LE CANAL DE LACHINE : NAVIGATION ET PRÉVENTION DE LA POLLUTION

Ronald Jean-Gilles et François Granger, Parcs Canada, Caroll Bélanger et Darcy Longpré, Environnement Canada, Stéphane Lorrain et Diane Langlois, Environnement Illimité inc., Québec, Canada

ABSTRACT
Over the years, the vocation of the Lachine Canal has evolved from commercial to recreo-touristic. Parks Canada has begun a redevelopment project focused on the reopening, in 2002, of the canal to pleasure boating. Although a sediment decontamination project was evaluated in 1996, it was recommended that emphasis be placed on monitoring sediment re-suspension if the canal were to be re-opened to navigation and on identifying and correcting pollution sources. This paper presents the main stages of the development of the monitoring programme. Results from the first season of monitoring confirm the data from past studies. Essentially, navigation has a negligible impact on sediment re-suspension in the Lachine canal.

RÉSUMÉ
Au fil des années, la vocation du canal Lachine est passée d'un usage commercial à un usage récréotouristique. Parcs Canada a mis sur pied un projet de revitalisation du canal qui visait à le rouvrir à la navigation de plaisance en 2002. Bien qu'un projet de décontamination des sédiments fut évalué en 1996, il fut recommandé plutôt d'évaluer le risque de remise en suspension des sédiments contaminés dans le cas d'un retour à la navigation et d'agir sur les sources de contamination. L'étude présente les étapes ayant mené à l'élaboration d'un programme de suivi environnemental. Les résultats de la première année de navigation viennent appuyer les études antérieures. Globalement, la navigation a eu un impact négligeable sur la remise en suspension des sédiments contaminés du canal de Lachine.

1. HISTORIQUE DU CANAL DE LACHINE

Le canal de Lachine est une voie de navigation située dans le sud-ouest de l'île de Montréal (figure 1). Creusé à l'origine pour contourner les rapides de Lachine et inauguré en 1825, il représente le foyer du développement industriel du Canada. Héritier d'une contamination mixte par des métaux lourds, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des biphényles polychlorés (BPC), le canal de Lachine fait aujourd'hui l'objet d'un vaste projet revitalisation. Depuis le 17 mai 2002, cette voie de navigation est à nouveau ouverte aux plaisanciers, après plus de 30 ans de fermeture. Les enjeux environnementaux se jouent principalement sur trois volets : la gestion des terrains, la gestion de l'eau et la gestion des sédiments. La présente étude porte plus précisément sur la gestion des sédiments contaminés. Elle est le fruit du travail d'un comité technique formé de membres appartenant à trois groupes : Parcs Canada, promoteur, gestionnaire et responsable de la conservation et de la mise en valeur; Environnement Canada, qui agit à titre de conseiller scientifique et le Service d'Études Sédimentologiques, division de Environnement Illimité inc., qui est spécialisé dans le domaine.

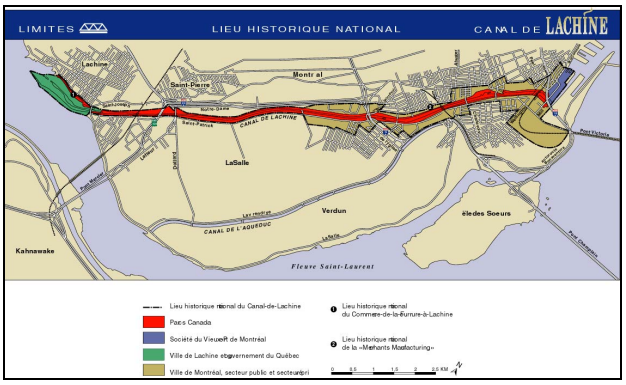

Figure 1. Le canal de Lachine, Montréal, Québec, Canada

2. LE PROJET DE DÉCONTAMINATION

Depuis le milieu des années 80, on parle de plus en plus de la possibilité de décontaminer les sédiments du canal de Lachine. En 1993, un véritable projet de décontamination avec confinement en rive des sédiments dans des cellules étanches est proposé par Parcs Canada et son évaluation environnementale est réalisée. En 1996, une commission environnementale formée de mandataires des gouvernements fédéral et provincial évalue ce projet. Dans son rapport, elle estime qu'il n'est pas justifié de décontaminer les sédiments car il n'y a pas de gain environnemental significatif à le faire. La commission recommande d'identifier et de corriger prioritairement les sources de contamination afin de réduire, voire d'éliminer

les apports dans le canal. En cas de réouverture à la navigation, elle recommande toutefois d'évaluer le risque de remise en suspension des sédiments. Dans le cas où ce risque serait inacceptable, elle propose de procéder à une décontamination appropriée des sédiments (BAPE, ACEE, 1996).

3. LE PROJET DE RÉOUVERTURE

Pour donner suite aux recommandations de la commission environnementale et dans le cadre du projet de revitalisation du canal de Lachine, Parcs Canada a mené une série d'études en vue de redonner l'accès au public à cette voie navigable, tout en se gardant de diffuser la pollution vers l'écosystème du fleuve Saint-Laurent.

Premièrement, le déplacement du jet d'eau engendré par l'hélice d'un moteur sur le fond du canal fut modélisé. Cette étude a révélé que le jet d'eau n'avait aucun effet sur le fond pour des embarcations se déplaçant à 10 km/h, soit la vitesse permise dans tous les canaux historiques nationaux gérés par Parcs Canada au Québec (Tecsult, 1997). L'année suivante, une étude *in situ* a été menée avec deux embarcations (SES, 1999). Divers scénarios ont été observés : des bateaux qui se croisent, des bateaux qui se suivent, des bateaux qui circulent en parallèle et tout cela à différentes vitesses (10, 15 et 40 km/h). Cette étude a démontré, que bien qu'à 10 km/h il n'y ait aucune remise en suspension des sédiments pour tous les scénarios examinés, à 15 km/h, une légère remise en suspension du floc superficiel apparaissait et pouvait affecter la colonne d'eau jusqu'à un mètre du fond.

En 1999, un comité technique fut formé pour réaliser une étude sur le comportement et la qualité de la matière en suspension (MES) de manière à statuer définitivement sur la remise en suspension ou non des sédiments dans des conditions réelles de navigation. Cette étude, échelonnée sur trois ans, a servi à déterminer un état de référence avant navigation ainsi que des indices avec des seuils critiques fondés sur les concentrations naturelles mesurées dans le canal. Elle a aussi permis d'élaborer un programme de surveillance et de suivi environnemental à mettre en place lors de la réouverture du canal, ainsi qu'un plan de contingence, c'est-à-dire un plan de mesures à appliquer en cas de dépassement des seuils.

À l'automne 2001, à l'aube de la réouverture du canal de Lachine à la navigation de plaisance, d'autres essais *in situ* furent réalisés avec 13 embarcations. Ces essais devaient valider le programme de suivi, tester la capacité des appareils à mesurer les effets et vérifier la possibilité de contrôler les plaisanciers. Les résultats ont montré que les essais étaient représentatifs d'une circulation normale, que l'instrumentation et la méthodologie semblaient bien adaptées et que la navigation n'avait aucun effet sur les sédiments de fond.

Toutes les études et essais réalisés laissaient présager un retour à la navigation sans faille.

4. ÉTUDE SUR LA MATIÈRE EN SUSPENSION

Afin de déterminer un état de référence permettant de comparer les conditions initiales du canal de Lachine aux conditions engendrées par la navigation, nous avons procédé à une caractérisation de la quantité et de la qualité de la matière en suspension dans l'eau (SES, 2002). De façon plus spécifique, l'échantillonnage visait à déterminer les variations naturelles de la concentration de la MES et des polluants présents. L'analyse des résultats a permis d'élaborer le programme de suivi appliqué lors de la première saison de navigation fondé sur un indice de seuils critiques à ne pas dépasser et de définir plan de contingence à quatre niveaux d'intervention à mettre en œuvre au besoin. Ce plan propose des mesures correctrices à appliquer en cas de dépassement des seuils critiques et d'un ratio aval/amont > 1. Un tel ratio signifierait que le canal exporte des particules vers l'écosystème fluvial. Les niveaux d'intervention sont : le maintien des conditions d'intervention jumelé à un échantillonnage soutenu; la réduction à des conditions d'opération préalablement testées; la révision des conditions d'opération et de navigation; et en tout dernier lieu, la fermeture du canal.

Pour déterminer l'état de référence, des stations d'échantillonnage ont été placées de manière à vérifier l'apport de chacun des biefs bornés par les écluses du canal de Lachine (voir figure 2).

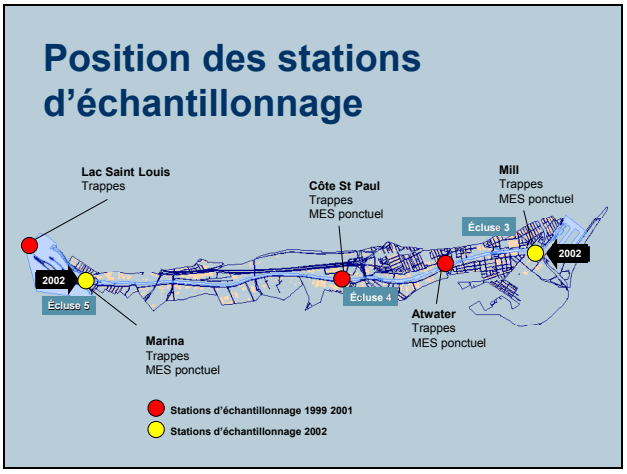

Figure 2. Position des stations d'échantillonnage

Ainsi, afin d'observer les variations à l'intérieur même du canal deux types d'échantillonnage ont été utilisés. Premièrement, nous avons procédé à un échantillonnage quantitatif. La quantité de matières en suspension dans l'eau était mesurée de manière ponctuelle à l'aide d'un échantillonneur de type Kemmerer. Les résultats obtenus nous ont permis de déterminer le bruit de fond du canal de Lachine. Deux tendances ont été observées pendant la durée d'une saison de navigation. Au printemps, de mai à

juillet, nous avons noté des concentrations plus élevées que pour le reste de la saison, soit d'août à octobre. Cette variation naturelle de la concentration de la matière en suspension a permis de voir qu'il serait plus approprié de considérer deux seuils représentatifs. Ces seuils sont issus de la concentration moyenne de MES pour chacune de ces deux périodes, à laquelle est ajoutée la variabilité spatiale à l'intérieur du canal, la variabilité naturelle et la variabilité analytique ainsi que l'effet du brassage des particules en flottaison à la surface de l'eau (tableau 1).

Tableau 1. Détermination des seuils de référence

Paramètres considérés	**mai à juillet (mg/L)**	**août à octobre (mg/L)**
	Seuil	Seuil
Concentration moyenne de la MES	3,7	2,1
Variabilité (spatiale + naturelle + brassage)	2,5	2,1
Total	6,2	4,2

Le deuxième type d'échantillonnage, d'ordre qualitatif a permis d'obtenir une référence pour la qualité de la matière en suspension qui entre dans le canal, y transite et s'y dépose, et en sort. Cet échantillonnage a également servi à cibler différentes sources de contamination. Pour avoir une mesure qualitative des matières en suspension, des trappes ont été installées à chacune des stations pour fournir des données intégrées. Ces trappes à MES demeuraient submergées pendant des périodes approximatives de deux mois, après quoi la MES prélevée était envoyée au laboratoire pour analyse. Les paramètres mesurés étaient les métaux lourds, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}, les biphényles polychlorés (BPC) et le carbone organique total. Cet échantillonnage nous a permis de constater qu'il y a toujours des sources de contamination du canal de Lachine. Bien que plusieurs d'entre elles aient déjà été identifiées et corrigées, la matière en suspension mesurée dans le canal avant le retour à la navigation montrait toujours un certain niveau de contamination en cuivre, en plomb, en zinc et en HAP. La distribution de ces polluants n'est pas uniforme et serait propre à certaines zones spécifiques indiquant la présence de sources ponctuelles toujours actives.

5. LA RÉOUVERTURE ET LE SUIVI

Le 17 mai 2002, le canal de Lachine ouvre ses portes à la navigation de plaisance et le programme de suivi environnemental est officiellement mis en branle (SES, 2003). Ce programme a pour objectifs de s'assurer qu'il n'y ait aucune remise en suspension des sédiments occasionnée par la navigation, que l'eau maintienne une qualité adéquate et que les conditions de navigation soient respectées.

Pour assurer ce suivi, nous avons procédé à un échantillonnage fréquent et régulier de la MES à l'entrée et à la sortie du canal. L'emplacement des sections d'échantillonnage a été choisi de manière à identifier les apports du lac Saint-Louis et la contribution du canal au Vieux-Port de Montréal. Les échantillons étaient prélevés le mercredi, le samedi et le dimanche. L'échantillonnage du mercredi était représentatif de la navigation en semaine, généralement plus faible alors que l'échantillonnage de fin de semaine correspond a une période de plus forte activité. Parce qu'on anticipait une plus grande affluence, en début de saison, pendant les vacances et les jours fériés, l'échantillonnage se faisait de façon quotidienne et deux fois par jour les fins de semaine. Les résultats obtenus aux deux stations (amont et aval) étaient d'abord comparés les uns aux autres, c'est-à-dire en calculant le ratio de la quantité de matière qui sort (aval) du canal sur la quantité qui y entre (amont), puis ensuite comparés aux seuils préalablement déterminés (tableau 1). En cas de dépassement des seuils, le plan de contingence devrait être appliqué.

Parallèlement, des mesures de turbidité ont été prises à même les échantillons d'eau récoltés pour en déterminer la concentration en MES La turbidité permet d'obtenir des résultats immédiats et ainsi représente un indicateur rapide d'un problème potentiel. Ce paramètre permet également de valider les données de MES obtenues. Les mesures de turbidité ont été prises à l'aide d'un turbidimètre LaMotte à partir du 27 mai 2002, soit deux semaines après le début du programme de suivi.

6. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le programme de suivi nous a permis d'acquérir une base de données de M.E.S comportant un effectif suffisamment important pour permettre d'interpréter les données à l'aide de techniques statistiques. Du point de vue descriptif, les distributions des données de M.E.S pour les groupes des stations (amont : marina; aval : déversoir) ne montrent aucune différence significative lorsque l'on considère l'ensemble des données récoltées durant la saison de navigation. La concentration moyenne à l'amont (2,47 ±1,30 mg/L) est en effet comparable à la concentration moyenne à l'aval (2,35 ±1,13 mg/L) et aux concentrations mesurées durant la caractérisation de l'état de référence (tableau 2). On peut donc déjà conclure que globalement, la saison de navigation n'a pas eu d'effet significatif sur les concentrations mesurées à l'aval et que s'il y a eu un effet, l'influence sur la variation des données est masquée par la variation naturelle telle qu'observée à l'amont.

Tableau 2. Sommaire des résultats d'analyse de la MES récoltée dans le canal de Lachine du 8 mai au 13 octobre 2002 et comparaison avec les valeurs moyennes de l'état de référence

	État de référence		Suivi 2002	
Statistiques descriptives	**Amont MES (mg/L)**	**Aval MES (mg/L)**	**Amont MES (mg/L)**	**Aval MES (mg/L)**
Moyenne	2,8	2,6	2,5	2,3
Min.	1,4	1,6	0,5	0,5
Max.	5,1	5,8	5,9	4,8
Écart-type	1,3	1,2	1,3	1,9
N	17	17	82	82

En tout, 4624 embarcations ont emprunté le canal de Lachine pendant la première saison de navigation. Dans l'ensemble, l'affluence durant la saison de navigation augmente en milieu de saison (r^2 = 0,38), en raison des conditions météorologiques et des périodes de vacances estivales. La période de navigation la plus intense fut la période des vacances de la construction (13 au 28 juillet 2002). Lorsque l'on compare les concentrations de MES mesurées à l'aval avec l'affluence dans le canal, on ne trouve aucune relation significative (p >0,81). En fait, les concentrations mesurées à l'aval montrent une relation inverse significative en fonction du temps (r^2 = 0,64) (figure 3).

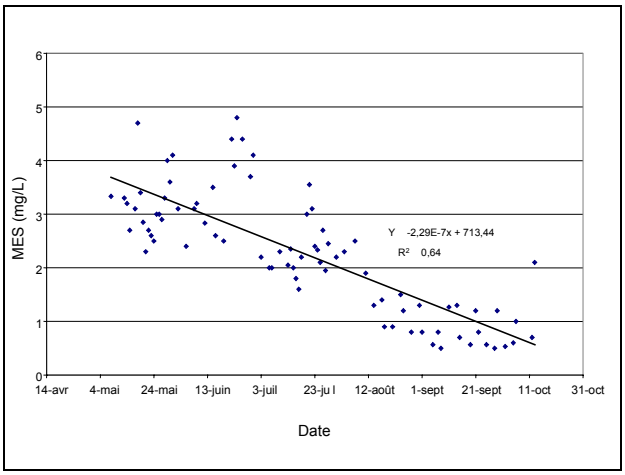

Figure 3. Relation entre la concentration de MES mesurée à l'aval et la période d'échantillonnage.

Cette relation témoigne donc de l'absence d'effet perceptible de la navigation sur la remise en suspension des sédiments à la sortie du canal de Lachine comme le suggérait la comparaison des concentrations moyennes (tableau 2). En fait, la variation globale la plus importante est associée à la variation naturelle saisonnière des concentrations de MES liées au régime hydrologique du Saint-Laurent, comme nous l'avions observé durant la caractérisation de l'état de référence (S.E.S. 2002).

De manière ponctuelle, nous remarquons parfois, lorsque le nombre de bateaux empruntant le canal augmente, notamment durant les fins de semaine et la période des vacances de la construction, que les concentrations de MES sont plus élevées en aval qu'en amont (figure 4).

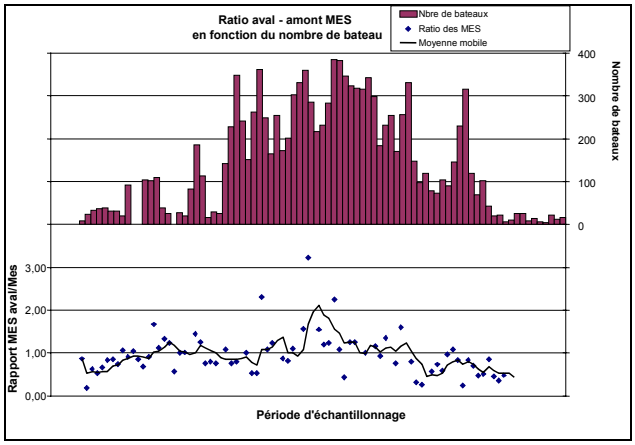

Figure 4. Relation entre le ratio aval/amont et l'achalandage dans le canal

Lorsque l'on compare les ratios aval/amont avec le nombre de bateaux, on constate en effet qu'une augmentation importante de l'achalandage du canal, entraîne une variation à la hausse du ratio, même lorsqu'il demeure <1. L'augmentation plus marquée de la navigation en juillet et le maintien d'un nombre plus important de bateaux pendant une plus longue période de temps coïncide avec une augmentation proportionnelle du ratio aval/amont, lequel demeure supérieur à 1 au cours de cette période. La concentration de la MES est donc plus élevée à la sortie qu'à l'entrée du canal, traduisant possiblement une exportation de sédiments dans l'écosystème fluvial en juillet et août. Afin d'étudier plus en détails la portée de cette observation, nous avons comparé les concentrations moyennes mensuelles mesurées à l'amont et à l'aval. Il ressort de ces tests de comparaison, qu'il n'y a que deux périodes où la concentration moyenne dans les groupes respectifs est significativement différente. En juillet, la concentration moyenne à l'aval est supérieure à celle mesurée à l'amont (aval : 2,31 mg/L : amont : 2,15 mg/L) et en septembre, l'inverse est observé (aval : 0,83 mg/L; amont : 1,3 mg/L). Comme on peut le remarquer, les différences sont faibles (0,16 et 0,47 mg/L respectivement) et comparables aux valeurs de variabilité analytique (0,22 mg/L) et de variabilité naturelle (0,53 mg/L) préalablement déterminées. En fait, la signification des différences pourrait être attribuable à la variance des données qui est plus importante dans le groupe amont pour les deux périodes. Par conséquent, on peut conclure qu'il existe une tendance mais que la différence attribuable à la navigation et à la remise en suspension est négligeable.

Le canal de Lachine constitue un corridor en milieu urbain recueillant des drains des terrains riverains, les drains des ponts, des retours d'eau et des dépôts de provenance

atmosphériques. Même si la navigation ne remet pas en suspension les sédiments de fond, il est possible que la navigation plus intense ne permette plus la sédimentation de la matière en suspension déjà dans le colonne d'eau. Une légère remise en suspension pourrait donc être amplifiée par ce phénomène. Le paramètre MES mesure la quantité de particules emprisonnée indépendamment du fait qu'elles soient d'origine organique ou inorganique.

Pour la première période de navigation, de mai à juillet, deux dépassements des seuils ont été mesurés (figure 5). Le premier s'est produit à l'entrée du canal, quelques jours avant sa réouverture. Il s'agit d'un événement ponctuel (déplacement d'une barge) qui s'est produit à la marina de Lachine, à quelques centaines de mètres en amont de notre station d'échantillonnage. Le deuxième dépassement est dû à une erreur d'échantillonnage; une mesure de turbidité prise au même moment et un échantillon prélevé dès le lendemain viennent confirmer ce constat. Les autres résultats obtenus se trouvent sous le seuil. Si l'on remarque la tendance, plus on s'approche de la fin du mois de juillet, plus les concentrations de MES diminuent. Inversement, si on regarde le nombre d'embarcations transitant dans le canal les jours d'échantillonnage, plus on s'approche du mois de juillet, plus le canal est fréquenté. Il n'y a donc pas de relation directe entre le nombre d'embarcations et les concentrations de matière en suspension dans le canal.

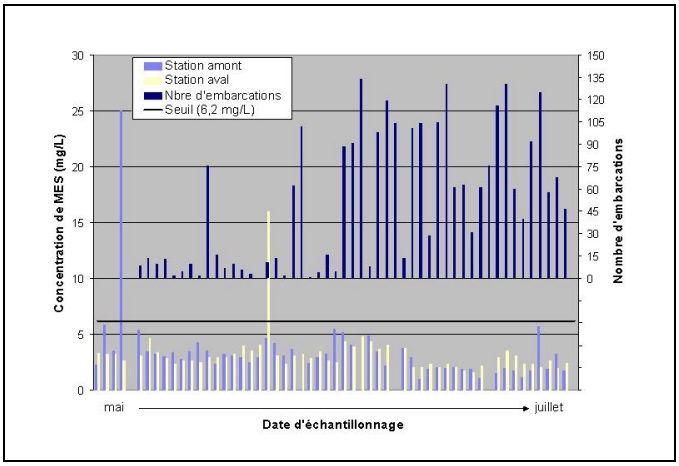

Figure 5. Concentration de matière en suspension pour la période de mai à juillet 2002

Le même scénario est observable au cours de la deuxième moitié de la saison lorsque le seuil est plus faible (figure 6). Les concentrations de MES demeurent très faibles à la sortie du canal alors qu'au mois d'août jusqu'à la mi-septembre, le canal est encore très fréquenté. Aucun dépassement des seuils n'a été mesuré pendant cette période.

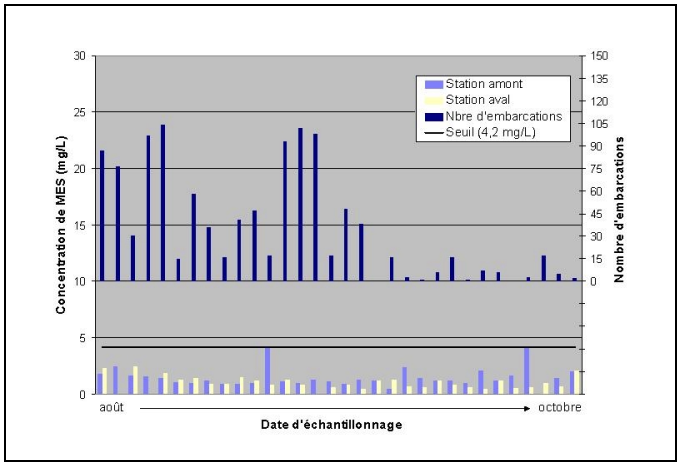

Figure 6. Concentration de matière en suspension pour la période d'août à octobre 2002

Dans l'ensemble, une relation proportionnelle est observée entre la turbidité et la concentration de la MES (figure 7). Cette relation est significative ($p<0,001$) et explique environ 60 % de la variance ($r^2 = 0,56$). Par contre, l'analyse des statistiques descriptives pour les deux paramètres, montre que la turbidité moyenne mesurée à l'aval est significativement différente de celle mesurée à l'amont alors qu'aucune différence entre les concentrations moyennes n'est observée. Par conséquent, il faut revoir l'établissement d'une relation unique entre les deux paramètres qui permettrait de substituer l'un pour l'autre.

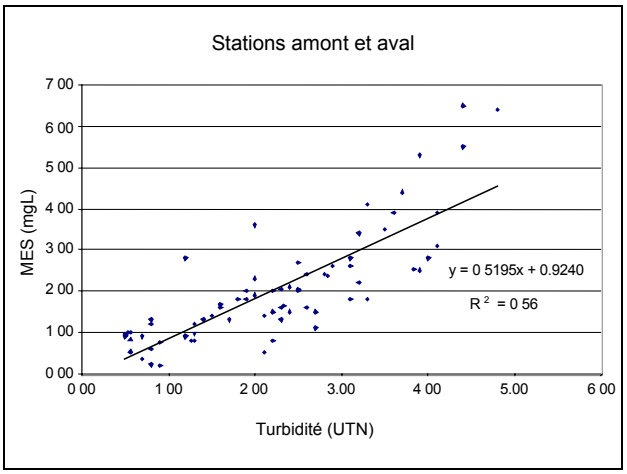

Figure 7. Relation entre la turbidité et la concentration de la MES pour l'ensemble des mesures réalisées durant le programme de suivi

En ce qui concerne l'échantillonnage qualitatif dans les trappes à MES, une moyenne par station a été calculée. La concentration moyenne par paramètre peut donc être comparée entre l'état de référence et la période de navigation. Notons par ailleurs que la station Wellington

n'existait pas lors du suivi 2001-2002 et qu'elle a été ajoutée dans le cadre du suivi 2002. Les concentrations mesurées à cette station pour caractériser l'état de référence, ne concernent donc que la période d'accumulation de sédiments comprise entre décembre 2001 et avril 2002.

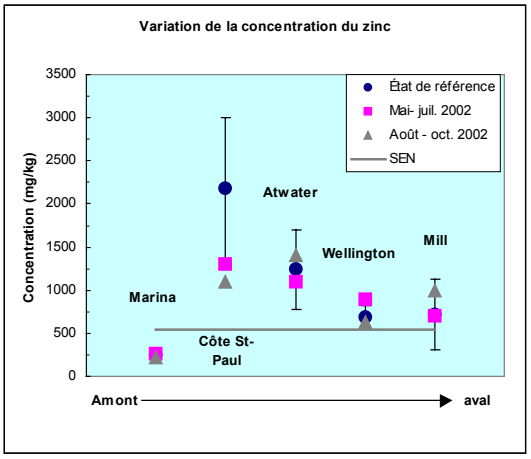

Figure 8. Variation de la concentration du zinc (Zn) dans le canal de Lachine de l'amont vers l'aval

Les différents paramètres analysés ont montré des tendances similaires. Le zinc, par exemple, augmente dans les limites du bief n° 4 et diminuent légèrement vers l'aval. La concentration de zinc mesurée à l'entrée durant la saison de navigation est faible et similaire à la concentration de l'état de référence (figure 8). Dans les limites du canal, les concentrations pour les deux périodes de la saison de navigation sont comparables et nettement supérieures au seuil d'effet néfaste (SEN=540,0 mg/kg). Il est intéressant de noter que les concentrations mesurées à la station Côte Saint-Paul durant la saison de navigation sont presque deux fois plus faibles que la concentration moyenne de référence. Cependant, lorsque l'on compare les concentrations de zinc à l'entrée et à la sortie, on constate qu'elles sont 3,5 fois plus élevées à la sortie du canal.

Dans l'ensemble, le patron de variation spatiale de la concentration des métaux durant la période de navigation est comparable à celui obtenu pour l'état de référence. Les concentrations mesurées sont équivalentes ou inférieures à celles mesurées préalablement. Le même scénario a été observée pour les HAP Par conséquent, il est peu probable que la navigation ait eu un effet notable sur la qualité de la MES qui serait toujours tributaire des différentes sources de contamination du canal.

7. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Globalement, la navigation a eu un effet négligeable sur la remise en suspension des sédiments. La concentration moyenne de matières en suspension mesurée à la sortie du canal est inférieure à celle mesurée à son entrée. Ces concentrations moyennes amont et aval sont légèrement inférieures à celles mesurées dans l'état de référence, soit avant la réouverture à la navigation.

L'évolution des valeurs de MES obtenues montre une variation temporelle qui tend à une diminution du printemps à l'automne. Ces variations saisonnières justifient l'utilisation de deux seuils représentatifs; d'abord de la période de mai à juillet où les concentrations naturelles de MES sont plus élevées et ensuite de la période d'août à octobre où les concentrations naturelles sont plus faibles.

Un phénomène ponctuel a toutefois été noté se manifestant par une exportation significative de particules en juillet et une sédimentation significative en septembre, mais la différence attribuable à la navigation et à la remise en suspension est négligeable. Des hypothèses ont été émises, un protocole sera élaboré pour tenter d'en expliquer la cause.

Les résultats obtenus par l'échantillonnage intégré montrent que le canal de Lachine comporte toujours des sources actives de contamination Il est fortement recommandé de maintenir, de façon moins exhaustive le suivi en 2003 et de concentrer davantage les efforts sur l'identification et l'élimination subséquente des sources.

8. LISTE DE RÉFÉRENCES

BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT, AGENCE CANADIENNE D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE, septembre 1996. Projet de décontamination du canal de Lachine. Rapport de la commission conjointe fédérale-provinciale.

SERVICE D'ÉTUDES SÉDIMENTOLOGIQUES (S.E.S.), 1999. Étude des effets de la navigation de plaisance sur la remise en suspension des sédiments. Rapport technique présenté à Parcs Canada, Canal de Lachine.

SERVICE D'ÉTUDES SÉDIMENTOLOGIQUES (S.E.S.), 2002. Suivi des matières en suspension (saison 2000-2001) et programme de suivi environnemental proposé pour la saison de navigation 2002 dans le canal de Lachine. Papport technique présenté à Parcs Canda, Canal de Lachine.

SERVICE D'ÉTUDES SÉDIMENTOLOGIQUES (S.E.S.), 2003. Suivi environnemental des matières en suspension durant la saison de navigation 2002 dans le canal de Lachine. Rapport technique préliminaire présenté à Parcs Canada, Canal de Lachine.

TECSULT ENVIRONNEMENT, avril 1997. Effets de la navigation motorisée et de l'opération des écluses sur le soulèvement des sédiments reposant au fond du Canal Lachine.