, au contraire, est représentatif de la composition du bassin du fleuve Saint-Laurent et s'accumule entre les îles de la Paix et la rive sud. La distribution du Ca démontre cependant que l'influence du fleuve se fait sentir jusqu'à la rive nord, vers la baie de Valois. Il est donc possible que cette région soit sous l'influence à la fois de la rivière des Outaouais et du fleuve Saint-Laurent. Les observations sur la conductivité des masses d'eau confirment ce postulat.

La région de la baie de Valois présente une anomalie: alors que la granulométrie et l'Al ne l'identifient pas comme une zone de sédimentation, les teneurs en Fe, Mn et P y sont très élevées. On ne retrouve pas ces teneurs élevées de Fe et Mn dans la zone de sédimentation en face de Beaconsfield et Pointe-Claire, en amont de la baie de Valois. Les teneurs élevées de

phosphore le long de la rive nord suggèrent l'influence des égouts de l'île de Montréal.

Les teneurs en contaminants retrouvées dans les sédiments du lac Saint-Louis dépassent souvent les normales géochimiques ainsi que les critères de qualité des sédiments du MEO. A cause de la faible profondeur du lac, les sédiments de surface peuvent facilement être remis en suspension par l'action du vent et du courant, et libérer une partie des contaminants dans la colonne d'eau (Jennet et Effler, 1980).

La comparaison des différentes cartes produites permet de voir les relations entre la granulométrie, la minéralogie, la matière organique et la contamination des sédiments du lac Saint-Louis. Le groupement effectué avec les contaminants semble vouloir suivre un patron similaire à celui de la minéralogie, mais indique des variations ponctuelles révélatrices quant à l'accumulation de contaminants.

La répartition spatiale de plusieurs métaux suit le patron du fer et du manganèse, s'accumulant principalement dans les zones de dépôt de sédiments fins: ce sont le Cu, le Ni, le Pb et le Zn. Ces métaux semblent provenir de sources diffuses anthropogéniques, tant par le fleuve Saint-Laurent que par la rivière des Outaouais et la rivière Saint-Louis.

L'As, le Cr et le Ni indiquent des maxima aux abords de la baie de Valois, pouvant être reliés aux teneurs élevées en Fe et en Mn. Le cas de la région de la baie de Valois demeure obscur et on est tenté de chercher une source locale à cette contamination, qu'on ne peut expliquer ni par la granulométrie, ni par la minéralogie, ni par l'influence des masses d'eau.

La région en face de Beauharnois constitue une autre zone importante d'accumulation de contaminants qui ne peut être expliquée par les facteurs granulométriques ou minéralogiques. L'accumulation de Cd, Cu, Pb, Zn et HCB à la station L21 ne peut être que le résultat d'un apport important de contamination en provenance de la zone industrielle de Beauharnois ou des régions en amont du canal de Beauharnois. Les courants semblent entraîner une partie de ces contaminants vers le sud de l'île Perrot. Le Hg et le HCB proviennent

principalement de l'usine de chlore-alcali située dans la région industrielle de Beauharnois et sont présents à des niveaux très élevés, tant à l'embouchure de la rivière Saint-Louis qu'au sud des îles de la Paix.

Les répartitions des BPC et du mirex illustrent un phénomène important, celui du transport à longue distance des contaminants. Si une partie des BPC peut avoir comme origine les égouts de la rive sud de l'île de Montréal (Guay et Dandurand, 1986), la plus grande partie provient sans doute du lac Ontario (Sloterdijk 1985, 1987). Ce dernier a trouvé des teneurs élevées de BPC au lac Saint-François. La rivière Grass, dans l'état de New York, a été identifiée comme une rivière très contaminée en BPC (Anonyme, 1982). Le problème de la contamination transfrontalière en provenance de la région de Massena dans l'état de New York joue certainement aussi un rôle dans la contamination en BPC du lac Saint-Louis. Quant au mirex, la seule source connue de ce contaminant dans l'est de l'Amérique du Nord est située au lac Ontario. Le fait que Sloterdijk (1985, 1987) en ait trouvé au lac Saint-François et qu'on en trouve également au lac Saint-Louis démontre qu'on ne peut ignorer ce phénomène de transport des contaminants de l'amont vers l'aval.

Ce phénomène peut s'expliquer lorsqu'on sait que les contaminants déposés dans les sédiments sont souvent remis en suspension par différents mécanismes de brassage (Håkanson et Jansson, 1983). On considère généralement que le transport des contaminants se fait par l'adsorption sur les particules en suspension (Allan, 1979). Cependant, McCrea *et al* (1985) ont constaté que les composés tels les BPC sont surtout véhiculés dans la phase dissoute à la sortie du lac Ontario dans le fleuve Saint-Laurent. De plus, la quantité de matière en suspension entrant au lac Saint-François est très faible, de 1 à 5 mg.l<sup>-1</sup> (Germain et Janson, 1984). Lorsque les sédiments superficiels du lac Saint-François sont remis en suspension, ils entrent en contact avec les contaminants dissouts et en adsorbent une partie. A l'entrée du lac Saint-Louis, on a mesuré de 4 à 26 mg.l<sup>-1</sup> de matière en suspension; les teneurs diminuent d'amont vers l'aval, ce qui indique une déposition de sédiments dans le lac (Germain et Janson, 1984). Il semble donc que les BPC en provenance du lac Ontario et du tronçon international du fleuve Saint-Laurent, après avoir séjourné plus ou moins longtemps

dans le lac Saint-François, pourraient être entraînés vers le lac Saint-Louis, où ils se redéposent. Il est probable que cette déposition soit temporaire et que ces contaminants soient à nouveau transportés plus en aval.

Si l'on observe le groupement des contaminants parallèlement avec la répartition de l'indice de contamination, on obtient une assez bonne idée des régions les plus problématiques: ce sont le sud de l'île Perrot, l'embouchure de la rivière Saint-Louis et du canal de Beauharnois, le sud des îles de la Paix et la rive nord du lac entre Beaconsfield et la baie de Valois. Cette dernière zone est peut-être la plus inquiétante, à cause de la forte utilisation qu'on en fait pour les activités récréatives de toutes sortes.

Les niveaux de corrélation observés dans cette étude entre les différents métaux et entre les métaux et les variables géochimiques correspondent à ceux observés par Sly (1984) dans les sédiments de type argile-limoneux de la rivière Niagara. Selon cet auteur, ces corrélations sont faibles comparativement à celles observées dans les sédiments plus limoneux et plus sablonneux. Il avait séparé les différentes classes granulométriques de sédiments avant de faire les analyses et avait ainsi obtenu de fortes relations, puisque les différentes fractions granulométriques représentent des régimes sédimentologiques différents.

On a pu dégager des relations entre certaines variables minéralogiques et certains contaminants, représentatives de processus physiques et chimiques connus. Ces relations, bien que pas très fortes, illustrent la complexité du lac Saint-Louis, à savoir sa nature fluvio-lacustre. Cette particularité, en plus du fait qu'il soit alimenté par deux affluents majeurs de composition différente, entraîne des différences régionales importantes, qui rendent difficile l'apparition de grandes tendances sur la totalité de la surface du lac. Le rôle des hydroxydes de fer et de manganèse dans l'adsorption et la coprécipitation des métaux lourds semble prédominant, tandis que la matière organique influence grandement la répartition des contaminants organiques.



#### 4.0 CONCLUSION

Au lac Saint-Louis, de nombreux métaux lourds et contaminants organiques s'accumulent dans les sédiments en quantités supérieures aux critères de qualité du ministère de l'Environnement de l'Ontario et aux normales géochimiques, principalement dans les cinq zones de sédimentation de particules fines identifiées autour du lac. Les principaux sont le Cd, le Cu, le Hg, le Pb, le Zn, les BPC, le HCB et le mirex.

Les différences de répartition entre les éléments majeurs et les contaminants révèlent l'existence d'un problème de contamination anthropogénique. On a pu établir qu'une partie de la contamination est d'origine locale, tandis qu'une autre partie est amenée par les affluents. Du côté sud du lac, la région des îles de la Paix demeure fortement contaminée par les rejets de mercure en provenance de la région industrielle de Beauharnois, principalement de l'usine de chlore-alcali. La rivière Saint-Louis, qui reçoit les effluents des industries de cette région, montre des teneurs élevées de HCB, ainsi que d'arsenic et de cuivre. Du côté nord du lac, les égouts municipaux de l'île de Montréal semblent responsables, au moins en partie, de l'accumulation de phosphore, de fer et de manganèse, de même que d'une importante contamination en arsenic, en chrome et en nickel.

La rivière des Outaouais n'a pas été identifiée comme une source importante de contaminants au lac Saint-Louis, bien qu'elle contribue à une partie des apports en chrome, en cuivre, en nickel et en zinc. Le fleuve Saint-Laurent, par contre, est responsable d'une grande partie des apports de contaminants au lac, principalement en contaminants organiques, mais également en cadmium, en cuivre, en plomb et en zinc. Les connaissances accumulées jusqu'à maintenant sur le problème de la contamination et du transport des BPC et du mirex permettent d'affirmer que ces deux contaminants sont amenés au lac Saint-Louis par un transport à longue distance en provenance des Grands Lacs et du tronçon international du fleuve Saint-Laurent.

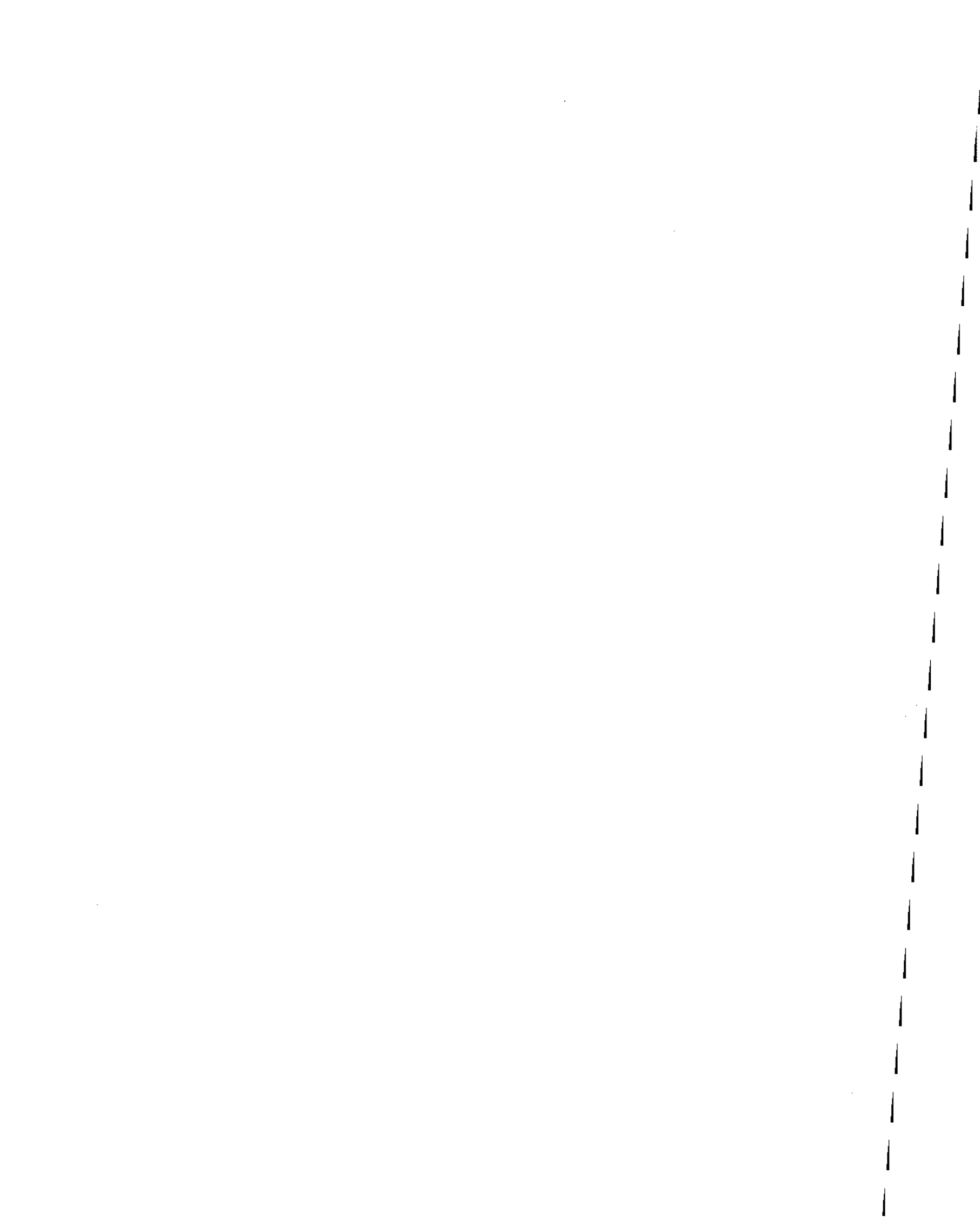


## 5.0 REMERCIEMENTS

Cette étude a été effectuée grâce à une subvention du "Toxfund" d'Environnement Canada (H. Sloterdijk) et à une subvention thématique du Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG; G1571, P.Ross *et al.*). Un support financier a été fourni par le ministère de l'Éducation du Québec (FCAC), par le Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG) et par le programme d'emplois d'été axés sur la carrière (PEEAC). Le temps du personnel de la DEIT-Québec du laboratoire Capitaine Bernier, de l'Institut National de Recherche en Eau (DEIT-Ontario) et du Service hydrographique de Pêches et Océans a été fourni à partir de leurs budgets opérationnels.

La bonne marche de cette étude n'aurait pas été possible sans la participation d'un grand nombre de personnes et la collaboration de divers groupes pour former une équipe multidisciplinaire. Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont collaboré de près ou de loin à cette étude. Nous remercions tout particulièrement

- Pierre Legendre, Etienne Magnin et Bernadette Pinel-Alloul, professeurs au département de Sciences biologiques, et Joseph Hubert, professeur au département de Chimie de l'Université de Montréal, pour le support qu'ils ont apporté, chacun dans leur discipline, à la réalisation et à la bonne marche de cette étude.
- Raymond Vezeau, chimiste, Direction de Protection de l'Environnement, Conservation et Protection, région du Québec, d'Environnement Canada, pour ses conseils, ainsi que pour avoir rendu possible l'utilisation de certains locaux.
- Mario Janson, responsable de l'informatique à la Deit-Q, Longueuil, pour avoir aidé à l'élaboration et à l'utilisation de certains programmes de traitement de données.
- la Firme Carto-Media, pour la réalisation des cartes et figures de ce rapport.



## 6.0 BIBLIOGRAPHIE

AEOC, 1983. Annual report 1983. Report of the Aquatic Ecosystem Objectives Committee. Great Lakes Science Advisory Board, International Joint Commission. Windsor, Ontario, 69 pp.

Alexander, M. 1965. Methods for soil analysis. Part 2. In: Black, C. A. (Ed.), Chemical and microbiological properties, Agronomy Service no.9, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin.

Allan, R. J. 1986. The limnological units of the Lower Great Lakes-St.Lawrence River corridor and their role in the source and aquatic fate of toxic contaminants. *Water Poll. Res. J. Canada* 21(2): 168-186.

Allen, O. N. 1953. Experiments in soil bacteriology. Borges Publishing Company.

Anonyme, 1980. Les méthodes d'analyses des pesticides organochlorés et des biphényles polychlorés. Comité de la normalisation des méthodes d'analyse. Bureau d'études sur les substances toxiques. Environnement Québec. 184pp.

APHA 1985. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th Edition.

Béland, J. et Demers, R. 1977. La teneur en substances toxiques dans les plantes aquatiques et les facteurs limitant leur croissance. Rapport technique no. 8. Soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent.

Champoux, L. 1986. Réponses aiguës et chroniques de deux cladocères indigènes aux contaminants des sédiments du lac Saint-Louis (fleuve Saint-Laurent). Mémoire de maîtrise, Université de Montréal, 101pp. + annexes.

Champoux, L., Ross, P.E., Jarry, V., Sloterdijk, H., Mudroch, A., Couillard, Y., 1986. Libération par élutriation des contaminants des sédiments du lac Saint-Louis (fleuve Saint-Laurent). *Revue Internationale des Sciences de l'eau* 2(4): 95-107.

Clark, P.J. et Evans, F.C. 1954. Distance to neighbor as a measure of spatial relationships in population. *Ecology* 35: 445-453.

Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent 1978. Rapport final. Soumis aux ministres de l'Environnement du Québec et du Canada.

Couillard, Y., Pinel-Alloul, B., Ross, P., Champoux, L., Jarry, V., Sloterdijk, H. 1987. Evaluation toxicologique, par élutriation, des sédiments du lac Saint-Louis (fleuve Saint-Laurent, Québec) à l'aide du rotifère *Brachionus calyciflorus*. *Revue Internationale des Sciences de l'Eau* 3 (3-4): 83-94.

Couillard, Y. 1987. Variabilité physico-chimique, et évaluation toxicologique à l'aide de *Brachionus calyciflorus* (Rotifera), d'élutriats de sédiments du lac Saint-Louis (fleuve Saint-Laurent, Québec). Mémoire de maîtrise, Université de Montréal. 143pp.

Dougenik, G.A. et Sheenan, D.E. 1977. Symap user's reference manual. Laboratory for computer graphics and spatial analysis. Graduate school of design, Harvard University. Camera stat. of Bedford, Massachusetts. Union Bookbinding of Boston, Massachusetts.

Duncan, G. A. et LaHaie, G. G. 1979. Size analysis procedures used in the sedimentology laboratory. National Water Research Institute. Unpublished report, 23pp.

Dunn, B. et Armour, R. J. 1980. Sample preparation and purification for the determination of PAH by reversed phase chromatography. *Anal. Chem.* 52: 2027.

Dutka, B. J. 1978. Methods for microbiological analysis of water, wastewater and sediments. Inland Waters Directorate, Canada Center for Inland Waters, Burlington, Ontario.

Environnement Canada, 1979. Analytical methods manual. Inland Water Directorate, Water Quality Branch, Environnement Canada. Ottawa, Canada.

Environnement Canada, 1983. Inventaire des connaissances sur les sources de pollution dans le fleuve Saint-Laurent. Tronçon Cornwall-Sorel. Service de Protection de l'Environnement, région du Québec. 68pp.

Folk, R. L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Co, Austin, Texas, 182pp.

Förstner, U., Wittmann, G.T.W, 1981. Metal pollution in the aquatic environment. 2e edition, Springer-Verlag, 486pp.

Förstner, U. 1977. Metal concentrations in freshwater sediments- Natural background and cultural effects. In Golterman, H. L. (ed.), Interactions between sediments and freshwater. p94-103. Junk/Pudoc, The Hague.

Fox, M. E., Carey, J. H., Oliver, B. C. 1983. Compartmental distribution of organochlorine contaminants in the Niagara River and the western basin of Lake Ontario. *J. Great Lakes Research* 9 (2): 287-294.

Frontier, S. 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson Paris et les presses de l'Université Laval. XVII + 494pp.

Germain, A. et Janson, M. 1984. Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent de Cornwall à Québec (1977-1981). Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures (Québec), Section des relevés de qualité. 232pp.

Golterman, H. L., Sly, P. G., Thomas, R.L. 1983. Study of the relationship between water quality and sediment transport. Technical papers in hydrology, UNESCO.

Gouin, D., Malo, D., 1978. Description des mélanges. Rapport technique #13. Rapport soumis au comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent par le Service de la protection de l'Environnement du Québec. 43pp.

Gower, J.C. 1966. Some distance properties of latent root vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika* 53: 325-338.

Gower, J.C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27: 857-871.

Guay, G. et Dandurand, J. 1986. Utilisation des jeunes poissons de l'année comme bioindicateurs des substances toxiques dans le fleuve Saint-Laurent (tronçon fluvial: Cornwall-Portneuf). Environnement Illimité inc. Direction générale des eaux intérieures et terres, Environnement Canada. 132pp. + annexes.

Gunkel, N. et Oppenheimer, C. H. 1963. Experiments regarding sulphide function in sediments of Texas Gulf Coast. In: Oppenheimer, C. H. (Ed.), Symposium on marine microbiology. Charles C. Thomas, Springfield, Ill.

Håkanson, L. et Jansson, M. 1983. Principles of lake sedimentology. Springer-Verlag, 316pp.

Holdrinet, M. V. H., Frank, R., Thomas, R. L., Heltling, L. J. 1978. Mirex in the sediments of Lake Ontario. *J. Great Lakes Research* 4(1): 69-74.

Jarry, V., Ross, P.E., Champoux, L., Sloterdijk, H., Couillard, Y., Mudroch, A., Lavoie, F. 1985. Répartition spatiale des contaminants dans les sédiments du lac Saint-Louis. *Water Poll. Res. J. Canada* 20(2): 75-99.



Jarry, V. 1986. Répartition spatiale et effet phytotoxique des contaminants dans les sédiments du lac Saint-Louis (fleuve Saint-Laurent). Mémoire de maîtrise, Université de Montréal. 90pp.+ annexes.

Jennet, J. C., Effler, S. W. 1980. Mobilization and toxicological aspects of sedimentary contaminants. In Baker, R. A. Contaminants and sediments. Ann Arbor Science.

Keighan, E. 1977. Caractérisation du niveau d'enrichissement et de la toxicité des eaux du bassin du fleuve Saint-Laurent. Rapport technique no.6. Soumis au Comité d'étude du fleuve Saint-Laurent par Pêches et Environnement Canada.

Kemp, A. L. W., Thomas, R. L., Williams, J. D. H. 1977. Major elements, trace metals, sediment particle size, water content, Eh and pH in 26 cores from Lake Superior, Huron, Erie and Ontario. Environnement Canada (rapport non-publié).

Kielland, P. 1985. Rapport final d'opérations: no 80217, Lac Saint-Louis. Projet 5452-1985-1. 38pp. (rapport inédit).

Kwan, K. K., Dutka, B. J. 1985a. Microbiological studies of Lake Saint Louis sediments, 1984. Microbiology Laboratories Section, Analytical Methods Division, National Water Research Institute. Canadian Center for Inland Waters. Burlington, Ontario. Control no. 121-AMD-5-85.

Kwan, K. K., Dutka, B. J. 1985b. Results of toxicity screening tests and biomass estimations on sediment samples collected from Ottawa River, Lac des Deux Montagnes, Lac Saint Louis and Canal de Beauharnois, 1985. Microbiology Laboratories Section, Analytical Methods Division, National Water Research Institute. Canadian Center for Inland Waters. Burlington, Ontario. Control no. AM303.

Landry, B. et Mercier, M. 1984. Notions de géologie avec exemples du Québec. 2e édition, Modulo éditeur.

Leclerc, M., Dhatt, G., Robert, J.L., Tessier, J.C., Soulaïmani, A., Dupuis, P., Matte, Y. 1987. Modélisation des écoulements de l'archipel de Montréal par éléments finis: aspects divers de l'application. *Revue internationale des sciences de l'eau*, vol.3, no 2: 41-56.

Legendre, L., Legendre, P., 1984. *Ecologie Numérique*. Masson, Paris et les Presses de l'Université du Québec. xv+260pp., viii+355pp.

Levasseur, H. 1977. Etude du benthos du fleuve Saint-Laurent. Rapport technique no. 10. Soumis au Comité d'étude du fleuve Saint-Laurent par les Services de protection de l'environnement du Québec.

Malo, D., Gouin, D. 1977. Caractérisation des apports. Rapport technique no14. Soumis au Comité d'étude du fleuve Saint-Laurent par les Services de protection de l'environnement du Québec.

McCrea, R. C., Fisher, J. D., Kuntz, K. 1985. Distribution of organochlorinated pesticides and PCB between aqueous and suspended sediment phases in the lower Great Lakes region. *Water Poll. Research J. Canada* 20(1): 67-78.

Moore, J. W. et Ramamoorthy, S. 1984. Organic chemicals in natural waters. Applied monitoring and impact assessment. Springer-Verlag, 289 pp.

Mudroch, A. 1984. Particle size effects on concentration of metals in Lake Erie bottom sediments. *Water Poll. Res. J. Canada* 19(1): 27-35.

Neff, J. M. 1979. Polychlorinated aromatic hydrocarbons in the environment. Sources, fate and biological effects. Applied Sci. Publishers Ltd, London. 262pp.

Oliver, B. G. et Nicol, K. D. 1982. Chlorobenzenes in sediments water and selected fish from Lakes Superior, Huron, Erie and Ontario. *Environ. Sci. Technol.* 16(8): 532-536.

Pageau, G. 1971. La valeur des indices physicochimiques dans la distinction des trois masses d'eau du lac Saint-Louis. Québec, Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la faune. Rapport 6:1-14.

Persaud, D. et Lomas, T. D. 1987. In-place pollutants program. Volume 11. Background and theoretical concepts. Ontario Ministry of Environment. 34pp.

Persaud, D. et Wilkins, W. D. 1976. Evaluating construction activities impacting on water resources. Water resource Branch, Ministry of Environment of Ontario.

Postgate, F. 1966. Media for sulphur bacteria. *Lab. Pract.* 15: 1239-1244.

Préfontaine, G. 1942. Etude biologique des eaux de la plaine de Montréal et description générale des eaux de la plaine de Montréal. *Rapport, Station Biol. Montréal, Inst. Biol. Univ. Montréal, fascicule 1: 33-67.*

Projet Archipel, 1983. Etude sédimentologique. Cartes de substrats, lac Saint-Louis, échelle 1:10,000. Hydrotech inc. (raport inédit).

Rao, S.S. et Mudroch, A. 1986. Microbial responses to trace elements and nutrients in St.Lawrence River. *Water Poll. Research J. Canada* 21(4): 513-523.

Ross, P., Jarry, V., Sloterdijk, H. 1987. A rapid bioassay using the green alga *Selenastrum capricornutum* to screen for toxicity in St.Lawrence River sediment elutriates. Accepté pour publication, Special Technical Testing Publication, American Society for Testing and Materials 1986. 11pp.

Sérodès, J.-B. 1978. Qualité des sédiments du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Varennes. Rapport technique no15. Soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent par la Direction générale des eaux intérieures d'Environnement Canada. 467pp.

Sérodès, J.-B., Talbot, L. 1978. Projet de restauration du sud du lac Saint-Louis contaminé par le mercure. Bureau d'étude sur les substances toxiques, Environnement Québec et Pêches et Environnement Canada. 103pp.

Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt ratios. *J. Sed. Petrology* 24:151-158.

Sloterdijk, H. 1977. Accumulation des métaux lourds et des composés organochlorés dans la chair des poissons du fleuve Saint-Laurent. Rapport technique no7. Soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent par le Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche du Québec.

Sloterdijk, H. 1985. Substances toxiques dans les sédiments du Lac Saint-François (fleuve Saint-Laurent, Québec). Direction générale des eaux intérieures, région du Québec, Environnement Canada. 79 pp. + 34 cartes.

Sloterdijk, H. 1987. Mercury, PCB's, organochlorinated pesticides, chlorobenzenes, pentachlorophenol and PBB's in surficial sediments of lake Saint Francis (lac Saint-François) of the Saint Lawrence River system. En préparation.

Sloterdijk, H. et Azzaria, L. M. 1979. Etude des sédiments de la région de Rouyn-Noranda. Rapport sectoriel E-5, Groupe Ecologie, projet "Région Rouyn-Noranda". Bureau d'études sur les substances toxiques. Environnement Québec. 189 pp.

Sly, P. G. 1969. Bottom sediment sampling. Proceedings, 12th Conference on Great Lakes Research. IAGLR: 883-898.

Sly, P.G. 1983. Sedimentology and geochemistry of recent sediments off the mouth of the Niagara River, Lake Ontario. *J. Great Lakes Research* 9(2): 134-159.

Sly, P.G. 1984. Sedimentology and geochemistry of modern sediments in the Kingston basin of Lake Ontario. *J. Great Lakes Research* 10(4): 358-374.

Starkey, R. L. 1948. Characteristics and cultivation of sulphur reducing bacteria. *J. Am. Water Works Assoc.* 40: 1291-1298.

Sydor, M. 1978. Etude d'un modèle bidimensionnel pour le fleuve Saint-Laurent. Rapport technique no16. Soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent par la Direction de la planification et de la gestion (eaux), Environnement Canada. 136pp.

Thomas, R. L., Kemp, A. L., Lewis, C. F. M. 1972. Distribution, composition and characteristics of the surficial sediments of Lake Ontario. *J. Sediment Petrol.* 41: 66-84.

Thomas, R. L., Jacquet, J.-M. 1976. Hg in the surficial sediments of Lake Erie. *J. Fish. Res. Board of Canada* 33: 404-412.

Thompson, F. 1969. An investigation into the distribution of autotrophic and heterotrophic bacteria in little round lake with particular emphasis on some bacterial agents of sulphur cycle. *Bacteriol. Branch Lab. Div. Ontario Res. Com. Can.*, p.17.

Tobin, R. S., Ryan, J. F., Afghan, B. K. 1978. Improved method for quantitative measurement of adenosine triphosphate in lake waters, activated sludges and sediments. *Water Research* 12: 783-792.

Turner Designs 1983. Luminescence Review. Bulletin no 204.

U.S.E.P.A., 1973a. Ocean dumping criteria, *Federal Register* 38(94): 12872-12877.

U.S.E.P.A., 1973b. Ocean dumping final criteria, *Federal Register* 38(198): 28610-28621.

Williams, J. D. H., Jacquet, J. M., Thomas, R. L. 1976. Forms of phosphorus in the surficial sediments of Lake Erie. *J. Fish. Res. Board Canada* 33: 413-429.

Annexe 1. Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments du lac Saint-Louis en 1984 et en 1985.





STATIONS	Longitudes	Latitudes	UTM	UTM
	est	nord	est	nord
B-1	73°47'45"	45°23'59"	594247	5028147
B-2	73°46'33"	45°23'56"	595813	5028097
B-3	73°47'46"	45°23'04"	594259	5026463
B-4	73°46'32"	45°23'05"	595850	5026524
C-1	73°50'12"	45°22'12"	591099	5024805
C-2	73°48'58"	45°22'11"	592704	5024810
C-3	73°51'25"	45°21'19"	589529	5023153
C-4	73°50'12"	45°21'19"	591122	5023176
D-2	73°52'45"	45°19'35"	587838	5019925
D-4	73°51'26"	45°20'28"	589526	5021560
F-2	73°47'47"	45°25'39"	594161	5031240
G-2	73°50'13"	45°23'58"	591038	5028082
G-3	73°51'25"	45°23'04"	589484	5026375
G-4	73°50'13"	45°23'05"	591049	5026434
I-1	73°49'00"	45°25'41"	592570	5031290
I-3	73°49'00"	45°23'56"	592617	5028049
J-3	73°53'53"	45°23'01"	586275	5026255
K-1	73°45'20"	45°25'41"	597342	5031362
K-3	73°46'32"	45°24'50"	595801	5029745
K-4	73°42'56"	45°24'42"	600513	5029577
A-1	73°47'40"	45°22'10"	594414	5024798
A-2	73°49'00"	45°21'21"	592688	5023254
A-3	73°48'01"	45°21'19"	593968	5023217
A-4	73°49'03"	45°20'32"	592645	5021734
D-3	73°51'29"	45°19'37"	589496	5020004
D-4s	73°51'41"	45°20'42"	589193	5021999
E-1	73°57'28"	45°20'32"	581663	5021582
E-2	73°56'19"	45°20'30"	583166	5021547
E-3	73°55'05"	45°20'28"	584759	5021512
E-4	73°52'40"	45°21'16"	587899	5023019
F-3	73°46'38"	45°25'45"	595658	5031448
F-4	73°47'50"	45°24'51"	594118	5029757
G-1	73°51'20"	45°23'59"	589577	5028098
H-1	73°52'39"	45°24'50"	587833	5029629
H-2	73°51'25"	45°24'48"	589451	5029596

STATIONS	Longitudes	Latitudes	UTM	UTM
	est	nord	est	nord
H-3	73°50'14"	45°24'52"	590975	5029748
I-2	73°49'05"	45°24'50"	592476	5029695
J-1	73°53'53"	45°23'54"	586253	5027885
J-2	73°52'37"	45°23'56"	587895	5027963
J-4	73°52'37"	45°23'03"	587918	5026334
P1	73°47'09"	45°22'39"	595067	5025697
P3	73°48'18"	45°21'44"	593591	5023971
P4	73°49'32"	45°20'56"	591994	5022466
P5	73°48'31"	45°20'02"	593351	5020819
P8	73°50'43"	45°20'04"	590476	5020851
P11	73°52'01"	45°19'08"	588803	5019087
CB-1	73°54'47"	45°17'50"	585230	5016648
CB-2	73°54'52"	45°17'53"	585124	5016720
CB-3	73°54'40"	45°18'02"	585382	5017020
CB-4	73°54'56"	45°17'48"	585022	5016571
L-1	73°52'48"	45°19'04"	587786	5018961
L-2	73°52'14"	45°19'16"	588512	5019323
L-4	73°50'59"	45°19'43"	590146	5020198
L5-P9	73°49'45"	45°20'14"	591739	5021165
L-6	73°49'18"	45°20'43"	592313	5022081
L-7	73°48'40"	45°21'09"	592941	5022887
L-8	73°48'02"	45°21'38"	593933	5023809
L10	73°43'32"	45°26'19"	599670	5032565
L-11	73°54'38"	45°20'43"	585354	5021983
L-12	73°56'02"	45°20'16"	583537	5021107
L-13	73°53'43"	45°23'16"	586478	5026703
L-14	73°52'32"	45°22'36"	588047	5025502
L-15	73°55'22"	45°23'57"	584308	5027951
L-16	73°52'45"	45°24'47"	587704	5029535
L-17	73°50'20"	45°24'55"	590857	5029821
L-18	73°51'21"	45°23'56"	589552	5028005
L-19	73°47'45"	45°26'34"	594175	5032926
L-20	73°47'49"	45°25'42"	594121	5031332
L-21	73°53'47"	45°19'01"	586494	5018832

Annexe 2. Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments du lac Saint-Louis pour la campagne du régime sédimentaire.



STATIONS	UTM nord	UTM est	STATIONS	UTM nord	UTM est
L1	5022010	579982	L36	5028981	587993
L2	5022005	580993	L37	5027995	588015
L3	5021153	581043	L38	5027000	587988
L4	5021984	582018	L39	5026026	588008
L5	5020998	582003	L40	5025004	587951
L6	5022506	582996	L41	5022981	587985
L7	5022024	582982	L42	5021985	587985
L8	5020996	583005	L43	5020973	587956
L9	5020289	583022	L44	5020001	588003
L10	5027529	583880	L45	5019002	587980
L11	5022491	584003	L46	503000	589000
L12	5022009	583996	L47	5029005	589003
L13	5021001	583999	L48	5028033	588999
L14	5019999	584002	L49	5027006	589017
L15	5018958	584019	L50	5025992	589000
L16	5027999	584995	L51	5025271	589035
L17	5027000	584998	L52	5023029	589146
L18	5022010	585000	L53	5022001	589008
L19	5020993	585001	L54	5020979	589030
L20	5020004	584999	L55	5019998	589004
L21	5028503	586010	L56	5018996	589005
L22	5027500	585994	L57	5030474	590003
L23	5021600	586000	L58	5029992	590004
L24	5020997	585998	L59	5028973	590023
L25	5020022	586024	L60	5028000	589968
L26	5028991	586997	L61	5026994	590006
L27	5027849	587036	L62	5025999	590012
L28	5026939	587041	L63	5025000	590007
L29	5025965	587076	L64	5024014	590009
L30	5024882	587071	L65	5023010	590034
L31	5022010	587007	L66	5022001	590009
L32	5021002	587002	L67	5021255	589948
L33	5020209	586949	L68	- - -	- - -
L34	5019152	587145	L69	5020000	590000
L35	5029487	588001	L70	5029993	590986

STATIONS	UTM nord	UTM est	STATIONS	UTM nord	UTM est
L71	5029019	590996	L106	5030113	593976
L72	5028035	590999	L107	5029012	593999
L73	5027009	591007	L108	5027994	594001
L74	5026013	591007	L109	5027026	594008
L75	5025002	590982	L110	5026013	593971
L76	5024030	591020	L111	5024984	593984
L77	5023002	591018	L112	5023999	594054
L78	5022315	590986	L113	5023003	593970
L79	---	---	L114	5032622	594721
L80	5021000	591000	L115	5031934	594987
L81	5019995	591027	L116	5031000	595000
L82	5030000	591996	L117	5030002	594998
L83	5029076	591960	L118	5029044	595005
L84	5027992	592003	L119	5028018	594996
L85	5026993	592004	L120	5027013	594999
L86	5026038	591984	L121	5026012	595008
L87	5025005	592010	L122	5025000	594998
L88	5023992	591979	L123	5024008	595006
L89	5022984	591990	L124	5032051	596036
L90	5022028	592006	L125	5031018	595994
L91	5020977	591999	L126	502990	596010
L92	5020395	592013	L127	5029034	595992
L93	5030995	592992	L128	5028010	595996
L94	5030005	593006	L129	5027006	596008
L95	5028971	593023	L130	5026041	595990
L96	5027946	593003	L131	---	---
L97	5027012	593009	L132	5032013	597004
L98	5026029	592970	L133	5031001	597011
L99	5025014	593020	L134	5030011	597019
L100	5023987	593021	L135	5029001	596988
L101	5022986	592999	L136	5027988	597006
L102	5021996	593007	L137	5031908	598032
L103	5032748	593894	L138	5031007	598002
L104	5032021	594008	L139	5030004	598000
L105	5031103	593988	L140	5029042	598028

STATIONS	UTM nord	UTM est
L141	5028221	598044
L142	5031989	599004
L143	5031000	590000
L144	5030000	590000
L145	5029197	599020
L146	5028498	599101
L147	5031972	600001
L148	5030988	600001
L149	5030000	600000
L150	5029029	599959
L151	5028000	600100





Annexe 3. Conductivité des eaux du lac Saint-Louis durant l'été 1985.



Stations	Profondeur Z(m)	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
1	9,5	121	275	18,0	16,6
2	3,5	114	112	18,0	18,0
3	4,0	180	246	17,5	17,0
4	2,5	104	120	18,5	18,0
5	11,0	269	293	17,0	17,0
6	3,5	120	120	18,6	18,6
7	4,0	262	260	17,6	17,5
8	9,0	308	294	16,8	16,4
9	4,5	310	308	17,0	16,5
10	5,0	79	79	18,1	18,1
11	3,0	130	130	19,0	18,6
12	4,0	230	225	18,1	17,6
13	9,0	297	290	22,7	16,6
14	10,0	308	323	16,5	16,0
15	9,0	311	311	16,0	16,0
16	5,0	80	80	17,8	17,8
17	4,0	78	78	18,2	18,1
18	4,0	158	158	18,5	18,5
19	12,0	223	260	18,0	15,5
20	17,0	277	---	16,5	---
21	10,0	76	78	18,0	18,0
22	4,0	269	269	17,0	17,0
23	2,0	269	---	17,0	---
24	17,0	299	319	16,0	15,0
25	20,0	315	---	15,5	---
26	12,0	74	137	18,0	18,0
27	4,0	230	282	18,2	19,0
28	5,5	295	283	17,5	16,8
29	5,0	299	293	17,0	16,1
30	3,0	292	290	18,0	18,7
31	6,0	302	309	15,5	15,5
32	18,0	302	302	15,5	15,5
33	22,0	299	299	16,0	16,0
34	12,0	311	302	16,0	15,5
35	3,0	134	140	17,0	17,0

Stations	Profondeur Z(m)	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
36	11,0	102	185	18,8	18,0
37	5,0	287	292	17,3	16,5
38	5,5	300	293	16,8	16,0
39	4,0	302	301	16,9	16,3
40	4,0	300	301	17,2	19,2
41	4,0	284	281	17,5	17,0
42	12,0	299	294	16,0	15,0
43	11,0	294	297	16,0	15,5
44	13,0	299	302	16,0	15,5
45	6,0	310	304	17,0	17,0
46	3,5	140	158	17,0	17,0
47	7,0	90	235	19,0	18,0
48	5,5	307	304	17,5	17,0
49	4,5	304	316	17,0	17,0
50	3,0	308	302	16,5	16,5
51	6,0	308	314	16,5	16,5
52	14,0	295	295	16,0	16,0
53	9,0	293	293	16,0	16,0
54	13,0	293	293	16,0	16,0
55	3,0	292	295	16,0	16,3
56	3,0	298	298	16,6	16,5
57	4,0	187	205	17,0	17,0
58	5,0	179	248	17,0	16,5
59	6,0	168	298	19,0	17,0
60	6,0	304	308	17,0	16,5
61	5,0	316	304	17,5	17,5
62	4,0	310	320	17,0	16,5
63	3,0	314	320	16,5	16,5
64	7,5	304	316	17,0	17,0
65	15,0	293	293	15,9	16,1
66	5,5	293	293	16,0	16,0
67	3,0	295	295	16,5	16,5
68	4,0	335	329	20,3	20,5
69	---	---	---	---	---
70	5,0	182	287	17,5	16,0

Stations	Profondeur Z(m)	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
71	8,0	304	304	17,0	17,0
72	6,0	310	310	17,0	17,0
73	5,0	314	310	16,5	17,0
74	4,0	308	308	16,5	16,5
75	3,0	323	321	16,0	16,0
76	11,0	311	302	16,0	16,5
77	3,5	302	323	16,5	16,0
78	3,5	316	316	17,0	17,0
79	---	---	---	---	---
80	2,0	350	---	27,0	---
81	2,0	344	345	22,7	22,1
82	6,0	210	290	16,0	15,5
83	8,0	291	291	16,1	16,1
84	6,0	291	293	16,0	16,2
85	4,0	290	292	16,3	16,0
86	3,0	293	293	16,3	16,2
87	14,0	291	295	16,4	16,4
88	11,0	293	293	16,4	16,3
89	---	335	337	21,2	22,2
90	3,0	354	327	23,0	21,6
91	3,0	347	333	21,6	21,1
92	2,5	335	333	21,2	21,2
93	4,5	275	275	16,0	16,0
94	7,0	258	287	16,0	16,0
95	7,0	290	290	16,2	16,0
96	3,0	291	292	16,5	16,2
97	5,0	297	296	16,5	16,5
98	13,0	295	293	16,4	16,2
99	5,0	292	291	16,4	16,3
100	3,0	292	290	16,3	16,1
101	5,0	329	328	20,9	20,9
102	5,0	330	332	21,7	21,2
103	3,0	240	240	17,9	17,9
104	4,0	208	208	17,9	17,9
105	6,0	258	258	16,7	16,3

Stations	Profondeur Z(m)	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
106	7,0	290	290	16,4	16,6
107	7,0	303	303	17,3	17,3
108	3,0	295	292	16,3	16,3
109	3,0	295	292	16,3	16,3
110	- - -	295	292	16,3	16,3
111	2,5	293	292	16,3	16,3
112	5,0	292	292	16,1	16,1
113	4,0	298	295	16,7	16,5
114	4,0	220	220	17,7	17,6
115	5,0	250	250	17,0	17,0
116	7,0	273	276	16,5	16,5
117	7,0	305	301	17,0	17,0
118	6,0	304	304	17,2	17,5
119	18,0	295	290	16,5	16,5
120	7,5	310	303	17,0	17,5
121	5,5	310	304	18,0	17,8
122	7,0	305	305	18,0	18,0
123	5,0	315	310	19,5	19,0
124	4,0	234	234	17,4	17,2
125	9,0	272	277	16,5	16,7
126	6,0	295	300	16,7	16,5
127	10,0	300	295	16,7	16,5
128	- - -	300	300	16,9	17,0
129	8,0	303	300	18,3	17,9
130	3,0	310	308	18,5	18,5
131	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
132	4,0	225	220	17,6	17,8
133	6,0	295	307	16,5	16,7
134	3,0	300	295	16,5	16,5
135	7,0	292	300	16,5	16,5
136	3,0	315	315	19,5	19,5
137	6,0	284	257	21,2	21,6
138	15,0	294	295	16,3	16,6
139	7,0	296	299	16,2	16,2
140	6,0	298	298	16,5	16,5

Stations	Profondeur Z (m)	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
141	3,0	310	310	19,0	19,0
142	4,0	222	220	17,2	17,0
143	5,0	322	303	20,4	20,1
144	9,0	326	320	19,2	19,2
145	3,0	321	322	20,6	19,6
146	11,0	327	327	22,0	20,0
147	3,5	238	238	17,0	16,8
148	5,0	305	300	16,1	16,0
149	- - -	325	318	20,9	19,3
150	8,0	328	323	20,0	20,1
151	3,0	322	323	21,6	22,3

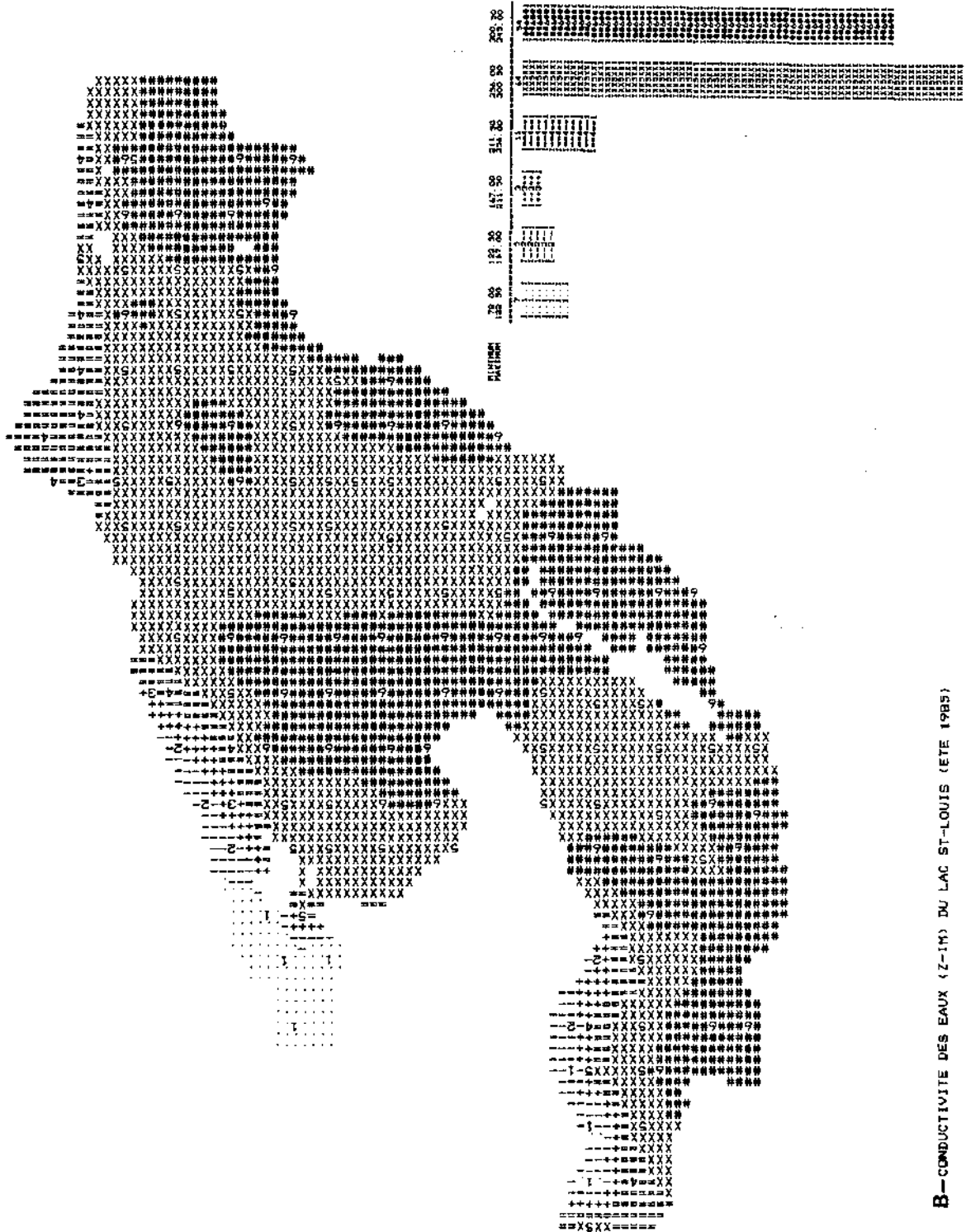




Annexe 4. Cartes de la conductivité des eaux du lac Saint-Louis en surface (A) et en profondeur (B) durant l'été 1985.







B- CONDUCTIVITE DES EAUX (Z-14) DU LAC ST-LOUIS (ETE 1985)

Annexe 5. Conductivité des eaux du lac Saint-Louis durant le mois d'avril 1987.



Stations	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
1	---	---	---	---
2	125	122	12,0	11,0
2-3	---	125	11,0	10,0
3	119	112	12,0	12,0
4	180	---	13,0	---
4-5	125	---	12,0	---
5	112	115	12,0	11,0
6	198	---	12,0	---
6-7	219	---	13,0	---
7	171	---	12,0	---
7-8	128	---	11,0	---
8	117	291	10,5	8,0
9	115	119	11,0	12,0
10	108	---	11,0	---
11	263	---	12,0	---
12	211	---	12,0	---
13	138	298	10,0	9,0
14	135	284	9,0	10,0
15	---	---	---	---
15a	208	277	10,0	8,0
16	---	---	---	---
17	---	---	---	---
18	291	---	10,0	---
18-19	291	---	10,0	---
19	284	298	9,0	9,0
20	---	---	9,0	---
20-21	314	---	7,0	---
21	---	---	---	---
22	101	101	11,0	11,0
22-28	115	291	11,0	10,0
23	---	---	---	---
24	---	---	---	---
25	---	---	---	---
26	101	101	11,0	11,0
26-27	174	---	11,5	---

Stations	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
27	115	---	11,0	---
28	291	295	10,0	9,5
29	---	---	---	---
29-30	298	---	9,0	---
30	---	---	---	---
31	298	306	9,0	8,0
32	270	---	10,0	---
33	---	---	---	---
33-34	307	---	9,0	---
34	---	---	---	---
35	---	---	---	---
36	101	103	11,0	10,5
37	284	284	9,0	9,0
38	288	---	8,5	---
39	---	---	---	---
40	---	---	---	---
41	---	---	---	---
42	---	---	---	---
43	---	---	---	---
44	---	---	---	---
45	---	---	---	---
46	101	---	11,0	---
47	101	194	11,0	10,0
48	284	284	9,0	9,0
49	---	---	---	---
50	---	---	---	---
51	---	---	---	---
52	---	---	---	---
53	---	---	---	---
54	---	---	---	---
55	---	---	---	---
56	305	---	10,0	---
57	101	---	11,0	---
58	115	180	11,0	10,0
59	122	284	11,0	9,0



Stations	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
60	302	---	8,0	---
61	---	---	---	---
62	295	---	8,5	---
63	---	---	---	---
64	295	---	8,5	---
65	---	---	---	---
66	---	---	---	---
67	---	---	---	---
68	314	---	7,0	---
69	---	---	---	---
70	---	---	---	---
71	---	---	---	---
72	---	---	---	---
73	---	---	---	---
74	---	---	---	---
75	---	---	---	---
76	---	---	---	---
77	---	---	---	---
78	---	---	---	---
79	---	---	---	---
80	---	---	---	---
81	---	---	---	---
82	156	267	11,0	9,5
82-83	203	298	11,0	9,0
83	298	---	9,0	---
84	---	---	---	---
85	---	---	---	---
86	---	---	---	---
87	---	---	---	---
88	---	---	---	---
89	---	---	---	---
90	---	---	---	---
91	---	---	---	---
92	---	---	---	---
93	---	---	---	---

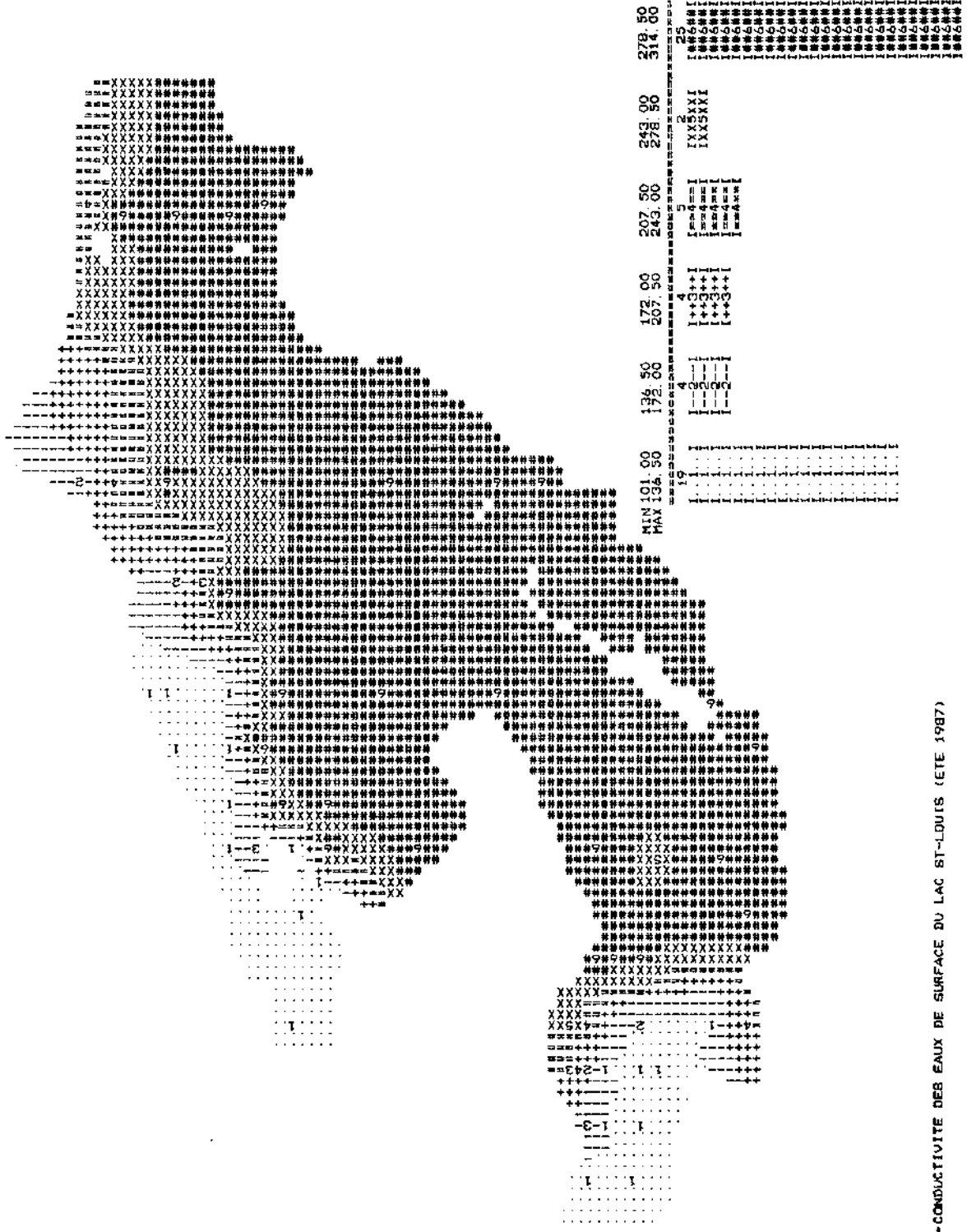
Stations	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
94	---	---	---	---
95	---	---	---	---
96	---	---	---	---
97	---	---	---	---
98	---	---	---	---
99	---	---	---	---
100	---	---	---	---
101	---	---	---	---
102	---	---	---	---
103	---	---	---	---
104	160	---	11,5	---
105	215	235	10,0	10,0
106	281	281	9,5	9,5
107	---	---	---	---
108	---	---	---	---
109	---	---	---	---
110	298	---	9,0	---
111	---	---	---	---
112	312	---	9,0	---
113	312	---	9,0	---
114	---	---	---	---
115	---	---	---	---
116	---	---	---	---
117	---	---	---	---
118	---	---	---	---
119	---	---	---	---
120	---	---	---	---
121	---	---	---	---
122	---	---	---	---
123	---	---	---	---
124	---	---	---	---
125	---	---	---	---
126	---	---	---	---
127	---	---	---	---
128	---	---	---	---

Stations	Conductivité (0,1 m)	Conductivité (Z-1 m)	Température (0,1 m)	Température (Z-1 m)
129	---	---	---	---
130	---	---	---	---
131	---	---	---	---
132	---	---	---	---
133	---	---	---	---
134	---	---	---	---
135	---	---	---	---
136	---	---	---	---
137	---	---	---	---
138	---	---	---	---
139	---	---	---	---
140	---	---	---	---
141	---	---	---	---
142	208	---	10,0	---
143	288	---	8,5	---
144	210	---	8,5	---
145	210	---	8,5	---
146	220	---	11,0	---
147	---	---	---	---
148	---	---	---	---
149	---	---	---	---
150	---	---	---	---
151	---	---	---	---



Annexe 6. Cartes de la conductivité des eaux du lac Saint-Louis en surface (A) et en profondeur (B) durant le mois d'avril 1987.













Annexe 7. Granulométrie des sédiments du lac Saint-Louis.

NA= non-analysé.



STATIONS	% GRAVIER	% SABLE	% LIMON	% ARGILE	gravier+sable	limon+argile
B-1	0,14	98,59	0,64	0,63	98,73	1,27
B-2	4,76	68,53	5,93	20,77	73,29	26,70
B-3	0,00	71,54	15,41	13,05	71,54	28,46
B-4	2,47	96,97	0,27	0,28	99,44	0,55
C-1	14,29	67,28	9,22	9,23	81,57	18,45
C-2	1,61	74,52	9,09	14,77	76,13	23,86
C-3	48,09	41,27	3,03	7,62	89,36	10,65
C-4	6,05	92,29	0,83	0,83	98,34	1,66
D-2	0,00	68,17	17,32	14,51	68,17	31,83
D-4	4,67	32,85	14,52	47,96	37,52	62,48
F-2	40,22	58,43	0,67	0,68	98,65	1,35
G-2	0,00	45,64	40,50	13,86	45,64	54,36
G-3	0,15	98,29	0,78	0,78	98,44	1,56
G-4	0,00	64,47	25,84	9,69	64,47	35,53
I-1	38,66	50,54	4,72	6,08	89,20	10,80
I-3	0,20	74,50	15,83	9,47	74,70	25,30
J-3	3,61	12,10	12,47	71,83	15,71	84,30
K-1	20,32	74,62	2,53	2,53	94,94	5,06
K-3	0,07	98,39	0,77	0,77	98,46	1,54
K-4	9,49	86,91	1,80	1,80	96,40	3,60

STATIONS	% GRAVIER	% SABLE	% LIMON	% ARGILE	gravier+sable	limon+argile
A-1	0,00	18,93	68,84	0,00	18,93	68,84
A-2	0,00	9,17	79,82	11,01	9,17	90,83
A-3	0,00	28,58	65,47	5,95	28,58	71,42
A-4	0,00	10,5	57,28	32,22	10,50	89,50
D-3	0,00	10,62	12,41	76,69	10,62	89,10
D-4	1,66	47,24	14,16	36,50	48,90	51,10
E-1	0,00	2,09	21,54	76,37	2,09	97,91
E-2	0,00	0,64	26,83	72,53	0,64	99,36
E-3	0,00	0,92	29,72	69,35	0,92	23,17
E-4	0,50	76,34	4,87	18,30	76,84	23,17
F-3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
F-4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
G-1	0,00	2,33	21,49	76,18	2,33	97,67
H-1	1,43	68,05	10,07	20,45	69,48	30,52
H-2	0,00	2,52	56,12	41,36	2,52	97,48
H-3	0,00	6,28	70,29	23,43	6,28	93,72
I-2	0,00	6,09	46,50	46,95	6,09	93,45
J-1	0,00	9,92	66,73	23,35	9,92	90,08
J-2	0,22	47,67	41,69	10,42	47,89	52,11
J-4	0,00	45,70	32,29	22,01	45,70	54,30
P-1	0,00	4,67	55,08	40,25	4,67	95,33
P-3	0,00	3,75	62,93	33,32	3,75	96,25
P-4	0,00	10,87	51,66	37,48	10,87	89,13
P-5	0,00	23,97	44,24	31,80	23,97	76,03
P-8	0,00	2,60	73,05	24,35	2,60	97,40
P-11	8,01	71,50	14,14	6,35	79,51	20,49

STATIONS	% GRAVIER	% SABLE	% LIMON	% ARGILE	gravier+sable	limon+argile
L1	0,00	18,78	49,66	31,56	18,78	81,22
L2	0,00	29,18	44,68	26,14	29,18	70,82
L3	0,00	15,47	50,16	34,37	15,47	84,53
L4	0,00	24,52	49,99	25,49	24,52	75,48
L5	0,00	46,06	40,69	13,25	46,06	53,94
L6	0,00	59,38	35,36	5,26	59,38	40,62
L7	0,00	28,85	47,17	23,98	28,85	71,15
L8	0,00	26,95	50,91	22,14	26,95	73,05
L9	20,14	42,34	12,94	24,58	62,48	37,52
L10	0,96	43,54	42,40	13,10	44,50	55,50
L11	6,66	37,46	10,16	45,72	44,12	55,88
L12	0,00	13,03	42,16	44,82	13,03	86,98
L13	0,00	50,91	23,25	25,84	50,91	49,09
L14	0,00	83,01	9,22	7,76	83,01	16,98
L15	0,00	7,22	51,12	41,66	7,22	92,78
L16	0,00	2,16	37,18	60,66	2,16	97,84
L17	0,00	13,33	48,45	38,22	13,33	86,67
L18	0,00	0,60	62,65	36,75	0,60	99,40
L19	0,51	71,74	10,65	17,10	72,25	27,75
L20	0,00	49,67	14,07	36,26	49,67	50,33
L21	0,00	0,51	53,54	45,96	0,51	99,50
CB-1	0,00	0,00	41,38	58,62	0,00	100,00
CB-2	0,00	1,09	44,81	54,10	1,09	98,91
CB-3	0,00	25,21	16,66	58,13	25,21	74,79
CB-4	0,00	10,05	35,06	54,89	10,05	89,95





Annexe 8. Granulométrie des sédiments du lac Saint-Louis (régime sédimentaire) et classifications de Folk et de Shepard.

A: argile   L: limon   S: sable   V: vase   gl: glacio-lacustre

NA: non-analysé.



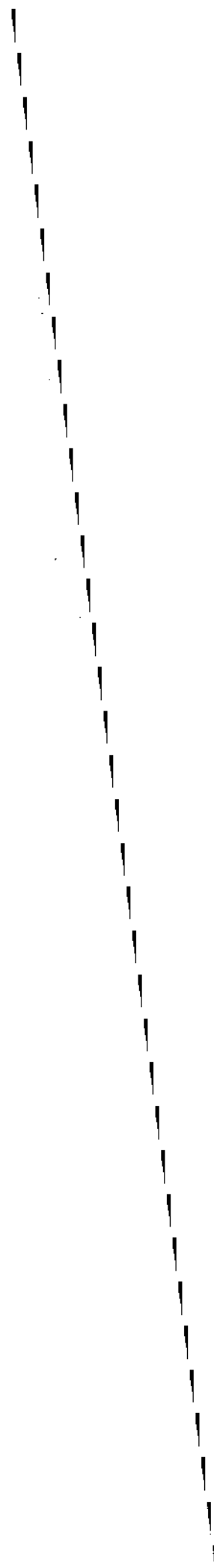
STATIONS	GRAVIER (%)	SABLE (%)	LIMON (%)	ARGILE (%)	ARG+LIM (%)	SHEPARD	FOLK
L1	0,00	23,77	26,86	49,37	76,23	A-L-S	V-S
L2	0,00	8,87	31,89	59,23	91,12	A-L	V
L3 (gl)	0,00	15,80	18,67	65,53	84,2	A-L	A-S
L4 (gl)	0,00	9,54	22,78	67,68	90,46	A-L	A
L5	0,00	6,95	37,81	55,23	93,04	A-L	V
L6 (gl)	0,00	6,23	26,18	67,59	93,77	A-L	A
L7 (gl)	0,00	49,38	15,47	35,16	50,63	S-A	A-S
L8	0,00	1,67	37,31	61,02	98,33	A-L	V
L9	0,00	4,42	35,38	60,20	95,58	A-L	V
L10	0,00	4,84	30,23	64,94	95,17	A-L	A
L11	0,00	95,64	1,86	2,50	4,36	S	S
L12	0,00	88,15	4,55	7,30	11,85	S	S-V
L13	0,00	2,73	34,74	62,53	97,27	A-L	V
L14	0,00	9,01	41,55	49,44	90,99	A-L	V
L15	0,00	56,8	30,49	12,71	43,20	S-L	S-L
L16	0,00	6,05	32,14	61,81	93,95	A-L	V
L17	0,00	4,67	34,47	60,86	95,33	A-L	V
L18	0,00	82,65	10,03	7,33	17,36	S	S-V
L19	0,00	62,76	16,76	20,48	37,24	S-A	S-V
L20	0,00	23,58	37,21	39,21	76,42	A-L-S	V-S
L21	0,00	3,99	34,29	61,72	96,01	A-L	V
L22	0,00	4,94	44,91	50,15	95,06	A-L	V
L23	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L24	0,00	20,84	38,47	40,68	79,15	A-L-S	V-S
L25	6,39	93,43	0,00	0,00	0,00	S	S
L26	0,00	1,63	38,51	59,87	98,38	A-L	V
L27	0,00	93,94	4,01	2,05	6,06	S	S
L28	0,00	8,96	59,22	31,81	91,03	L-A	V
L29	0,00	30,72	40,61	28,67	69,28	A-L-S	V-S
L30	0,03	99,43	0,00	0,00	0,00	S	S
L31	28,85	61,79	4,25	5,11	9,36	S	S
L32	37,15	53,81	3,40	5,59	8,99	S	S
L33	0,00	70,02	8,57	21,42	29,99	S-A	S-A
L34	0,00	9,45	37,54	53,01	90,55	A-L	V

STATIONS	GRAVIER (%)	SABLE (%)	LIMON (%)	ARGILE (%)	ARG+LIM (%)	SHEPARD	FOLK
L35 (gl)	2,96	79,13	8,05	9,86	17,91	S	S-V
L36	0,00	6,30	35,23	58,47	93,70	A-L	V
L37 (gl)	0,00	49,54	21,85	28,61	50,46	A-L-S	V-S
L38 (gl)	0,00	30,61	39,53	29,86	69,39	A-L-S	V-S
L39	0,00	57,10	21,69	21,21	42,90	A-L-S	S-V
L40	0,36	82,93	8,10	8,60	16,70	S	S-V
L41	0,00	96,40	0,00	0,00	0,00	S	S
L42	8,07	71,72	5,20	15,01	20,21	S	S-A
L43 (gl)	0,00	78,14	5,41	16,45	21,86	S	S-A
L44	0,00	12,07	39,50	48,43	87,93	A-L	V-S
L45	0,00	6,92	42,14	50,94	93,08	A-L	V
L46 (gl)	0,00	22,21	20,55	57,23	77,73	A-L-S	A-S
L47	0,00	8,54	35,79	55,67	91,46	A-L	V
L48 (gl)	3,44	76,52	4,92	15,12	20,04	S	S-A
L49 (gl)	0,00	18,61	48,21	33,18	81,39	L-A	V-S
L50	1,63	75,41	9,91	13,05	22,96	S	S-V
L51	19,96	79,78	0,00	0,00	0,00	S	S
L52	0,00	57,15	28,24	14,57	42,81	S-L	S-V
L53	2,18	92,69	1,28	3,84	5,12	S	S
L54	2,31	59,18	21,81	16,70	38,51	S-L	S-V
L55 (gl)	0,00	10,28	15,12	74,60	89,72	A-L	A-S
L56	3,02	90,04	3,54	3,40	6,94	S	S
L57 (gl)	42,66	50,86	4,62	1,85	6,47	S	S
L58 (gl)	57,79	25,17	8,66	8,37	17,03	S	S-V
L59	0,00	9,92	41,68	48,40	90,08	A-L	V
L60	0,00	57,13	24,61	18,26	42,87	S-L	S-V
L61	0,00	71,41	20,64	7,95	28,59	S-L	S-L
L62	0,00	83,71	11,18	5,11	16,29	S	S-L
L63	0,00	56,29	31,02	12,69	43,71	S-L	S-L
L64	3,24	72,71	13,81	10,23	24,04	S	S-V
L65	0,00	99,93	0,00	0,00	0,00	S	S
L66	0,00	44,94	41,55	3,50	45,05	S-L	L-S
L67	0,00	66,98	29,03	3,98	33,01	S-L	S-L
L68	0,00	1,56	56,10	42,34	98,44	L-A	V

STATIONS	GRAVIER (%)	SABLE (%)	LIMON (%)	ARGILE (%)	ARG+LIM (%)	SHEPARD	FOLK
L69	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L70 (gl)	0,00	17,12	8,86	74,02	82,88	A-S	A-S
L71	0,00	0,85	45,44	53,71	99,15	A-L	V
L72	0,00	15,33	49,77	34,90	84,67	L-A	V-S
L73	0,00	70,99	19,63	9,39	29,02	S-L	S-L
L74	0,00	80,13	12,84	7,03	19,87	S	S-V
L75	5,24	89,53	3,04	2,18	5,22	S	S
L76	40,41	59,54	0,00	0,00	0,00	S	S
L77	0,34	99,64	0,00	0,00	0,00	S	S
L78	0,00	67,97	24,61	7,42	32,03	S-L	S-L
L79	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L80	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L81	0,00	12,85	50,49	36,66	87,15	L-A	V-S
L82 (gl)	0,00	11,86	23,73	64,41	88,14	A-L	A-S
L83	0,00	9,91	48,58	41,51	90,09	L-A	V
L84	0,00	36,28	45,33	18,39	63,72	L-S	L-S
L85	0,00	87,59	8,41	4,00	12,41	S	S-L
L86	0,19	77,03	15,19	7,59	22,78	S	S-V
L87	13,56	86,28	0,00	0,00	0,00	S	S
L88	44,09	53,23	1,18	1,56	2,74	S	S
L89	0,00	73,66	23,64	2,70	26,34	S-L	S-L
L90	0,00	38,75	54,80	6,45	61,25	L-S	L-S
L91	0,00	34,80	45,50	20,43	65,93	A-L-S	L-S
L92	0,00	30,81	43,34	25,85	69,19	A-L-S	V-S
L93 (gl)	29,44	47,96	14,18	8,42	22,60	S	S-V
L94	18,01	39,51	15,81	26,68	42,49	S-A	S-V
L95	0,00	9,74	55,49	34,77	90,26	L-A	V
L96	0,00	99,42	0,00	0,00	0,00	S	S
L97	2,77	96,43	0,00	0,00	0,00	S	S
L98	0,10	99,86	0,00	0,00	0,00	S	S
L99	0,80	98,09	0,00	0,00	0,00	S	S
L100	1,25	69,31	20,61	8,83	29,44	S-L	S-L
L101	0,00	0,00	62,35	37,65	100,00	L-A	V
L102	0,00	0,00	55,77	44,23	100,00	L-A	V

STATIONS	GRAVIER (%)	SABLE (%)	LIMON (%)	ARGILE (%)	ARG+LIM (%)	SHEPARD	FOLK
L103	4,05	20,07	18,51	57,38	75,89	A-S	A-S
L104	0,71	44,44	21,94	32,91	54,85	A-L-S	V-S
L105 (gl)	0,30	77,11	7,29	15,30	22,59	S	S-A
L106	8,34	71,60	11,59	8,46	20,05	S	S-V
L107	0,00	34,61	47,83	17,56	65,39	L-S	L-S
L108	3,36	96,42	0,00	0,00	0,00	S	S
L109	0,00	99,97	0,00	0,00	0,00	S	S
L110	0,00	38,96	31,18	29,86	0,00	A-L-S	V-S
L111	3,59	95,33	0,00	0,00	0,00	S	S
L112	0,00	10,92	58,20	30,88	89,08	L-A	V-S
L113	0,00	10,61	37,25	52,15	89,40	A-L	V-S
L114 (gl)	23,87	60,63	7,46	8,05	15,51	S	S-V
L115 (gl)	31,98	57,26	4,87	5,89	10,76	S	S-V
L116	44,64	55,33	0,03	0,00	0,03	S	S
L117 (gl)	4,77	31,35	33,14	30,74	63,88	A-L-S	V-S
L118	0,00	39,75	34,98	25,27	60,25	A-L-S	V-S
L119	2,71	97,25	0,00	0,00	0,00	S	S
L120	33,36	65,51	0,00	0,00	0,00	S	S
L121	0,00	54,54	33,54	11,92	45,46	S-L	S-L
L122	0,00	26,47	35,29	38,23	73,52	A-L-S	V-S
L123	0,00	0,00	48,50	51,50	100,00	A-L	V
L124	9,84	90,12	0,00	0,00	0,00	S	S
L125	0,00	9,45	39,90	50,65	90,55	A-L	V
L126	0,00	57,49	20,93	21,58	42,51	A-L-S	S-V
L127	38,28	61,60	0,06	0,06	0,12	S	S
L128	2,52	89,32	3,77	4,39	8,16	S	S
L129	0,00	71,33	12,85	15,82	28,67	S-A	S-V
L130	0,00	99,94	0,03	0,03	0,06	S	S
L131	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L132	3,72	96,14	0,00	0,00	0,00	S	S
L133	0,00	99,24	0,00	0,00	0,00	S	S
L134	1,03	98,87	0,00	0,00	0,00	S	S
L135	0,00	86,75	6,33	6,93	13,26	S	S-V
L136	0,00	98,46	0,00	0,00	0,00	S	S

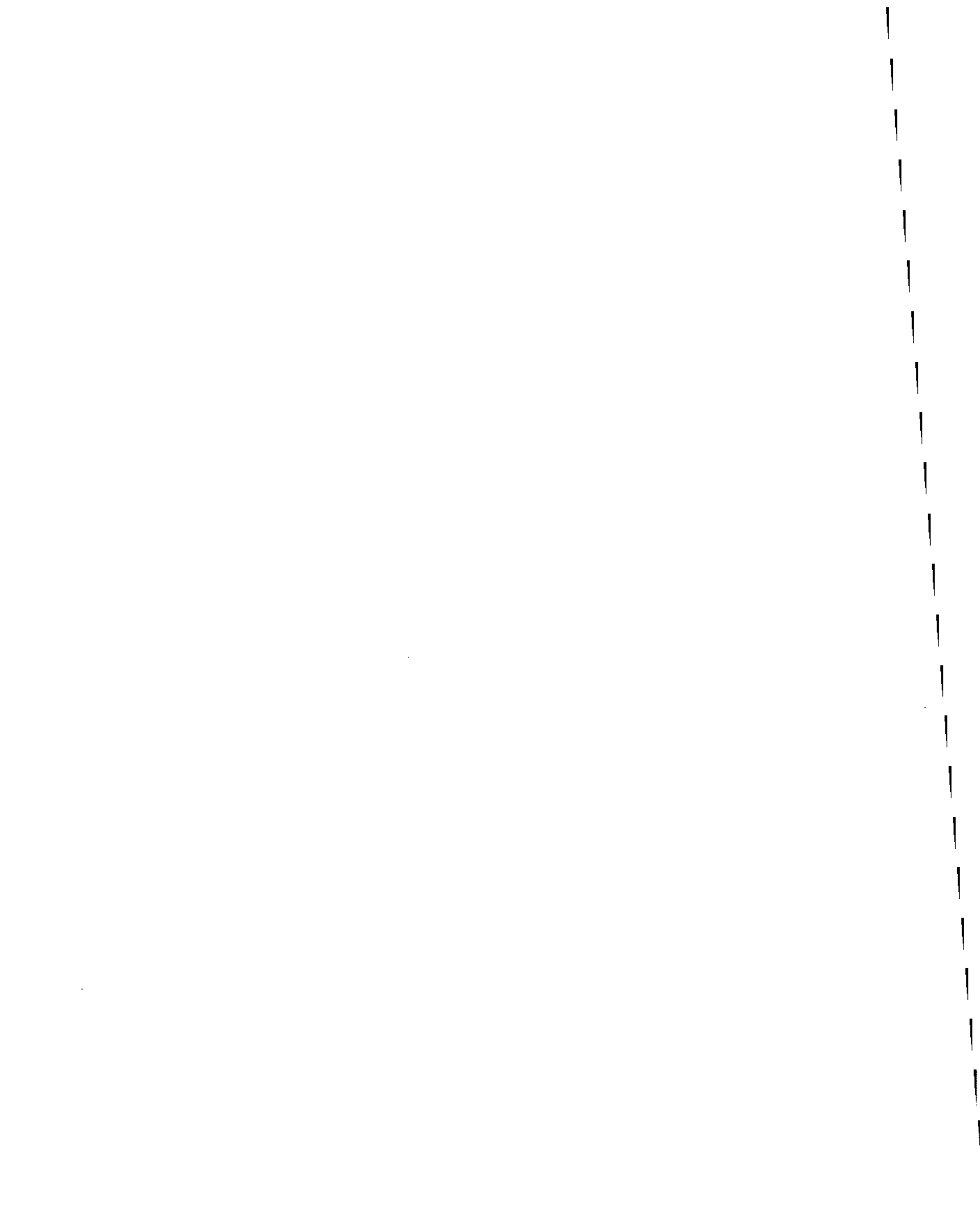
STATIONS	GRAVIER (%)	SABLE (%)	LIMON (%)	ARGILE (%)	ARG+LIM (%)	SHEPARD	FOLK
L137	0,26	99,63	0,00	0,00	0,00	S	S
L138	7,86	91,83	0,00	0,00	0,00	S	S
L139	34,12	65,67	0,00	0,00	0,00	S	S
L140	0,38	73,87	12,87	12,87	25,74	S-A	S-V
L141	1,20	98,66	0,00	0,00	0,00	S	S
L142 (g)	15,81	83,25	0,00	0,00	0,00	S	S
L143	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L144	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L145	0,00	67,68	15,08	17,24	32,32	S-A	S-V
L146	36,38	63,50	0,00	0,00	0,00	S	S
L147	1,79	98,13	0,06	0,06	0,12	S	S
L148	0,00	99,38	0,31	0,31	0,62	S	S
L149	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L150	1,69	98,28	0,00	0,00	0,00	S	S
L151	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA





Annexe 9. Minéralogie des sédiments du lac Saint-Louis.

NA: non-analysé.



STATIONS (vrac)	Si (%)	Al (%)	Fe (%)	Mg (%)	Ca (%)
B-1	82,20	8,30	1,50	0,40	2,50
B-2	68,20	14,10	4,40	3,20	3,60
B-3	67,00	12,70	3,60	3,60	6,50
B-4	82,70	7,70	1,90	0,30	2,70
C-1	69,20	11,50	3,30	3,30	7,00
C-2	69,50	11,40	3,60	2,30	7,40
C-3	78,80	8,40	2,40	0,75	5,40
C-4	83,80	7,30	1,90	0,30	2,20
D-2	71,40	11,40	4,00	3,20	4,60
D-4	63,70	14,90	5,70	4,20	3,90
F-2	48,30	10,40	28,00	2,80	4,50
G-2	66,70	13,70	3,80	3,80	5,40
G-3	83,20	8,60	1,40	0,20	1,80
G-4	68,80	12,60	3,50	3,20	5,90
I-1	61,00	13,80	12,90	2,90	2,80
I-3	70,00	12,50	3,00	3,00	4,80
J-3	59,30	16,70	6,50	4,30	5,60
K-1	78,70	9,60	2,00	0,60	3,90
K-3	82,20	8,50	1,50	0,30	2,30
K-4	72,10	8,60	2,30	1,70	10,90

STATIONS (vrac)	Na (%)	K (%)	Ti (%)	Mn (%)	P (%)
B-1	2,39	2,16	0,36	0,04	0,12
B-2	2,23	3,29	0,75	0,07	0,22
B-3	2,63	3,14	0,58	0,07	0,29
B-4	2,06	2,06	0,55	0,05	0,14
C-1	2,04	2,84	0,49	0,07	0,25
C-2	2,01	2,90	0,41	0,06	0,29
C-3	1,75	2,09	0,36	0,06	0,14
C-4	2,01	1,84	0,51	0,05	0,13
D-2	1,90	2,73	0,56	0,07	0,21
D-4	2,60	3,67	0,81	0,11	0,26
F-2	1,65	2,53	0,64	0,39	0,85
G-2	2,58	3,01	0,58	0,08	0,29
G-3	2,51	1,98	0,27	0,03	0,11
G-4	2,23	2,96	0,59	0,07	0,27
I-1	2,15	2,90	0,64	0,27	0,65
I-3	2,94	2,83	0,54	0,07	0,31
J-3	2,08	4,13	0,93	0,11	0,24
K-1	2,19	2,46	0,32	0,06	0,17
K-3	2,43	2,22	0,38	0,04	0,13
K-4	1,36	2,51	0,33	0,06	0,12

STATIONS (vrac)	C organique (%)	N total (%)	PPI (mg/g)
B-1	0,375	<0,002	3,00
B-2	0,614	0,727	19,00
B-3	1,432	<0,002	31,00
B-4	0,579	<0,002	8,00
C-1	2,097	<0,002	9,00
C-2	1,296	<0,002	22,00
C-3	0,920	<0,002	9,00
C-4	0,407	<0,002	5,00
D-2	1,919	0,188	53,00
D-4	1,057	<0,002	25,00
F-2	2,091	0,163	NA
G-2	1,305	<0,002	28,00
G-3	0,404	<0,002	9,00
G-4	1,580	<0,002	24,00
I-1	1,252	<0,002	16,00
I-3	0,727	<0,002	76,00
J-3	1,812	0,156	35,00
K-1	1,691	<0,002	19,00
K-3	NA	NA	NA
K-4	2,565	<0,002	9,00

STATIONS (surface)	Si (%)	Al (%)	Fe (%)	Mg (%)	Ca (%)
A-1	64,91	13,72	4,04	4,06	7,27
A-2	62,63	12,85	4,35	3,49	11,31
A-3	67,56	12,67	3,96	2,79	7,33
A-4	62,87	13,55	4,73	3,99	9,00
D-3	NA	NA	NA	NA	NA
D-4	63,66	14,67	5,69	4,38	4,28
E-1	60,98	16,02	8,73	4,52	2,54
E-2	60,89	16,01	8,72	4,50	2,86
E-3	61,24	15,98	7,78	4,65	3,34
E-4	72,62	12,98	3,19	1,91	3,33
F-3	64,92	12,10	7,35	2,82	7,06
F-4	63,49	12,76	4,00	3,96	10,22
G-1	63,17	14,00	5,54	4,52	6,54
H-1	69,43	13,79	4,77	2,39	2,99
H-2	62,40	16,09	7,49	4,22	2,97
H-3	62,26	15,81	7,02	4,26	3,75
I-2	62,73	13,99	5,95	4,24	6,77
J-1	62,87	15,49	7,62	4,06	3,43
J-2	67,37	14,09	5,86	3,14	3,47
J-4	73,17	13,09	3,02	1,39	3,37
P1	62,52	14,75	5,49	4,37	6,84
P3	62,17	14,60	5,92	4,30	7,09
P4	57,38	11,00	4,00	2,73	20,19
P5	66,53	12,37	4,01	2,98	8,62
P8	63,21	13,84	4,60	3,67	8,94
P9	64,75	13,49	4,40	3,52	7,95
P11	79,47	9,40	2,63	0,60	3,60

STATIONS (surface)	Na (%)	K (%)	Ti (%)	Mn (%)	P (%)
A-1	2,07	3,07	0,58	0,07	0,22
A-2	1,61	2,89	0,58	0,08	0,19
A-3	1,80	2,97	0,57	0,07	0,28
A-4	1,77	3,09	0,63	0,09	0,27
D-3	NA	NA	NA	NA	NA
D-4	2,35	3,73	0,85	0,12	0,26
E-1	2,16	3,46	0,90	0,31	0,37
E-2	2,07	3,48	0,92	0,26	0,30
E-3	2,08	3,61	0,88	0,18	0,25
E-4	2,48	2,71	0,48	0,06	0,22
F-3	1,86	2,96	0,53	0,12	0,27
F-4	1,72	3,01	0,52	0,09	0,22
G-1	1,88	3,31	0,70	0,11	0,22
H-1	1,99	3,17	0,81	0,17	0,50
H-2	1,99	3,42	0,85	0,20	0,36
H-3	2,22	3,45	0,82	0,15	0,26
I-2	1,89	3, 31	0,72	0,13	0,27
J-1	1,88	3,26	0,85	0,19	0,36
J-2	1,84	3,15	0,67	0,11	0,28
J-4	2,48	2,72	0,45	0,07	0,24
P1	1,65	3,35	0,72	0,10	0,21
P3	1,45	3,35	0,76	0,11	0,25
P4	1,57	2,50	0,45	0,07	0,10
P5	1,67	2,89	0,57	0,08	0,27
P8	1,67	3,05	0,64	0,09	0,28
P9	1,89	3,02	0,60	0,09	0,28
P11	1,42	2,12	0,51	0,08	0,18

STATIONS (surface)	C organique (%)	N total (%)	PPI (mg/g)
A-1	3,006	<0,002	40,00
A-2	6,317	0,501	96,00
A-3	3,126	0,229	53,00
A-4	5,250	0,423	89,00
D-3	4,896	0,424	80,00
D-4	1,589	<0,002	NA
E-1	3,490	<0,002	87,00
E-2	2,352	<0,002	99,00
E-3	4,044	0,372	92,00
E-4	1,102	<0,002	NA
F-3	3,310	<0,002	56,00
F-4	5,262	0,36	132,00
G-1	4,148	0,332	95,00
H-1	0,827	<0,002	NA
H-2	3,922	0,339	84,00
H-3	3,625	0,318	68,00
I-2	3,290	0,364	80,00
J-1	2,822	<0,002	130,00
J-2	2,579	<0,002	42,00
J-4	2,513	0,142	39,00
P1	5,224	0,398	NA
P3	6,318	0,541	NA
P4	8,433	0,505	NA
P5	4,291	0,334	58,00
P8	5,215	0,349	NA
P9	5,22	0,374	NA
P11	1,625	<0,002	NA



STATIONS (surface)	Si (%)	Al (%)	Fe (%)	Mg (%)	Ca (%)
L1	60,94	13,77	6,03	3,85	8,65
L2	64,45	13,14	6,50	3,97	5,63
L3	65,41	12,53	5,64	3,50	7,09
L4	65,35	12,62	5,73	3,63	6,67
L5	66,34	11,84	4,57	3,20	8,43
L6	59,87	10,55	4,06	2,82	1,79
L7	60,52	11,24	4,47	3,11	15,70
L8	64,72	12,50	6,08	3,65	7,15
L9	NA	NA	NA	NA	NA
L10	NA	NA	NA	NA	NA
L11	NA	NA	NA	NA	NA
L12	NA	NA	NA	NA	NA
L13	NA	NA	NA	NA	NA
L14	NA	NA	NA	NA	NA
L15	NA	NA	NA	NA	NA
L16	NA	NA	NA	NA	NA
L17	NA	NA	NA	NA	NA
L18	NA	NA	NA	NA	NA
L19	NA	NA	NA	NA	NA
L20	NA	NA	NA	NA	NA
L21	NA	NA	NA	NA	NA

STATIONS (surface)	Na (%)	K (%)	Ti (%)	Mn (%)	P (%)
L1	1,52	2,92	1,75	0,17	0,42
L2	1,59	3,58	0,71	0,20	0,23
L3	1,41	3,37	0,63	0,14	0,27
L4	1,48	3,42	0,70	0,15	0,24
L5	1,46	3,15	0,60	0,09	0,30
L6	1,28	2,67	0,51	0,08	0,27
L7	1,39	2,65	0,57	0,08	0,26
L8	1,38	3,34	0,73	0,11	0,33
L9	NA	NA	NA	NA	NA
L10	NA	NA	NA	NA	NA
L11	NA	NA	NA	NA	NA
L12	NA	NA	NA	NA	NA
L13	NA	NA	NA	NA	NA
L14	NA	NA	NA	NA	NA
L15	NA	NA	NA	NA	NA
L16	NA	NA	NA	NA	NA
L17	NA	NA	NA	NA	NA
L18	NA	NA	NA	NA	NA
L19	NA	NA	NA	NA	NA
L20	NA	NA	NA	NA	NA
L21	NA	NA	NA	NA	NA

STATIONS (surface)	C organique (%)	N total (%)	PPI (mg/g)
L1	6,21	<0,002	NA
L2	4,64	0,394	NA
L3	4,93	0,426	NA
L4	4,83	0,431	NA
L5	4,20	0,317	NA
L6	7,37	0,462	NA
L7	6,78	0,411	NA
L8	6,55	0,596	NA
L9	0,555	<0,002	NA
L10	6,06	0,207	NA
L11	0,41	<0,002	NA
L12	3,93	0,365	NA
L13	1,84	0,156	NA
L14	1,41	0,126	NA
L15	3,04	0,225	NA
L16	3,43	0,265	NA
L17	3,91	0,346	NA
L18	5,01	0,448	NA
L19	1,06	0,102	NA
L20	2,47	0,174	NA
L21	5,93	0,399	NA



Annexe 10. Contaminants des sédiments du lac Saint-Louis.

NA: non-analysé.



STATIONS (vrac)	Ni (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	V (mg/kg)	Pb (mg/kg)
B-1	9,00	6,00	104,00	21,00	14,00
B-2	13,00	12,00	149,00	62,00	16,00
B-3	14,00	11,00	135,00	47,00	25,00
B-4	8,00	7,00	84,00	29,00	11,00
C-1	13,00	10,00	112,00	41,00	16,00
C-2	14,00	8,00	112,00	37,00	17,00
C-3	12,00	9,00	125,00	30,00	16,00
C-4	9,00	5,00	93,00	26,00	17,00
D-2	13,00	13,00	105,00	43,00	15,00
D-4	32,00	20,00	116,00	93,00	21,00
F-2	99,00	28,00	156,00	110,00	54,00
G-2	15,00	16,00	151,00	51,00	39,00
G-3	9,00	6,00	54,00	24,00	21,00
G-4	13,00	13,00	151,00	46,00	31,00
I-1	52,00	26,00	179,00	94,00	42,00
I-3	11,00	9,00	124,00	39,00	18,00
J-3	39,00	20,00	133,00	105,00	19,00
K-1	12,00	8,00	113,00	21,00	19,00
K-3	9,00	7,00	117,00	18,00	18,00
K-4	10,00	8,00	139,00	22,00	14,00

STATIONS (vrac)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cu (mg/kg)
B-1	38,00	<2,00	0,020	10,00
B-2	45,00	7,00	0,010	16,50
B-3	90,00	<2,00	0,110	13,00
B-4	24,00	<2,00	0,060	9,00
C-1	113,00	<2,00	0,050	14,00
C-2	139,00	<2,00	0,060	15,00
C-3	81,00	<2,00	0,030	13,00
C-4	19,00	2,00	0,010	10,00
D-2	72,00	12,00	0,100	10,00
D-4	104,00	5,00	0,050	25,00
F-2	527,00	18,00	0,135	NA
G-2	233,00	<2,00	0,210	14,00
G-3	57,00	<2,00	0,075	7,00
G-4	187,00	<2,00	NA	15,00
I-1	222,00	19,00	0,360	48,00
I-3	111,00	7,00	0,060	9,00
J-3	128,00	<2,00	0,020	32,00
K-1	64,00	9,00	0,060	10,00
K-3	47,00	<2,00	NA	NA
K-4	37,00	<2,00	0,010	9,00



STATIONS	Aroclor™ 1242	Aroclor™ 1254	Aroclor™ 1260	BPC total
(vrac)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
B-1	0,005	<0,005	0,018	0,023
B-2	0,005	<0,005	<0,005	0,005
B-3	0,024	0,034	0,016	0,074
B-4	0,005	<0,005	0,016	0,021
C-1	0,007	0,008	0,007	0,022
C-2	0,013	0,015	0,009	0,037
C-3	0,007	0,006	0,006	0,019
C-4	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
D-2	0,019	0,019	0,010	0,048
D-4	0,021	0,016	0,026	0,063
F-2	0,022	0,031	0,021	0,074
G-2	0,046	0,058	0,036	0,140
G-3	0,008	0,009	0,013	0,030
G-4	0,030	0,038	0,021	0,089
I-1	0,006	0,019	0,014	0,039
I-3	0,020	0,018	0,013	0,051
J-3	NA	NA	NA	NA
K-1	0,037	0,033	0,013	0,083
K-3	NA	NA	NA	NA
K-4	0,039	0,021	0,005	0,065

STATIONS	HCB	pp'DDE	Mirex
(vrac)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
B-1	<0,001	<0,001	<0,001
B-2	<0,001	<0,001	<0,001
B-3	<0,001	0,002	<0,001
B-4	<0,001	<0,001	<0,001
C-1	<0,001	0,001	<0,001
C-2	<0,001	0,001	<0,001
C-3	<0,001	0,001	<0,001
C-4	<0,001	<0,001	<0,001
D-2	0,001	0,001	<0,001
D-4	0,001	0,001	<0,001
F-2	<0,001	0,002	<0,001
G-2	0,001	0,004	<0,001
G-3	<0,001	0,001	<0,001
G-4	0,001	0,002	<0,001
I-1	<0,001	0,001	<0,001
I-3	<0,001	0,001	<0,001
J-3	NA	NA	NA
K-1	0,002	<0,001	<0,001
K-3	NA	NA	NA
K-4	0,001	0,001	<0,001

STATIONS (surface)	Ni (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	V (mg/kg)	Pb (mg/kg)
A-1	32,00	13,00	63,00	52,00	37,00
A-2	36,00	18,00	62,00	50,00	30,00
A-3	30,00	14,00	66,00	49,00	35,00
A-4	38,00	16,00	74,00	58,00	36,00
D-3	NA	NA	NA	NA	NA
D-4	30,00	23,00	70,00	51,00	23,00
E-1	52,00	29,00	117,00	99,00	56,00
E-2	52,00	33,00	118,00	99,00	60,00
E-3	52,00	30,00	111,00	64,00	64,00
E-4	23,00	9,00	54,00	40,00	27,00
F-3	32,00	19,00	70,00	49,00	44,00
F-4	31,00	15,00	62,00	48,00	33,00
G-1	48,00	24,00	100,00	77,00	64,00
H-1	21,00	12,00	87,00	62,00	24,00
H-2	48,00	14,00	107,00	87,00	62,00
H-3	49,00	28,00	107,00	85,00	57,00
I-2	44,00	12,00	39,00	72,00	49,00
J-1	50,00	27,00	107,00	84,00	61,00
J-2	33,00	29,00	85,00	62,00	34,00
J-4	23,00	18,00	55,00	38,00	32,00
P1	42,00	18,00	81,00	66,00	40,00
P3	45,00	22,00	83,00	67,00	49,00
P4	30,00	13,00	56,00	36,00	25,00
P5	33,00	14,00	65,00	48,00	32,00
P8	35,00	18,00	71,00	57,00	31,00
P9	35,00	17,00	72,00	60,00	30,00
P11	23,00	11,00	44,00	43,00	22,00

STATIONS (surface)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cu (mg/kg)
A-1	143,00	3,00	0,47	23,00
A-2	173,00	8,00	0,37	30,00
A-3	128,00	6,00	2,44	25,00
A-4	188,00	9,00	4,78	34,00
D-3	NA	NA	0,51	39,00
D-4	116,00	<2,00	0,16	20,00
E-1	322,00	2,00	0,32	40,00
E-2	349,00	3,00	0,34	47,00
E-3	465,00	6,00	0,52	57,00
E-4	109,00	2,00	0,09	12,00
F-3	314,00	12,00	0,28	23,00
F-4	250,00	4,00	0,23	25,00
G-1	534,8	6,00	0,42	56,00
H-1	90,00	<2,00	0,04	9,00
H-2	390,00	4,00	0,47	56,00
H-3	430,00	<2,00	0,59	41,00
I-2	440,00	3,00	0,64	55,00
J-1	385,00	8,00	0,38	57,00
J-2	265,00	<2,00	0,23	21,00
J-4	104,00	<2,00	0,33	14,00
P1	220,00	8,00	0,45	35,00
P3	225,00	<2,00	0,50	54,00
P4	160,00	8,00	1,20	29,00
P5	150,00	12,00	0,20	28,00
P8	153,00	<2,00	0,31	27,00
P9	155,00	<2,00	3,36	29,00
P11	71,00	<2,00	1,56	18,00

STATIONS (surface)	Aroclor™ 1242 (mg/kg)	Aroclor™ 1254 (mg/kg)	Aroclor™ 1260 (mg/kg)	BPC total (mg/kg)
A-1	0,012	0,021	0,015	0,048
A-2	0,059	0,077	0,068	0,204
A-3	0,029	0,047	0,028	0,104
A-4	0,070	0,105	0,073	0,248
D-3	0,054	0,065	0,054	0,173
D-4	NA	NA	NA	NA
E-1	0,022	0,028	0,036	0,086
E-2	0,024	0,028	0,046	0,098
E-3	0,029	0,042	0,045	0,116
E-4	0,012	0,013	0,017	0,042
F-3	0,024	0,280	0,033	0,085
F-4	0,126	0,030	0,036	0,192
G-1	0,056	0,057	0,057	0,170
H-1	0,005	0,029	0,015	0,049
H-2	0,033	0,055	0,045	0,133
H-3	0,068	0,083	0,048	0,199
I-2	0,093	0,125	0,070	0,288
J-1	NA	NA	NA	NA
J-2	0,021	0,029	0,024	0,074
J-4	0,030	0,036	0,035	0,101
P1	NA	NA	NA	NA
P3	NA	NA	NA	NA
P4	NA	NA	NA	NA
P5	0,035	0,050	0,037	0,122
P8	NA	NA	NA	NA
P9	NA	NA	NA	NA
P11	NA	NA	NA	NA

STATIONS (surface)	HCB (mg/kg)	pp'DDE (mg/kg)	Mirex (mg/kg)
A-1	<0,001	0,001	<0,001
A-2	0,001	0,005	<0,001
A-3	0,002	0,004	<0,001
A-4	0,004	0,008	<0,001
D-3	0,002	0,005	0,001
D-4	NA	NA	NA
E-1	0,001	0,004	<0,001
E-2	0,001	0,004	<0,001
E-3	0,001	0,004	0,001
E-4	<0,001	0,001	<0,001
F-3	0,001	0,003	<0,001
F-4	0,001	0,003	0,001
G-1	0,001	0,002	<0,001
H-1	<0,001	0,003	<0,001
H-2	0,001	0,005	0,001
H-3	0,002	0,006	<0,001
I-2	0,002	0,008	0,001
J-1	NA	NA	NA
J-2	0,001	0,003	0,001
J-4	0,001	0,003	0,001
P1	NA	NA	NA
P3	NA	NA	NA
P4	NA	NA	NA
P5	0,002	0,003	<0,001
P8	NA	NA	NA
P9	NA	NA	NA
P11	NA	NA	NA

STATIONS	Ni (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	V (mg/kg)	Pb (mg/kg)
L1	80,00	14,00	140,00	162,00	100,00
L2	45,00	16,00	92,00	104,00	40,00
L3	32,00	11,00	78,00	88,00	23,00
L4	38,00	11,00	79,00	91,00	32,00
L5	29,00	7,00	69,00	73,00	26,00
L6	32,00	3,00	60,00	53,00	27,00
L7	34,00	4,00	61,00	62,00	36,00
L8	42,00	13,00	87,00	94,00	46,00
L9	19,00	NA	NA	NA	10,00
L10	27,00	NA	NA	NA	138,00
L11	19,00	NA	NA	NA	11,00
L12	55,00	NA	NA	NA	65,00
L13	22,00	NA	NA	NA	26,00
L14	21,00	NA	NA	NA	20,00
L15	38,00	NA	NA	NA	28,00
L16	51,00	NA	NA	NA	59,00
L17	47,00	NA	NA	NA	60,00
L18	38,00	NA	NA	NA	48,00
L19	18,00	NA	NA	NA	27,00
L20	38,00	NA	NA	NA	71,00
L21	50,00	NA	NA	NA	101,00

STATIONS	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cu (mg/kg)
L1	246,00	23,37	34,90	105,00
L2	155,00	5,66	1,38	46,00
L3	142,00	4,61	0,47	39,00
L4	177,00	5,33	0,54	40,00
L5	135,00	4,39	2,08	35,00
L6	142,00	5,33	2,20	40,00
L7	175,00	7,12	4,14	44,00
L8	229,00	6,28	0,46	57,00
L9	54,00	3,29	0,02	15,00
L10	242,00	2,74	0,33	131,00
L11	80,00	4,15	0,02	19,00
L12	370,00	6,39	0,45	68,00
L13	164,00	3,99	0,14	20,00
L14	179,00	3,88	0,28	19,00
L15	178,00	5,98	0,28	46,00
L16	303,00	5,55	0,33	52,00
L17	440,00	5,35	0,53	57,00
L18	392,00	6,35	0,40	49,00
L19	118,00	2,65	0,22	18,00
L20	481,00	32,70	0,27	32,00
L21	686,00	12,90	2,25	64,00



STATIONS	Cd (mg/kg)	Se (mg/kg)	Mo (mg/kg)
L1	1,20	0,82	<20,0
L2	1,40	0,77	<20,0
L3	0,60	0,76	<20,0
L4	1,00	0,75	<20,0
L5	0,60	0,67	<20,0
L6	1,00	1,14	<20,0
L7	0,80	1,22	<20,0
L8	1,40	1,14	<20,0
L9	<0,20	<0,20	<20,0
L10	4,60	0,23	<20,0
L11	<0,20	<0,20	<20,0
L12	1,70	1,23	<20,0
L13	0,90	0,36	<20,0
L14	1,00	0,36	<20,0
L15	<0,20	0,40	<20,0
L16	1,00	0,58	<20,0
L17	2,80	1,25	<20,0
L18	2,70	1,27	<20,0
L19	0,20	<0,20	<20,0
L20	1,60	0,49	<20,0
L21	14,00	1,10	<20,0

STATIONS	BPC total (mg/kg)	HCB (mg/kg)	pp'DDE (mg/kg)	Mirex (mg/kg)
L1	0,394	1,928	0,006	<0,004
L2	<0,09	0,008	<0,004	<0,004
L3	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L4	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L5	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L6	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L7	<0,09	0,005	<0,004	<0,004
L8	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L9	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L10	0,660	<0,004	0,011	<0,004
L11	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L12	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L13	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L14	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L15	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L16	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L17	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L18	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L19	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L20	<0,09	<0,004	<0,004	<0,004
L21	0,110	0,015	<0,004	<0,004

STATIONS	Anthracène (mg/kg)	Fluoranthène (mg/kg)	Pyrène (mg/kg)	Chrysène (mg/kg)
L1	---	---	---	---
L2	0,020	<0,001	0,250	<0,001
L3	0,006	0,090	0,060	0,130
L4	0,010	0,200	0,200	0,160
L5	0,002	0,020	0,020	0,030
L6	0,001	0,010	0,020	0,040
L7	---	---	---	---
L8	0,008	0,220	0,100	0,200
L9	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
L10	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
L11	<0,001	0,008	<0,001	<0,001
L12	0,040	0,030	<0,001	0,080
L13	0,001	0,030	<0,001	0,020
L14	0,001	0,040	<0,001	0,020
L15	---	---	---	---
L16	0,002	0,060	<0,001	0,090
L17	0,002	0,040	<0,001	0,070
L18	0,007	0,170	<0,001	0,230
L19	0,030	0,500	<0,001	0,700
L20	0,001	0,030	<0,001	0,030
L21	---	---	---	---
moyenne	0,008	0,085	0,038	0,106

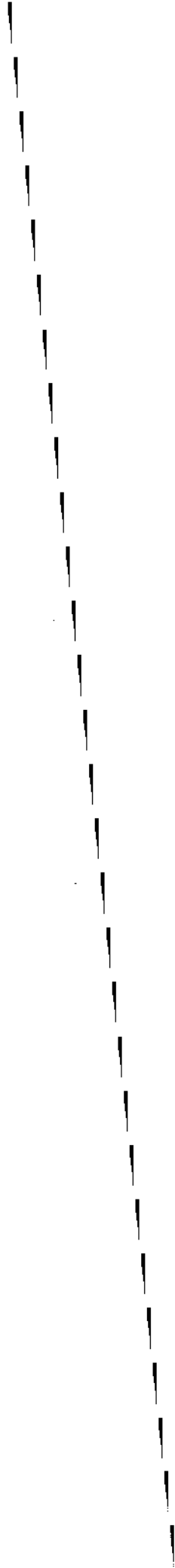
STATIONS	Naphtalène (mg/kg)	Acenaphthylène (mg/kg)	Acenaphtène (mg/kg)	Fluorène (mg/kg)	Phenanthrène (mg/kg)
L1	---	---	---	---	---
L2	0,04	0,22	<0,02	<0,005	0,110
L3	0,08	<0,02	0,06	<0,005	0,030
L4	<0,01	<0,02	0,12	<0,005	0,100
L5	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	<0,001
L6	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	<0,001
L7	---	---	---	---	---
L8	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	0,040
L9	<0,01	<0,02	<0,02	0,005	0,002
L10	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	<0,001
L11	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	0,002
L12	0,05	<0,02	<0,02	<0,005	0,020
L13	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	0,002
L14	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	0,090
L15	---	---	---	---	---
L16	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	0,020
L17	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	0,009
L18	<0,01	<0,02	<0,02	<0,005	0,040
L19	0,04	<0,02	<0,02	<0,005	0,140
L20	0,02	<0,02	<0,02	<0,005	0,006
L21	---	---	---	---	---
Moyenne	0,014	0,013	0,011	<0,005	0,036

STATIONS	Benzo(A)ant. (mg/kg)	Benzo(b)flu. (mg/kg)	Benzo(k)flu. (mg/kg)	Benzo(a)pyr. (mg/kg)
L1	---	---	---	---
L2	0,550	0,280	0,080	0,240
L3	0,040	0,120	0,030	0,050
L4	0,100	0,190	0,040	0,170
L5	0,020	0,060	0,030	0,030
L6	0,009	0,030	0,010	0,020
L7	---	---	---	---
L8	0,080	0,190	0,100	0,110
L9	<0,001	0,020	<0,001	<0,001
L10	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
L11	0,001	0,030	0,002	0,003
L12	0,007	0,070	0,010	0,030
L13	0,004	0,070	0,010	0,030
L14	0,006	0,080	0,010	0,040
L15	---	---	---	---
L16	0,020	0,140	0,020	0,070
L17	0,010	0,120	0,020	0,060
L18	0,040	0,130	0,040	0,100
L19	0,090	0,180	0,050	0,140
L20	0,005	0,090	0,009	0,030
L21	---	---	---	---
moyenne	0,0578	0,106	0,027	0,066

STATIONS	Dibenzo(ah)a. (mg/kg)	Benzo(ghi)pér. (mg/kg)	Indéno(123cd)p (mg/kg)	HPA totaux (mg/kg)
L1	---	---	---	---
L2	0,8	0,65	0,48	3,72
L3	0,009	0,12	0,12	0,865
L4	0,57	0,43	0,3	2,59
L5	0,16	0,07	0,09	0,532
L6	0,09	0,04	0,05	0,32
L7	---	---	---	---
L8	0,57	0,35	0,44	2,408
L9	<0,003	0,002	0,002	0,031
L10	<0,003	<0,002	<0,002	<0,071
L11	<0,003	<0,002	0,004	0,05
L12	0,02	0,04	0,05	0,447
L13	0,31	0,13	0,08	0,687
L14	0,12	0,12	0,07	0,597
L15	---	---	---	---
L16	0,23	0,29	0,17	1,112
L17	0,27	0,22	0,13	0,951
L18	0,49	0,38	0,19	1,817
L19	0,73	0,59	0,29	3,48
L20	0,1	0,1	0,06	0,481
L21	---	---	---	---
moyenne	0,263	0,208	0,149	1,2555

Annexe 11. Données bactériologiques des sédiments du lac Saint-Louis.

NA: non-analysé.





Stations	Hétérotrophes (nb/ml)	Hétérot. (Log)	Soufre organ. (nb/100ml)	Soufre org. (Log)	Desulfovibrio (nb/100ml)	Desulf. (Log)
B-1	16000	4,204	490000	5,690	1300	3,114
B-2	46000	4,663	110000	5,041	3300	3,519
B-3	420000	5,623	2300000	6,362	3300	3,519
B-4	680000	5,833	790000	5,898	4600	3,663
C-1	190000	5,279	330000	5,519	4900	3,690
C-2	1300000	6,114	2400000	6,380	7900	3,898
C-3	180000	5,255	490000	5,690	3300	3,519
C-4	400000	5,602	1100000	6,041	11000	4,041
D-2	320000	5,505	1100000	6,041	7000	3,845
D-4	490000	5,690	3500000	6,544	24000	4,380
G-2	99000	4,996	5400000	6,732	35000	4,544
G-3	390000	5,591	280000	5,447	160000	5,204
G-4	420000	5,623	1700000	6,230	160000	5,204
I-1	670000	5,826	2300000	6,362	3300	3,519
I-3	550000	5,740	1300000	6,114	160000	5,204
J-3	650000	5,813	1300000	6,114	2300	3,362
K-1	220000	5,342	790000	5,898	7900	3,898
K-4	18000	4,255	130000	5,114	14	1,146
A1	160000	5,204	220000	5,342	3300	3,519
A2	580000	5,763	220000	5,342	24000	4,380
A3	430000	5,633	11000000	7,041	2300	3,362
A4	870000	5,940	280000	5,447	13000	4,114
D3	770000	5,886	2300000	6,362	4900	3,690
E1	310000	5,491	3500000	6,544	17000	4,230
E2	320000	5,505	3500000	6,544	1100	3,041
E3	240000	5,380	700000	5,845	700	2,845
F3	350000	5,544	1100000	6,041	13000	4,114
F4	1100000	6,041	2800000	6,447	54000	4,732
G1	540000	5,732	3500000	6,544	4900	3,690
H2	240000	5,380	490000	5,690	7900	3,898
H3	3000000	6,477	13000000	7,114	2300	3,362
I2	280000	5,447	350000	5,544	4600	3,663
J1	710000	5,851	1300000	6,114	13000	4,114
J2	2500000	6,398	16000000	8,204	4900	3,690
J4	2800000	6,447	4900000	6,690	1700	3,230
P5	410000	5,613	490000	5,690	580	2,763

Stations	Thiobacillus (nb/100ml)	Thiobac. (Log)	Ammonifiantes (nb/100ml)	Ammonif. (Log)	Nitrosomonas (nb/100ml)	Nitrosom. (Log)
B-1	280	2,447	7000000	6,845	490	2,690
B-2	5	0,699	140000	5,146	49	1,690
B-3	490	2,690	5400000	6,732	490	2,690
B-4	18000	4,255	2800000	6,447	230	2,362
C-1	92000	4,964	1400000	6,146	3300	3,519
C-2	21000	4,322	2200000	6,342	4900	3,690
C-3	54000	4,732	180000	5,255	2300	3,362
C-4	24000	4,380	140000	5,146	170	2,230
D-2	35000	4,544	2400000	6,380	700	2,845
D-4	49	1,690	1400000	6,146	490	2,690
G-2	160000	5,204	480000	5,681	3300	3,519
G-3	54000	4,732	3500000	6,544	1100	3,041
G-4	430	2,633	2800000	6,447	7900	3,898
I-1	35000	4,544	24000000	7,380	7900	3,898
I-3	92000	4,964	9500000	6,978	3300	3,519
J-3	92000	4,964	1800000	6,255	2300	3,362
K-1	35000	4,544	1400000	6,146	2200	3,342
K-4	2200	3,342	1100000	6,041	230	2,362
A1	92000	4,964	240000000	8,380	ND	ND
A2	28000	4,447	240000000	8,380	ND	ND
A3	14000	4,146	240000000	8,380	790	2,898
A4	92000	4,964	37000000	7,568	4900	3,690
D3	160000	5,204	17000000	7,230	3300	3,519
E1	28000	4,447	14000000	7,146	13000	4,114
E2	2800	3,447	160000000	8,204	3500	3,544
E3	700	2,845	11000000	7,041	4900	3,690
F3	160000	5,204	130000	5,114	7900	3,898
F4	28000	4,447	950000	5,978	3300	3,519
G1	35000	4,544	2200000	6,342	11000	4,041
H2	11000	4,041	790000	5,898	13000	4,114
H3	4300	3,633	35000000	7,544	24000	4,380
I2	28000	4,447	3300000	6,519	1100	3,041
J1	35000	4,544	2100000	6,322	14000	4,146
J2	9500	3,978	160000000	8,204	4900	3,690
J4	4300	3,633	240000000	8,380	35000	4,544
P5	160000	5,204	240000000	8,380	ND	ND

Stations	Dénitrifiantes (nb/100ml)	Dénitrif. (Log)
B-1	230000	5,362
B-2	49000	4,690
B-3	490000	5,690
B-4	790000	5,898
C-1	33000	4,519
C-2	2400000	6,380
C-3	43000	4,633
C-4	220000	5,342
D-2	700000	5,845
D-4	1700000	6,230
G-2	9200000	6,964
G-3	640000	5,806
G-4	5400000	6,732
I-1	1300000	6,114
I-3	950000	5,978
J-3	330000	5,519
K-1	790000	5,898
K-4	79000	4,898
A1	240000000	8,380
A2	160000000	8,204
A3	240000000	8,380
A4	3500000	6,544
D3	1700000	6,230
E1	7900000	6,898
E2	24000000	7,380
E3	7900000	6,898
F3	790000	5,898
F4	1800000	6,255
G1	280000000	8,447
H2	640000	5,806
H3	240000000	8,380
I2	2300000	6,362
J1	490000	5,690
J2	240000000	8,380
J4	240000000	8,380
P5	240000000	8,380

Stations	ATP (g/g sédiment sec) (X 10 <sup>-6</sup> )	Stations	ATP (g/g sédiment sec) (X 10 <sup>-6</sup> )
B-1	0,84	L-1	0,77
B-2	0,21	L-2	0,10
B-3	1,40	L-3	0,11
B-4	0,90	L-4	0,99
C-1	0,63	L-5	0,51
C-2	NA	L-6	0,50
C-3	0,40	L-7	0,76
C-4	3,30	L-8	1,30
D-2	1,00	L-9	0,26
D-4	2,20	L-10	0,67
G-2	0,48	L-11	0,20
G-3	1,10	L-12	0,43
G-4	2,70	L-13	0,98
I-1	0,16	L-14	0,58
I-3	0,45	L-15	0,33
J-3	0,77	L-16	0,33
K-1	0,57	L-17	0,51
K-4	0,57	L-18	1,00
A1	0,41	L-19	0,52
A2	0,10	L-20	0,42
A3	0,50	L-21	0,40
A4	0,34		
D3	1,60		
E1	0,54		
E2	0,14		
E3	0,11		
F3	0,15		
F4	0,17		
G1	0,79		
H2	0,16		
H3	0,30		
I2	NA		
J1	0,59		
J2	0,57		
J4	0,59		
P5	1,90		

Annexe 12. Données (granulométrie, minéralogie, contaminants) des sédiments des stations échantillonnées en vrac dans les zones de sédiments meubles du lac Saint-Louis. Ces données n'ont pas été utilisées dans cette étude.



STATIONS	% GRAVIER	% SABLE	% LIMON	% ARGILE
A-1	0,00	53,41	25,32	21,27
A-2	0,00	59,79	29,72	10,49
A-4	6,31	74,15	7,90	11,64
D-3	0,12	36,11	21,47	42,30
E-1	5,51	79,89	8,76	5,84
E-2	2,55	63,86	19,06	14,52
E-3	7,10	75,15	10,65	7,10
E-4	0,52	75,86	16,87	6,75
F-3	0,27	50,64	31,91	17,18
F-4	3,91	48,95	33,41	13,74
G-1	0,00	1,79	70,55	27,66
H-1	0,00	29,33	44,17	26,50
H-2	0,00	10,21	55,67	34,12
H-3	0,00	6,69	67,86	25,45
i-1	38,66	50,54	4,72	6,08
J-1	0,00	9,53	65,14	25,33
J-2	0,20	42,43	36,51	20,86
J-4	0,00	5,62	70,79	23,60

STATIONS (vrac)	Si (%)	Al (%)	Fe (%)	Mg (%)	Ca (%)
A-1	65,9	13,8	4,0	3,8	6,6
A-2	63,2	14,1	4,5	3,7	8,6
A-4	62,8	15,5	6,4	4,4	4,4
D-3	61,5	14,6	5,6	4,2	7,7
E-1	60,1	16,3	8,9	4,5	3,0
E-2	60,2	16,2	8,9	4,5	3,0
E-3	60,5	16,0	7,7	4,7	4,3
E-4	62,8	15,1	6,2	4,6	4,6
F-3	60,8	15,0	6,1	5,2	6,2
F-4	61,7	14,8	5,2	4,8	6,9
G-1	61,1	15,3	6,4	4,7	6,1
H-1	63,3	15,8	6,3	4,0	3,2
H-2	62,5	15,7	7,0	4,2	3,6
H-3	62,5	15,8	6,4	4,3	4,0
I-2	56,7	15,0	6,8	5,3	6,5
J-1	62,4	15,5	7,7	4,1	3,5
J-2	67,5	14,0	4,4	3,0	4,1
J-4	63,8	14,6	5,7	4,6	5,8



STATIONS (vrac)	Na (%)	K (%)	Ti (%)	Mn (%)	P (%)
A-1	2,10	2,95	0,59	0,08	0,28
A-2	1,86	3,05	0,61	0,07	0,24
A-4	1,86	3,45	0,81	0,11	0,25
D-3	2,04	3,26	0,72	0,09	0,26
E-1	2,37	3,47	0,91	0,20	0,33
E-2	2,43	3,45	0,92	0,20	0,33
E-3	2,06	3,56	0,85	0,15	0,33
E-4	2,21	3,38	0,73	0,11	0,26
F-1	2,64	3,19	0,88	0,11	0,36
F-3	1,96	3,53	0,79	0,1	0,24
F-4	2,03	3,45	0,72	0,10	0,27
G-1	1,89	3,42	0,78	0,11	0,28
H-1	2,77	3,34	0,81	0,14	0,35
H-2	2,58	3,27	0,78	0,14	0,27
H-3	2,47	3,33	0,77	0,12	0,26
I-2	2,16	3,53	0,78	0,11	0,25
J-1	2,28	3,21	0,83	0,16	0,33
J-2	2,89	3,12	0,63	0,08	0,34
J-4	2,09	3,34	0,72	0,10	0,26

STATIONS	% C organique	% N total	PPI (mg/g)
A-1	2,377	0,166	33
A-2	3,991	0,374	61
A-4	4,077	0,322	83
D-3	4,082	0,428	87
E-1	3,631	0,338	80
E-2	3,321	0,290	85
E-3	4,473	0,430	87
E-4	3,253	0,327	67
F-3	3,644	<0,002	57
F-4	3,873	0,309	53
G-1	4,638	0,410	82
H-1	1,999	<0,002	36
H-2	2,345	<0,002	53
H-3	2,661	0,245	48
I-2	3,212	0,221	86
J-1	3,984	0,453	103
J-2	1,440	0,138	28
J-4	3,211	0,254	55

STATIONS (vrac)	Ni (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	V (mg/kg)	Pb (mg/kg)
A-1	26,00	15,00	150,00	52,00	34,00
A-2	32,00	14,00	124,00	70,00	37,00
A-4	52,00	26,00	141,00	99,00	59,00
D-3	41,00	16,00	118,00	88,00	44,00
E-1	68,00	32,00	176,00	119,00	71,00
E-2	68,00	31,00	190,00	119,00	71,00
E-3	62,00	26,00	160,00	104,00	66,00
E-4	46,00	22,00	139,00	90,00	56,00
F-3	47,00	24,00	136,00	94,00	57,00
F-4	40,00	16,00	177,00	84,00	55,00
G-1	49,00	23,00	156,00	92,00	68,00
H-1	38,00	38,00	132,00	97,00	48,00
H-2	46,00	23,00	142,00	97,00	46,00
H-3	43,00	21,00	143,00	89,00	47,00
I-2	51,00	23,00	146,00	93,00	51,00
J-1	54,00	27,00	154,00	104,00	59,00
J-2	24,00	12,00	140,00	54,00	37,00
J-4	41,00	19,00	156,00	86,00	53,00

STATIONS (vrac)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cu (mg/kg)
A-1	118,00	3,00	0,360	NA
A-2	148,00	<2,00	1,100	NA
A-4	214,00	<2,00	4,800	NA
D-3	201,00	8,00	1,400	38,00
E-1	383,00	12,00	0,250	NA
E-2	375,00	<2,00	0,370	NA
E-3	570,00	<2,00	0,730	NA
E-4	491,00	<2,00	0,290	NA
F-3	397,00	<2,00	0,470	39,00
F-4	491,00	6,00	0,490	41,00
G-1	533,00	3,00	0,260	40,00
H-1	171,00	<2,00	NA	40,00
H-2	199,00	9,00	0,420	43,00
H-3	297,00	<2,00	0,100	40,00
I-2	403,00	5,00	0,250	45,00
J-1	356,00	3,00	0,260	NA
J-2	217,00	<2,00	0,230	NA
J-4	447,00	<2,00	0,390	NA

STATIONS (vrac)	Aroclor™ 1242 (mg/kg)	Aroclor™ 1254 (mg/kg)	Aroclor™ 1260 (mg/kg)	HCB (mg/kg)	pp'DDE (mg/kg)
A-1	0,036	0,046	0,024	0,001	0,003
A-2	0,105	0,131	0,056	0,002	0,004
A-4	0,097	0,193	0,087	0,013	0,010
D-3	0,097	0,130	0,068	0,003	0,005
E-1	0,019	0,033	0,028	0,001	0,003
E-2	0,029	0,046	0,042	<0,001	0,005
E-3	0,041	0,049	0,089	0,001	0,006
E-4	0,092	0,108	0,050	0,002	0,008
F-3	0,144	0,189	0,075	0,002	0,010
F-4	0,140	0,175	0,083	0,004	0,010
G-1	0,062	0,083	0,062	0,002	0,007
H-1	0,009	0,017	0,011	<0,001	0,004
H-2	0,014	0,019	0,022	<0,001	0,002
H-3	0,043	0,063	0,037	0,001	0,006
I-2	0,080	0,147	0,068	0,003	0,010
J-1	0,030	0,041	0,026	0,001	0,005
J-2	0,027	0,034	0,021	0,001	0,002
J-4	0,060	0,080	0,047	0,002	0,006

