

**LA PRÉSENCE DE SÉDIMENTS CONTAMINÉS DANS  
L'ESTUAIRE DE LA RIVIÈRE SAINT-CHARLES, PORT DE QUÉBEC**

**UNE INTERVENTION REQUISE?**

Groupe Restauration  
Section sols et déchets  
Division prévention et assainissement  
Direction de la protection de l'environnement

mars 1994

## TABLE DES MATIÈRES

I.	PRÉAMBULE .....	3
II.	INTRODUCTION .....	4
III.	ÉTAT DES CONNAISSANCES .....	5
	a) Une hydrodynamique complexe .....	5
	b) Un mélange dominé par l'eau du fleuve .....	5
	c) Une sédimentation continue .....	6
	d) Une contamination des fonds dans la moyenne des ports d'envergure .....	7
	e) Des sources contaminantes encore actives .....	7
	f) Une contribution à la contamination de l'écosystème fluvial .....	8
	g) Des apports non négligeables .....	9
IV.	CONCLUSION .....	10

## INTRODUCTION

Le présent document vise à faire le point sur l'état des connaissances et sur la problématique associée à la présence de sédiments contaminés dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles. Il tente également de comparer la situation à celles de d'autres cas similaires afin d'apporter un éclairage sur la pertinence ou non d'intervenir sur ces fonds.

## ÉTAT DES CONNAISSANCES

Bien avant l'industrialisation dans la région de Québec, la rivière Saint-Charles rejetait ses eaux à proximité du Cap-Diamant en bordure de la rive nord du fleuve Saint-Laurent. Depuis le tout début du XIXe siècle, l'implantation et le développement des installations portuaires du Port de Québec ont transformé le delta de la rivière Saint-Charles en un estuaire de plus en plus fréquenté par le commerce maritime international.

À cause de l'importance des marées dans le secteur de Québec, fréquemment supérieures à 5 mètres, et des besoins croissants de plus forts tirants d'eau, les autorités portuaires ont procédé à l'extension de leurs infrastructures vers les battures de Beauport et depuis ont réalisé de fréquents dragages d'entretien en bordure des quais. La bathymétrie actuelle des fonds de l'estuaire (présentée à la figure A) découle ainsi des nombreux aménagements et dragages qui se sont succédés au fil des ans.

### **Une hydrodynamique complexe**

À l'embouchure de l'estuaire de la rivière Saint-Charles, les mouvements de la marée suscitent l'entrée et la sortie d'une importante masse d'eau soit quotidiennement plus de 7600000 mètres cubes.

La dynamique de circulation de l'eau dans l'estuaire est relativement complexe (figure B). Pendant la marée montante (flot), l'eau du fleuve s'engouffre dans l'estuaire par la partie sud de l'embouchure près du quai 24, produisant ainsi plusieurs mouvements giratoires à l'intérieur de l'estuaire. La sortie de l'eau n'est alors possible qu'à proximité des quais 52 et 53. À marée baissante (jusant), le sens d'écoulement de l'eau du fleuve étant inversé, il se produit alors à l'embouchure un mouvement giratoire dans le sens antihoraire qui favorise l'entrée de l'eau du fleuve le long des quais 50 à 53 et sa sortie le long du quai 24.

*L'eau de la rivière Saint-Charles est donc constamment refoulée à l'intérieur de l'estuaire par les entrées d'eau du fleuve. Ce refoulement entraîne un mélange de ces deux masses d'eau qui, selon la marée, est évacué le long du quai 24 ou des quais 50 à 53.*

### **Un mélange dominé par l'eau du fleuve**

Les matières en suspension contenues dans l'eau du fleuve qui transite dans l'estuaire se mélangent donc aux matières en suspension (MES) transportées par l'eau de la rivière Saint-Charles et par les émissaires qui se jettent dans l'estuaire. Comme les MES du fleuve sont moins contaminées que celles déjà présentes dans l'estuaire, il y a alors augmentation de leurs teneurs relatives en contaminants avant qu'elles puissent retourner au fleuve.

Figure A : Bathymétrie de l'estuaire de la rivière Saint-Charles.

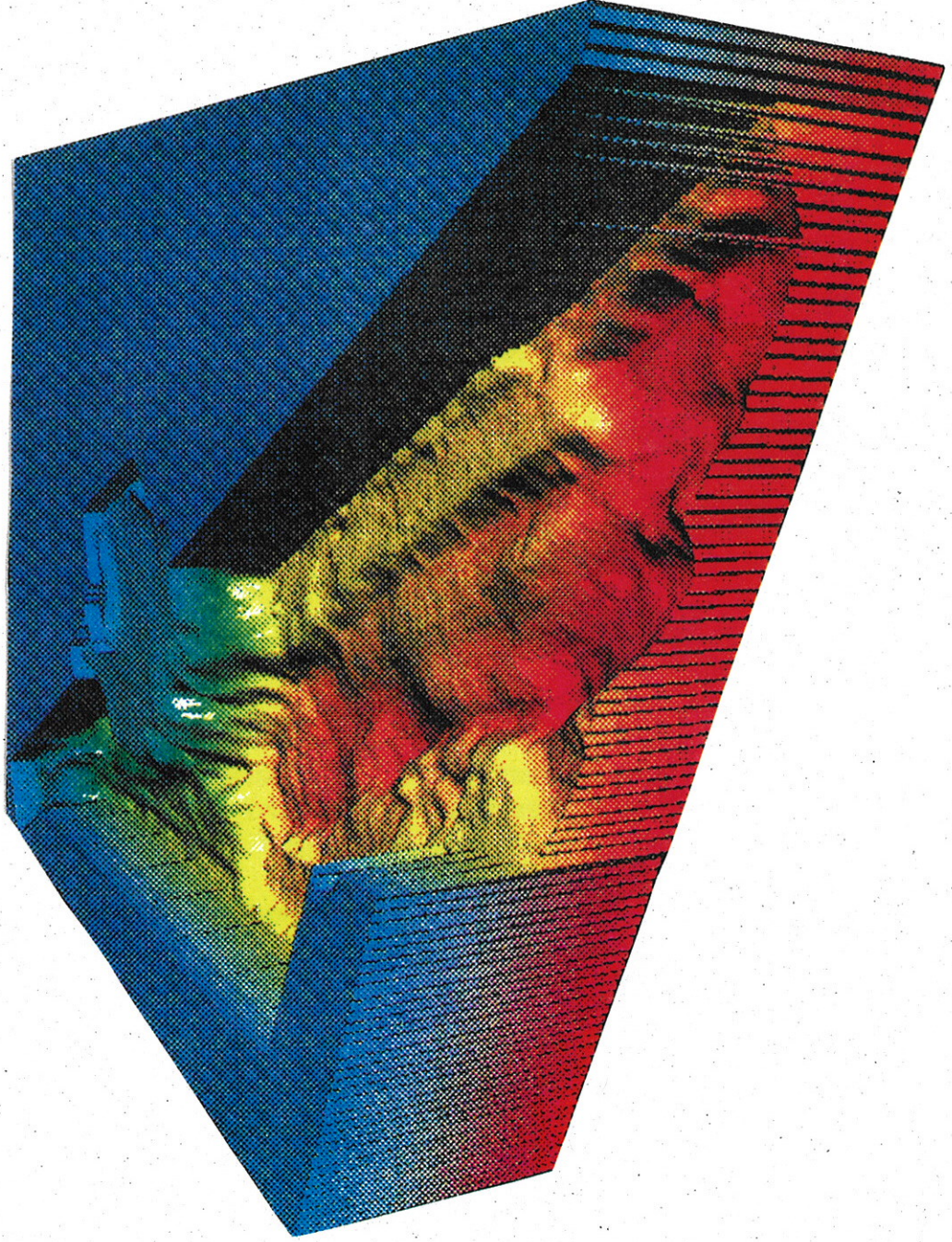
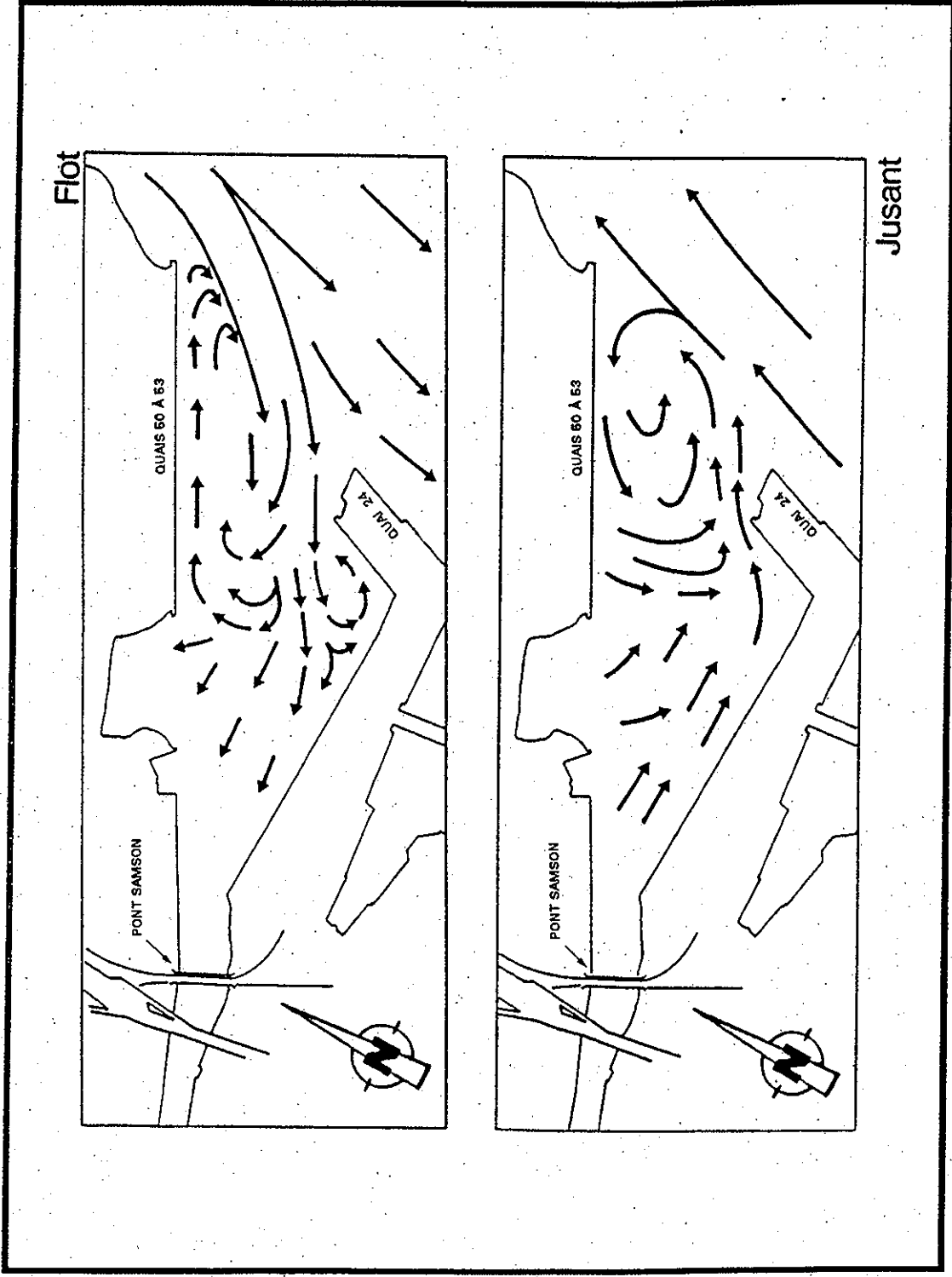


Figure B : Circulation des masses d'eau dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles.



Bien que les MES issues des émissaires et de la rivière Saint-Charles soient nettement plus chargées en métaux que les MES du fleuve, à la suite du mélange de toutes ces masses d'eau dans l'estuaire, la qualité générale des MES de ce dernier se rapprochera beaucoup de celle des MES du fleuve (figure C). Ceci est attribuable au fait que le fleuve contribue pour 87% de l'eau et 75% des solides en suspension, entraînant ainsi un phénomène de dilution des MES contaminées de la rivière et des émissaires. Ainsi, *à la sortie de l'estuaire, les matières en suspension contiennent désormais environ 25% plus de métaux que celles qui y sont entrées en provenance du fleuve.*

### **Une sédimentation continue**

À chaque marée, le fleuve laisse à l'estuaire de 15 à 25% de sa charge solide. Par ailleurs, le phénomène de refoulement de l'eau à l'intérieur de l'estuaire favorise la sédimentation des particules les plus grossières provenant du déversoir de la rivière Saint-Charles. Celles-ci ont tendance à sédimenter avant d'atteindre l'aval de l'estuaire. Ainsi, seules les fractions plus fines sont mélangées à celles apportées par le fleuve et sont susceptibles de retourner à ce dernier. De même, pendant la marée baissante, les particules provenant des émissaires drainant les surfaces d'entreposage du vrac solide sont repoussées vers l'intérieur de l'estuaire puis se déposent au fond plutôt que d'être expulsées au fleuve. À marée montante ces particules sont cependant rejetées directement au fleuve.

*L'hydrodynamique et le régime sédimentaire de l'estuaire font de ce dernier un bassin de sédimentation captant la majorité des contaminants qui y sont importés.* Les sédiments récents de l'estuaire sont donc très contaminés et leurs teneurs en cadmium, en cuivre et en zinc dépassent largement les critères de qualité des sédiments (seuils d'effets néfastes) pour les organismes benthiques. La granulométrie des sédiments est plus grossière en amont de l'estuaire près du déversoir et le long des quais plus en aval. Les particules les plus fines se retrouvent au centre de l'estuaire là où les courants sont moins forts (figure D).

Le taux de sédimentation mesuré (à l'aide du  $Pb^{210}$ ) est de 1.3 cm/an. Ce taux est corroboré par le bilan des apports du fleuve et de la rivière Saint-Charles. En effet, l'eau à la sortie de l'estuaire de la rivière Saint-Charles est moins chargée en solides en suspension que ne l'est l'eau qui y est entrée. L'épaisseur de l'accumulation de sédiments récents dans l'estuaire varie beaucoup de l'amont vers l'aval. L'épaisseur atteint ainsi plus de 14 mètres au centre de l'estuaire tandis qu'à la sortie on observe jusqu'à 8 mètres de sédiments. *L'accumulation totale représente ainsi près de 4 millions de mètres cubes de sédiments contaminés* (figure E).

L'importante masse de sédiments que l'on retrouve au centre de l'estuaire renferme une proportion élevée de matières ligneuses résultant vraisemblablement des rejets de la papetière Reed connue aujourd'hui sous le nom de Daishowa. La matière organique ne constitue pas un contaminant en soi mais sa présence peut compliquer significativement les possibilités d'intervention.

Figure C : Qualité et circulation des matières en suspension dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles.

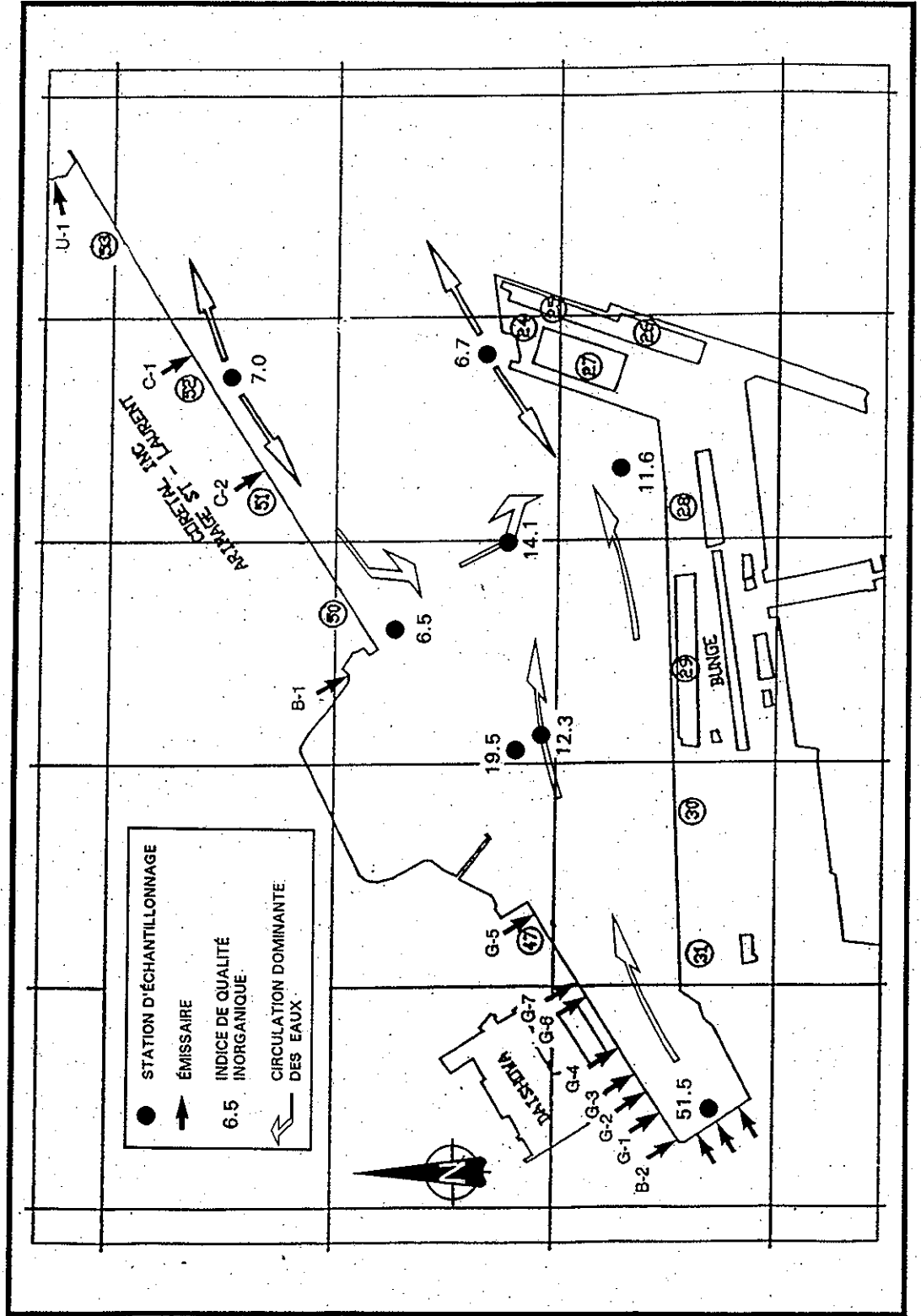




Figure D : Granulométrie des sédiments de surface dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles.

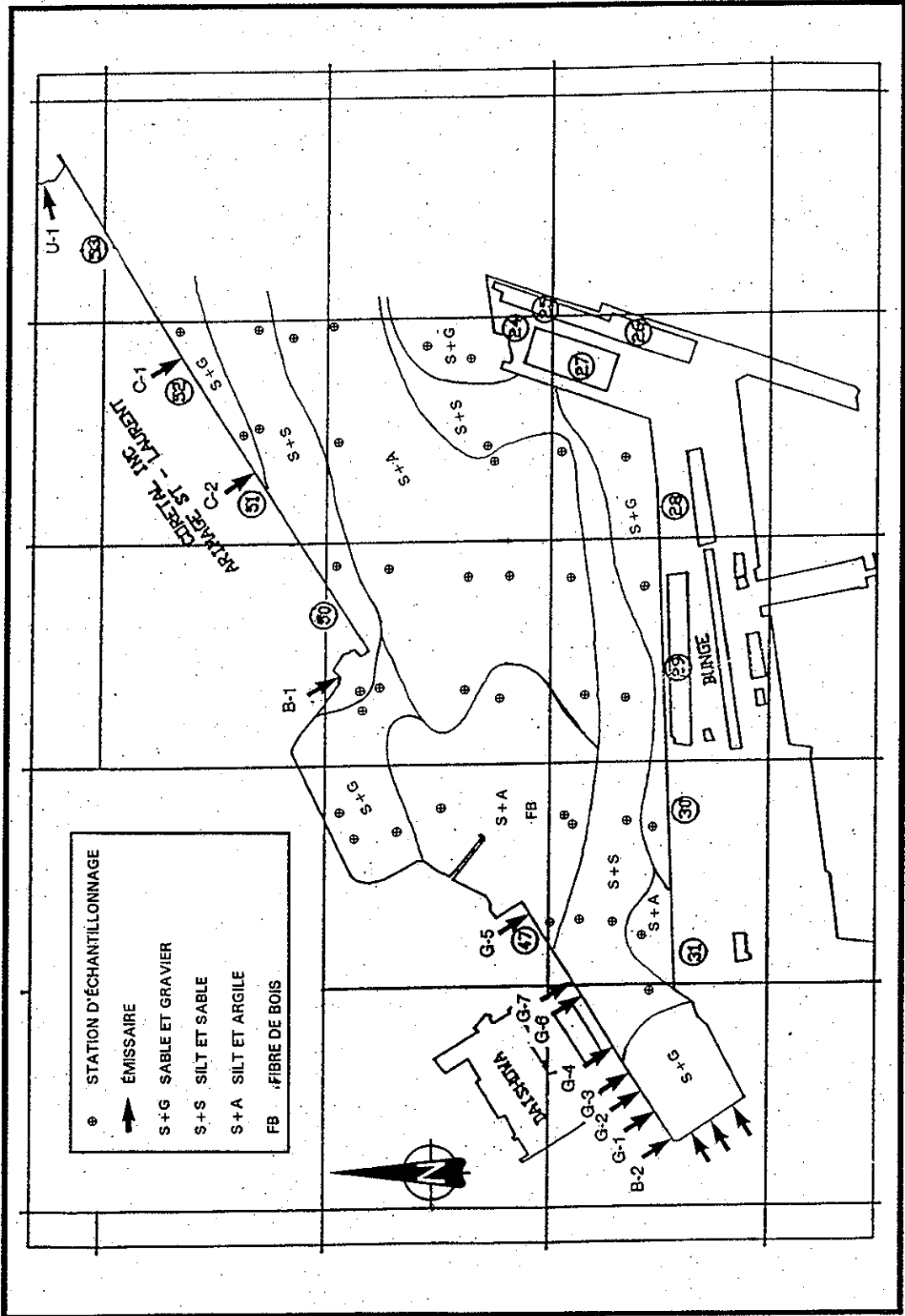
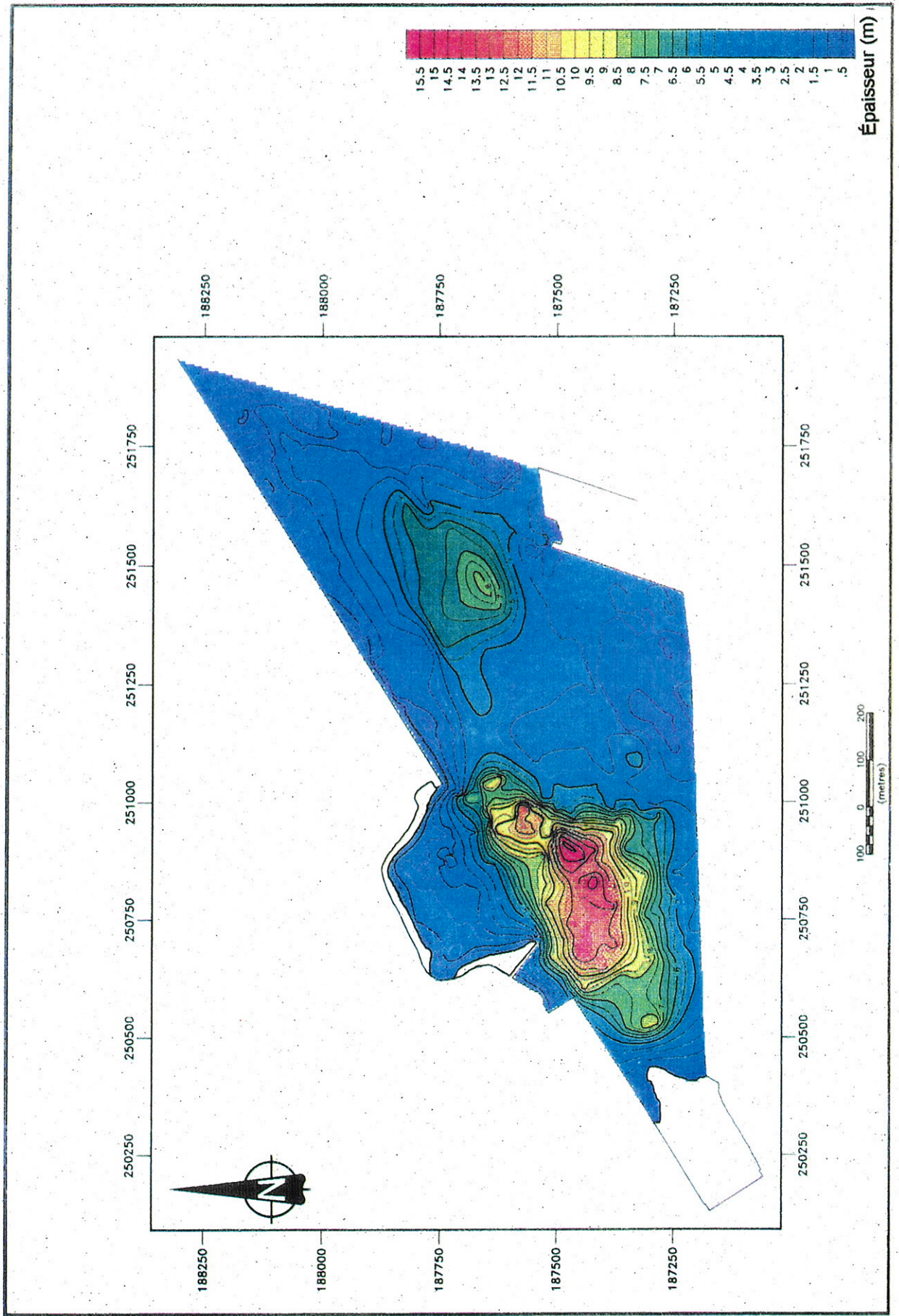


Figure E : Épaisseur des sédiments récents dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles.



## Une contamination des fonds dans la moyenne des ports d'envergure

Dans tout le territoire de la zone portuaire de Québec, l'estuaire de la rivière Saint-Charles représente le secteur renfermant les sédiments récents les plus contaminés et les plus préoccupants.

Afin de mettre en perspective l'importance de cette contamination des sédiments de l'estuaire, une analyse comparative (non exhaustive) du niveau de contamination de 23 havres et ports nationaux et internationaux fut réalisée. En se basant sur les informations géochimiques disponibles, les indices de qualité inorganiques ont été calculés pour les sédiments de chacune de ces zones portuaires et sont présentés à la figure F.

L'indice de qualité des sédiments de l'estuaire de la rivière Saint-Charles dépasse légèrement le seuil d'effets néfastes pour les organismes benthiques (SEN) qui est également considéré comme le seuil à partir duquel une restauration peut être envisagée. Dix havres ou ports présentent un indice de qualité des sédiments supérieur à celui du port de Québec et le havre de Victoria présente même un indice presque quatre fois supérieur au SEN. *En fait, les sédiments du Port de Québec se situent à un niveau intermédiaire de contamination par comparaison aux autres havres ou ports considérés.*

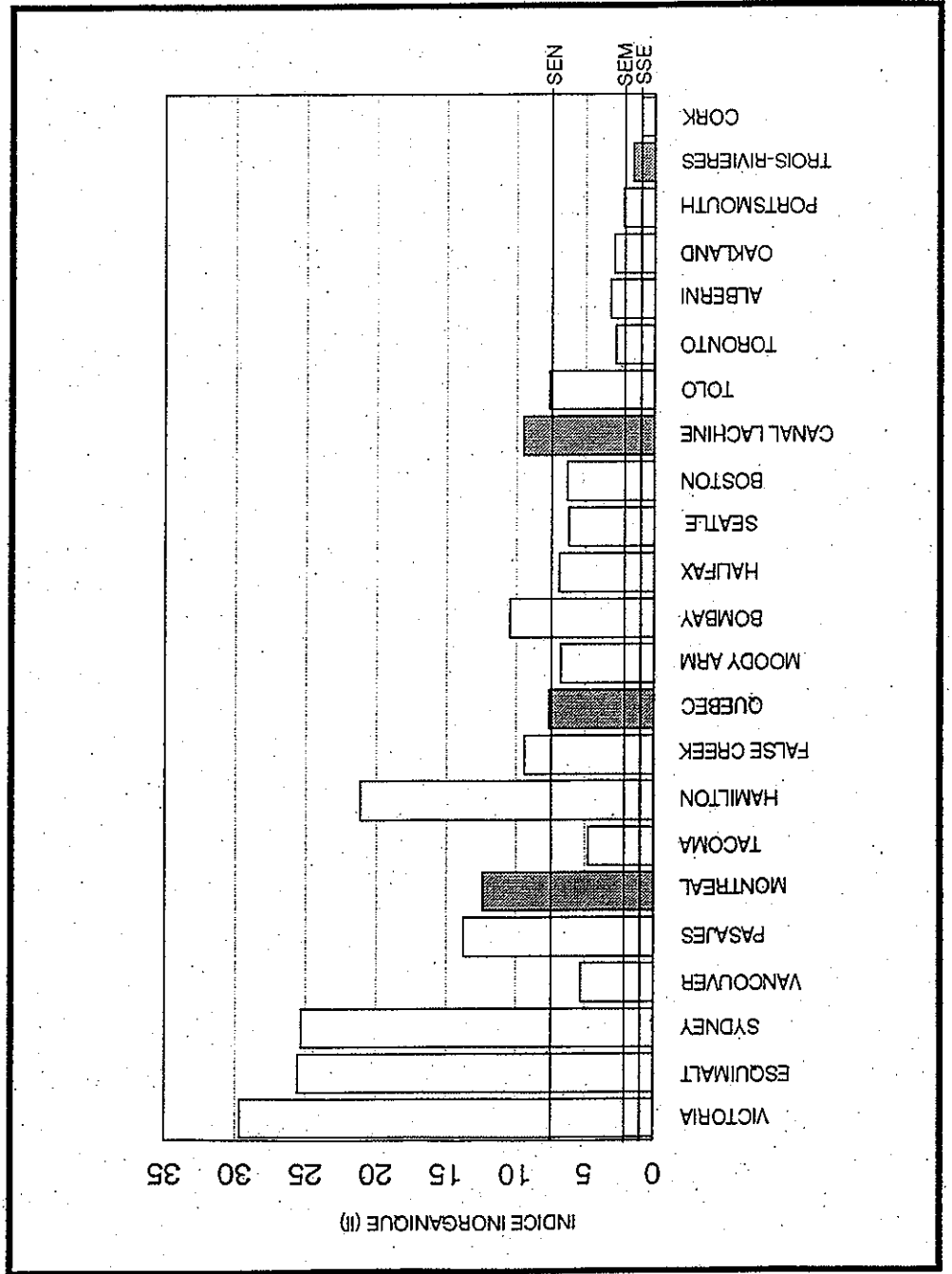
### Des sources contaminantes encore actives

Les quatre sources encore actives dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles apportent des matières en suspension fortement contaminées en métaux (tableau 1). La rivière Saint-Charles y déverse annuellement près de 40000 kilogrammes de métaux dont 20% atteindrait le système fluvial. En aval, les émissaires drainant le vrac solide ajoutent 90 kilogrammes de métaux dont la moitié est rejetée directement au fleuve. Quant aux deux émissaires de débordement qui se jettent dans l'estuaire, leurs apports annuels en métaux représentent plus de 300 kilogrammes. Les émissaires pluviaux de la Daishowa n'apportent de leur côté que deux kilogrammes de métaux par année.

Tableau 1

SOURCES	APPORTS ANNUELS	
	(kilogrammes de métaux)	
Rivière St-Charles		39882
Émissaires de débordement	B1 et B2	319
Émissaires pluviaux (vrac)	C1, C2 et U1	89
Émissaires pluviaux (Daishowa)	G1 à G8	2

Figure F : Importance relative des contaminations dans les sédiments de différents ports.



*Ces apports se traduisent en de fortes teneurs en métaux dans les sédiments à proximité de ces sources*, teneurs qui ont tendance à diminuer en fonction de l'éloignement (figure G). Pour en juger rapidement nous avons utilisé l'indice de qualité des sédiments. Lorsque la valeur calculée de l'indice est égale à 1, on considère le site comme non contaminé. Ainsi, dans l'estuaire, l'indice de qualité des sédiments passe de 10 en amont à 6 en aval et de 20 près des quais 51 et 52 à 6 près du quai 27. Ces variations de l'indice de qualité des sédiments suivent parfaitement le patron de circulation des eaux et la distribution de la granulométrie des sédiments (figures B et D).

### **Une contribution à la contamination de l'écosystème fluvial**

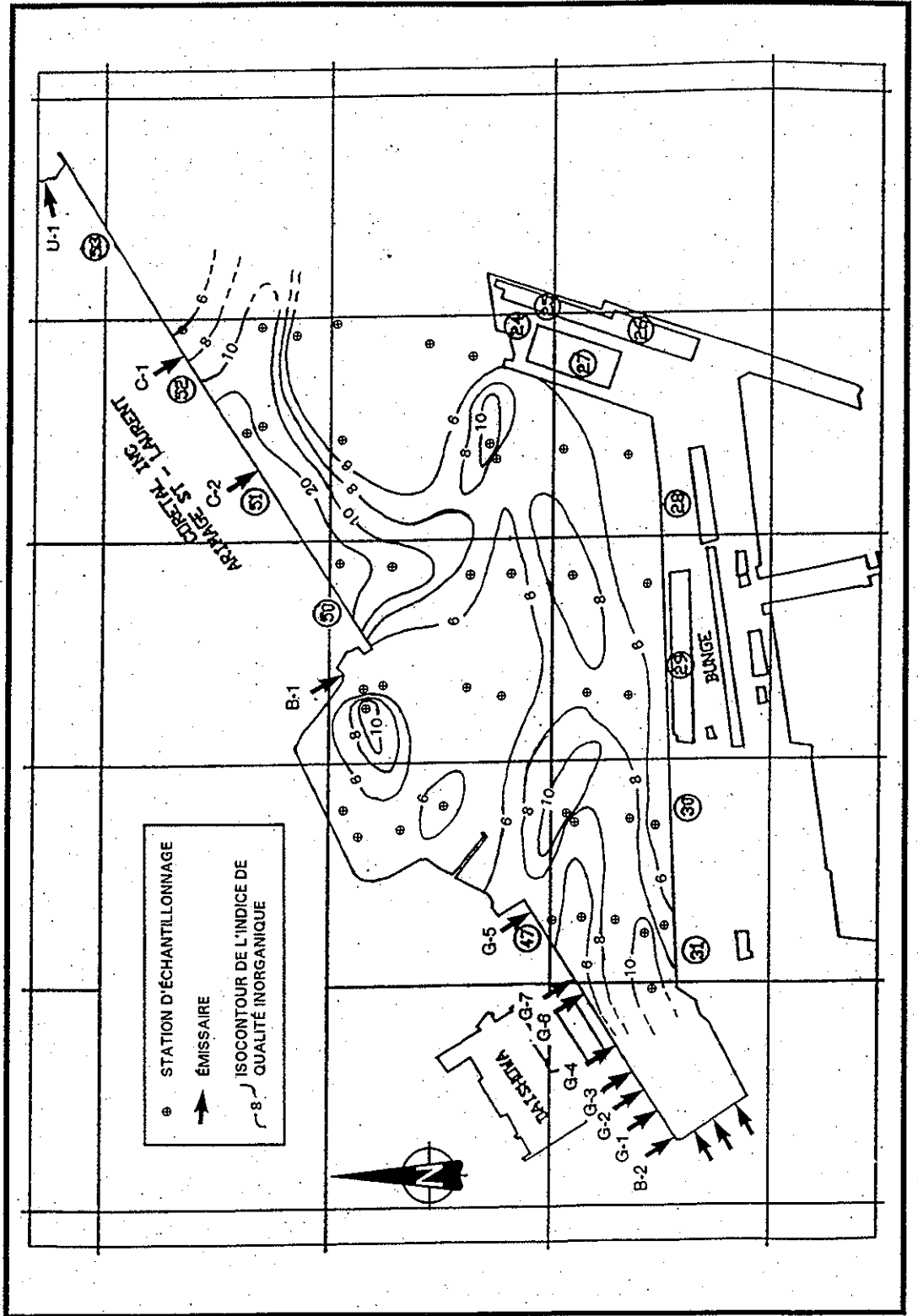
Les études courantométriques à l'embouchure de l'estuaire démontrent que les courants les plus forts sont généralement orientés vers l'intérieur de l'estuaire. Lorsque le courant est suffisamment fort pour remettre en suspension les sédiments contaminés, ceux-ci sont repoussés vers l'amont de l'estuaire et s'y redéposent. Il n'y a en fait que 7% du temps où ces courants forts se dirigent vers le fleuve. De plus, lorsqu'ils se produisent au montant (flot), les matières en suspension qui sortent de l'estuaire sont susceptibles d'être réintroduites aussitôt poussées par l'entrée massive des eaux du fleuve. *La contamination du système fluvial par le remise en suspension puis l'évacuation des sédiments contaminés du fond de l'estuaire est donc peu significative.*

*Les apports réels au fleuve par l'estuaire de la rivière Saint-Charles se limitent donc à une augmentation d'environ 25% de la concentration en métaux des matières en suspension (MES) pendant le cycle de la marée.* Cette augmentation est liée essentiellement aux apports de la rivière Saint-Charles de même qu'à ceux des émissaires de débordement et des émissaires drainant les superficies d'entreposage de vrac solide. Soulignons aussi qu'un des émissaires de vracs solides se jette directement au fleuve (U-1). La charge totale en métaux amenée au fleuve serait alors de l'ordre de 8000 kilogrammes annuellement.

### **Des apports non négligeables**

Il est également intéressant de comparer les charges apportées par la rivière Saint-Charles à celles apportées par d'autres rivières de même envergure et situées dans la même région (tableau 2). Au niveau des apports en métaux, les charges de la rivière Saint-Charles se comparent à celles des rivières Etchemin et Montmorency. Puisque ces dernières présentent un débit deux à trois fois plus élevé, on doit toutefois considérer la rivière Saint-Charles comme étant de moins bonne qualité. Son bassin beaucoup plus urbanisé explique aussi des charges un peu plus élevées en cuivre, en nickel et en plomb. Comparés à d'autres affluents importants du système fluvial, les charges de la rivière Saint-Charles sont deux à vingt sept fois moins élevées que celles des rivières l'Assomption, Yamaska ou Richelieu (tableau 2). Sachant que le débit de la rivière Saint-Charles est six à trente deux fois plus faible que ces mêmes rivières, on peut cependant les considérer de qualité comparable.

Figure G : Indice de qualité des sédiments récents dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles.



**Tableau 2**

<b>RIVIÈRES</b>	<b>DÉBIT (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>APPORTS ANNUELS (kilogrammes de métaux)</b>
Saint-Charles	12	39882
Etchemin	26	17585
Montmorency	35	24900
Assomption	75	* 88695
Richelieu	410	1072370
Yamaska	110	215168

\* pour trois métaux seulement

On peut aussi examiner les apports au fleuve (via l'estuaire et l'émissaire U-1) en regard des apports de certaines industries prioritaires du PASL (tableau 3). Ces apports (8000 kilogrammes annuellement) sont de deux à dix fois plus élevés que ceux de Sidbec-Dosco, de Minéraux Noranda, de Shell ou de Pétro-Canada. Ils correspondent à peu près aux apports de Elkem Métal mais sont dix et soixante fois moins élevées que les apports de Kronos et de QIT-Sorel respectivement. *Ces comparaisons démontrent bien le caractère significatif des apports au fleuve liés aux sources encore présentes dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles.*

**Tableau 3**

<b>INDUSTRIES</b>	<b>APPORTS ANNUELS (kilogrammes de métaux)</b>
Elkem Métal	8833
Kronos	79518
Minéraux Noranda	2566
Pétro-Canada	3998
QIT-Sorel	501222
Shell	1147
Sidbec-Dosco	5190

## CONCLUSION

L'estuaire de la rivière Saint-Charles constitue une zone de sédimentation permanente qui a accumulé au fil des ans près de 4 millions de mètres cubes de sédiments contaminés.

L'hydrodynamique particulière à l'embouchure de la rivière Saint-Charles est telle que la remise en suspension des sédiments contaminés puis leur évacuation vers le fleuve est négligeable. Cette situation fait en sorte qu'*une intervention sur les fonds contaminés n'est ni urgente ni impérative*. Toutefois, il n'est pas assuré que cette stabilité relative ne soit à jamais menacée. En effet, l'augmentation future du tirant d'eau des navires, les changements dans la configuration des quais suite à des aménagements portuaires ou encore des modifications au déversoir du pont Samson sont des exemples d'actions susceptibles de modifier considérablement la dynamique sédimentaire actuelle de l'estuaire. De plus, l'estuaire constituant une zone de sédimentation permanente, la société portuaire devra éventuellement (à moyen terme) procéder à des travaux d'entretien pour assurer ou améliorer la profondeur d'eau des aires de manoeuvres des navires. Bref, *bien qu'acceptable à court terme, le statu quo n'est donc pas envisageable à moyen ou long terme*.

Conséquemment, il y a intérêt à se préparer dès maintenant à une future intervention sur les fonds contaminés de l'estuaire de la rivière Saint-Charles afin d'éviter qu'elle ait à se réaliser en catastrophe. *L'intérêt d'y penser tout de suite* tient au fait que de nombreuses étapes seront nécessaires avant de passer à une intervention directe sur les fonds qui soit optimale: le design d'un projet précis, la recherche d'un financement, les autorisations diverses (dont le processus fédéral d'évaluation et d'examen en matière d'environnement) et les essais de démonstration.

Quant aux sources de contamination encore existantes, celles-ci apportent à l'estuaire et au fleuve des charges totales en métaux significatives. Un meilleur contrôle de ces sources résulterait en un gain pour l'écosystème fluvial. Ainsi *des plans correcteurs des sources devraient être développés et rapidement mis en oeuvre*.