

# L'évaluation écotoxicologique en support à la gestion des sédiments de dragage dans le Saint-Laurent

Louis Martel

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Collaborateurs : Mélanie Desrosiers, CEAEQ  
Marc Babut, Cemagref de Lyon



## Sommaire

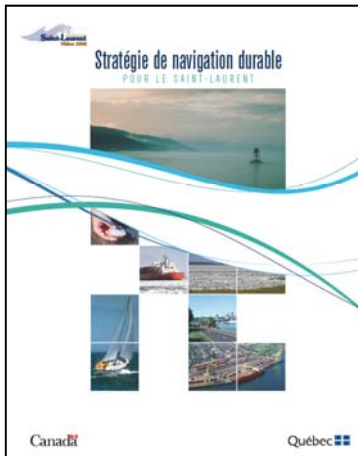
- Le contexte du projet
- Les objectifs visés
- La base de données générée
- Les résultats obtenus
- Les conclusions et les suites du projet

## Contexte

### Plan d'action 2004 – 2009 de la *Stratégie de navigation durable*

#### Enjeux :

- Concertation
- Dragage et sédiments → GIDS
- Fluctuation des niveaux d'eau
- Érosion des rives
- Gestion des eaux usées et des résidus de cargaison
- Eaux de lest et organismes exotiques
- Déversement de produits dangereux
- Développement du transport maritime



[www.slv2000.qc.ca/plan\\_action/phase3/navigation/SND/accueil\\_f.htm](http://www.slv2000.qc.ca/plan_action/phase3/navigation/SND/accueil_f.htm)



## Contexte

### *Gestion intégrée du dragage et des sédiments*

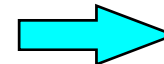
([http://www.slv2000.qc.ca/plan\\_action/phase3/navigation/SND/images/Orientations\\_dragage\\_f.pdf](http://www.slv2000.qc.ca/plan_action/phase3/navigation/SND/images/Orientations_dragage_f.pdf))

#### 17 recommandations regroupées sous trois volets

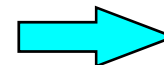
1.0 Amélioration des mécanismes de planification relatifs au dragage et à la gestion des sédiments de dragage

2.0 Amélioration de la concertation dans le cadre de l'application des régimes d'évaluation environnementale aux projets de dragage

3.0 Démarche visant à réduire les incertitudes scientifiques relatives au dragage



Comité de planification et d'évaluation environnementale du dragage



Comité de concertation de la recherche sur le dragage

**R12 - Définir ou améliorer les différents outils d'évaluation de la qualité des sédiments**





## Contexte

# Cadres d'application des critères de qualité des sédiments

[http://www.planstlaurent.qc.ca/centre\\_ref/publications/diverses/Qualite\\_criteres\\_sediments\\_f.pdf](http://www.planstlaurent.qc.ca/centre_ref/publications/diverses/Qualite_criteres_sediments_f.pdf)

Critères de qualité		Prévention	Dragage	Restauration
	Effets biologiques fréquemment observés**	Classe 3	Classe 3	Classe 3
CEF				
	Effets biologiques occasionnellement observés**		Classe 2	Classe 2
CEP				
		Classe 1	Classe 1	Classe 1
CEO				
	Effets biologiques rarement observés***	Classe 2		
CSE				
		Classe 1		
CER				

**CER** : Concentration d'effets rares;

**CEP** : Concentration produisant un effet probable;

**CSE** : Concentration seuil produisant un effet; **CEF** : Concentration d'effets fréquents.

**CEO** : Concentration d'effets occasionnels;



## Contexte

concentration ↑

<p><b>Classe 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes: très élevée</li> <li>• Rejet en eau libre proscrit. Les sédiments doivent être traités ou confinés de façon sécuritaire</li> </ul>
<p><b>CEF</b></p>
<p><b>Classe 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes: de moyenne à élevée</li> <li>• <b>L'innocuité des sédiments doit être démontrée</b> et le dépôt ne doit pas contribuer à détériorer le milieu récepteur</li> </ul>
<p><b>CEO</b></p>
<p><b>Classe 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes: faible</li> <li>• Utilisation des sédiments à des fins bénéfiques ou rejet en eau libre acceptable à condition que le dépôt ne contribue pas à détériorer le milieu récepteur</li> </ul>



## Objectif général

Fournir aux gestionnaires de projets de dragage un guide :

- Approche par étape
- Applicable aux situations de rejet en eau libre des sédiments dragués
- Basée sur des analyses et des essais spécifiques
- Guide pour l'interprétation (caractérisation du risque)



# Objectifs général

## Approche par étape

### Étape 1:

Analyse d'une liste de substances prioritaires

### Étape 2:

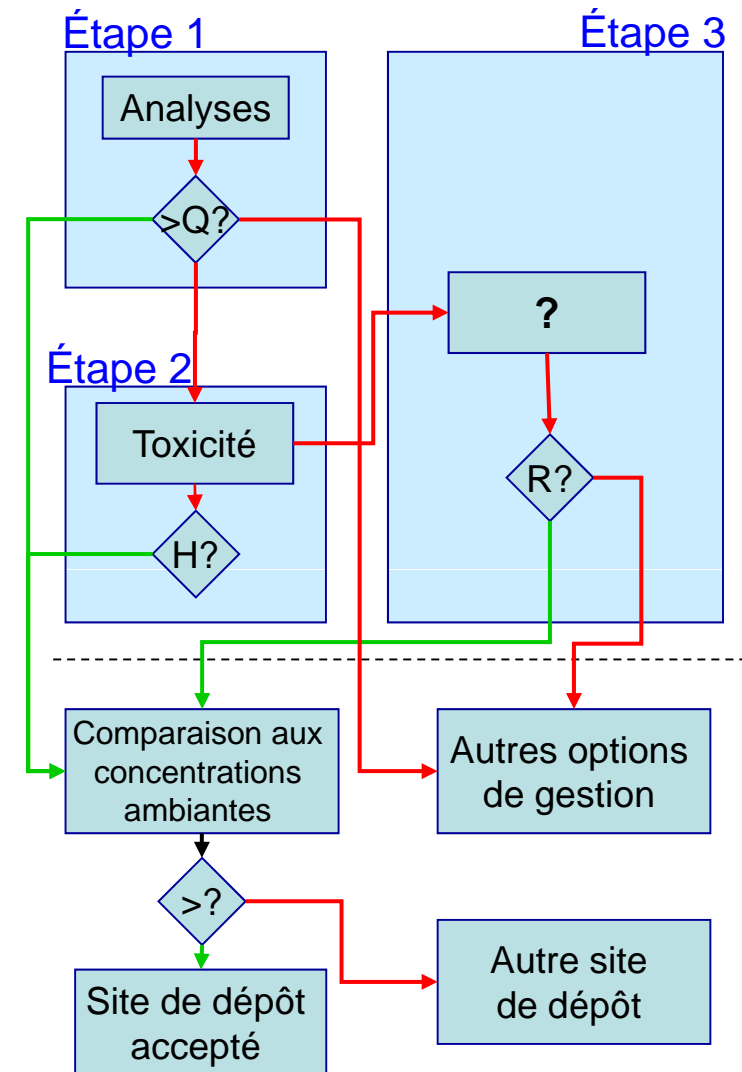
Essais de toxicité

### Étape 3:

Caractérisation détaillée du risque écotoxicologique

## Objectifs spécifiques

- Évaluer la capacité prédictive des critères de qualité utilisés
- Ajuster l'étape 1

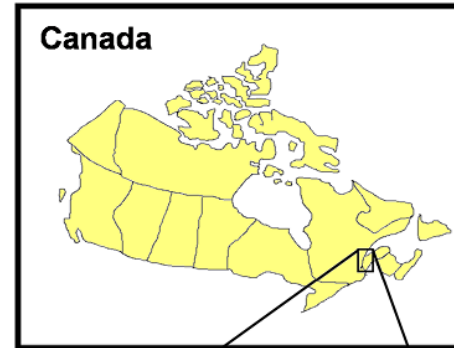
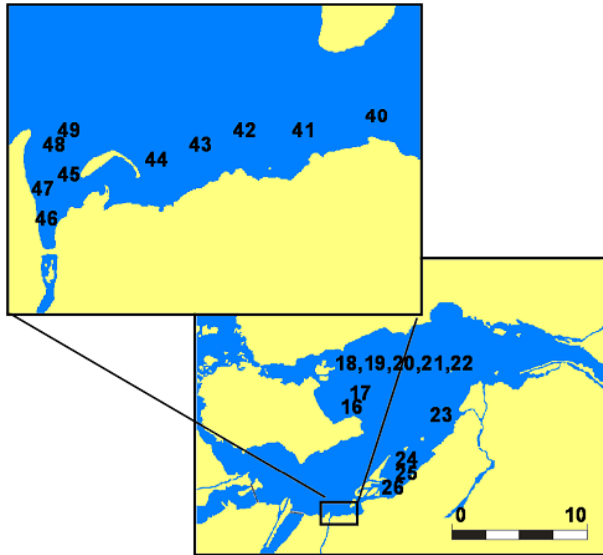


Desrosiers et al., 2009. *Efficiency of sediment quality guidelines to predict toxicity: The case of the St. Lawrence River*. Integrated Environmental Assessment and Management, doi:10.1897/IEAM\_2009-026.1

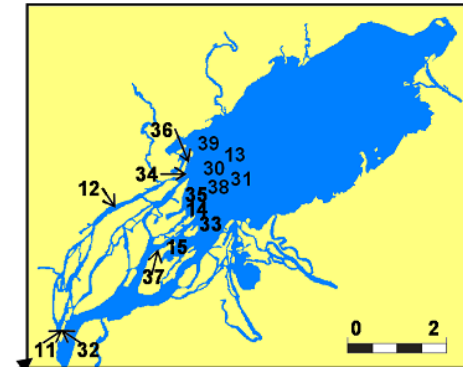


# Base de données

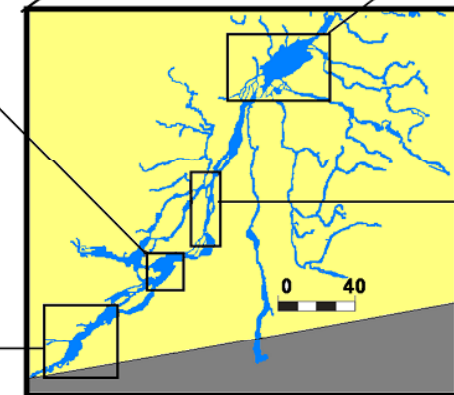
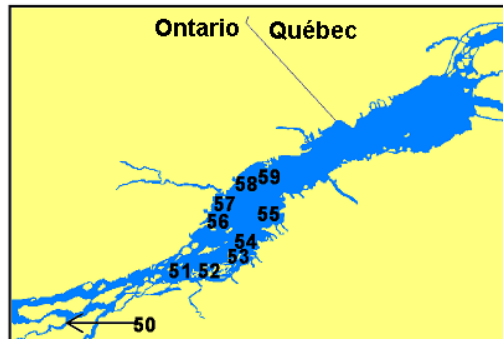
Lac Saint-Louis



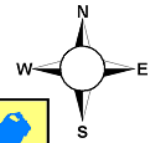
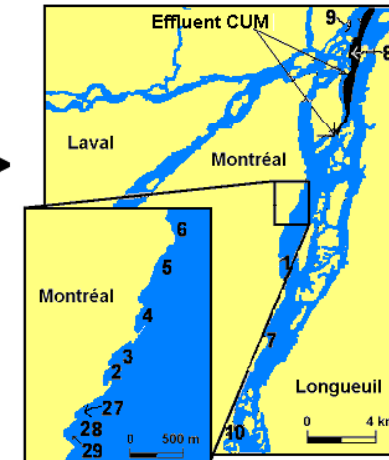
Lac Saint-Pierre



Lac Saint-François



Montréal



## Base de données

### Inorganiques

- Al, As, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn

### Organiques

- BPCs, HAPs, Hydrocarbures pétroliers (C10-C50),  
Pesticides

### Essais de toxicité

- Sédiments entiers (*C. riparius*, *H. azteca*)
- Eaux interstitielles (*P. subcapitata*, *B. calyciflorus*)

### Macroinvertébrés (identification au genre)

### Caractéristiques environnementales

- Al, Ca, Fe, Mn, pH, granulométrie des sédiments, carbone organique (total et dissout), éléments nutritifs, soufre total, masses d'eau ...



## Base de données



	Résultats	CEO
Cd	< LD à 3.0	1.7
Cu	10 à 3600	63
Pb	6 à 190	52
Zn	31 à 550	170
HAPs	< LD à 96	0.02 – 0.23
BPCs	0.001 à 2.3	0.08
C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	19 à 17000	



# Résultats

## Critères de qualité

Selon la classification la plus « sévère » obtenue parmi l'ensemble des contaminants couverts par les CQS

	<i>H. azteca</i> (mortalité)	<i>C. riparius</i> (mortalité)	Un ou l'autre (mortalité)
Classe 1	6	6	8/10
Classe 2	14	10	20/29
Classe 3	12	11	15/20



# Résultats

## Quotients et indice

$Q_{\text{moyen } 1}$

$$Q_{\text{moyen } 1} = \frac{\sum Ci / CQSi}{20}$$

$Q_{\text{moyen } 2}$

$$Q_{\text{moyen } 2} = \frac{\sum (C_{\text{inorg, BPCs}} / CQSi), (\sum \frac{HAPi}{CQS_{HAPi}} / 11)}{10}$$

$Q_{\text{moyen } 3}$

$$Q_{\text{moyen } 3} = \frac{\sum (C_{\text{Cd, Cu, Pb, Zn, BPCs}} / CQSi), (\sum \frac{C_{\text{As, Cr, Hg, Ni}}}{CQSi} / 4), (\sum \frac{HAP_{\text{légers}}}{CQS_{HAP}} / 6)}{7}$$

$IQS^*$

$$IQS = 100 - \frac{\sqrt{\text{étendue}^2 + \text{amplitude}^2}}{\sqrt{2}}$$

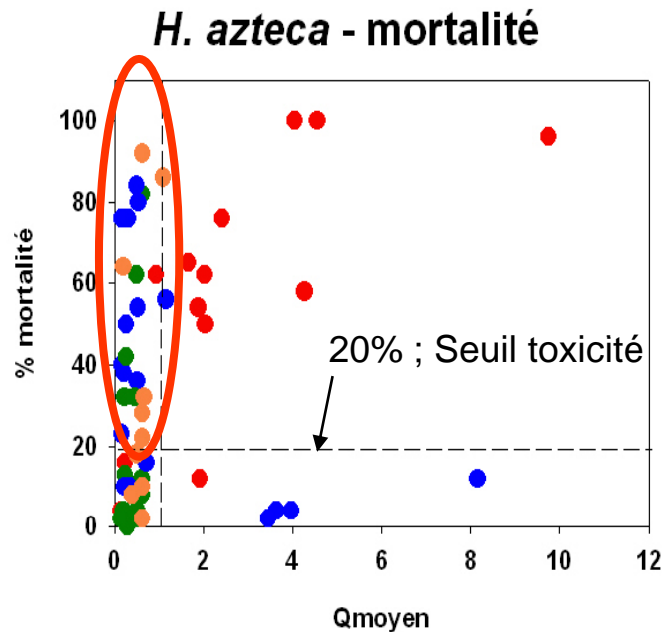
\* Grapentine L.C. & al. (2002) *Hum. & Ecol. Risk Assess.* 8/7 1549-1567





# Résultats

## Quotient moyen



$$Q_{\text{mean}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{SQG_i}}{n}$$

Erreur type II (« faux négatifs »)  
élevée = 54.3% (45 à 55 %)

## Réduction de l'erreur :

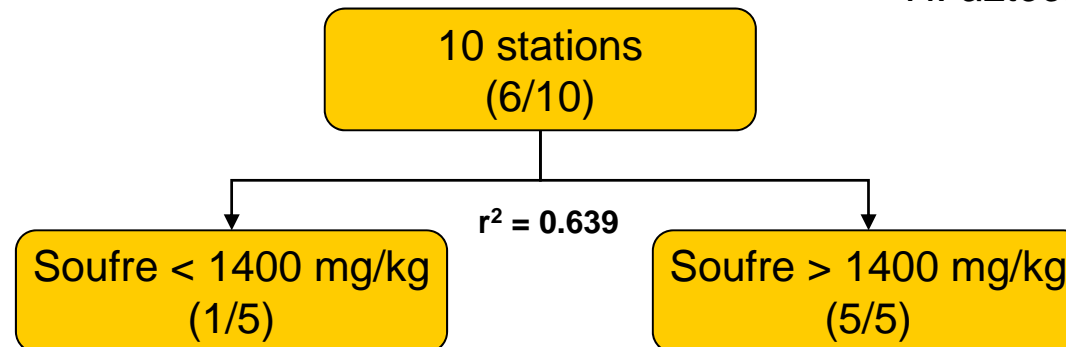
- Autres contaminants ?
- Facteurs confondants ? (Al, Fe, Mn, Ca, MO, S)



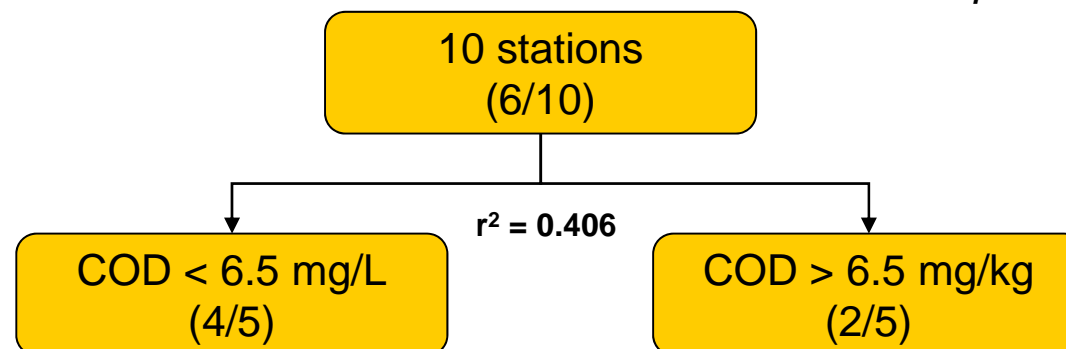
# Résultats

## Arbre de régression pour sédiments de classe 1

*H. azteca* mortalité



*C. riparius* mortalité



# Conclusions

## Classe 1

- Probabilité faible de détecter des effets néfastes
- CQS peu efficace pour prédire la toxicité
- Soufre associé à la toxicité non prédite
  - Étape 1 : si  $S_{\text{tot}} > 1400\text{mg/kg}$ , passer à l'Étape 2

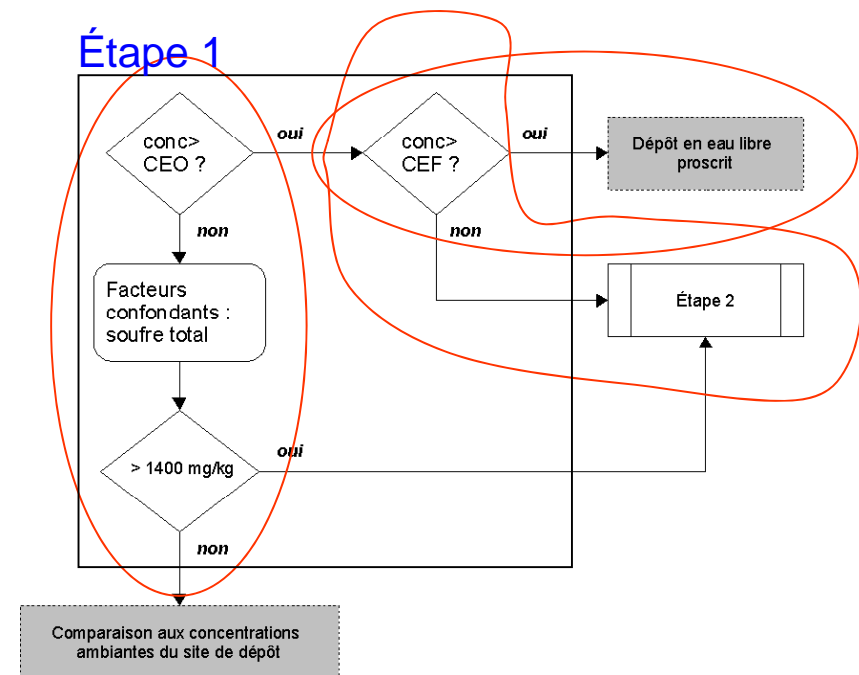
## Classe 2

- Probabilité élevée de détecter des effets néfastes
- CQS ont prédit la toxicité dans 69% des cas
  - Étape 1 : pas de modification

## Classe 3

- Probabilité très élevée de détecter des effets néfastes
- CQS ont adéquatement prédit la toxicité (ou la présence d'un contaminant (Hg) avec fort potentiel de bioaccumulation)
  - Étape 1 : pas de modification

## Étape 1



## Prochaines étapes

### Validation des résultats de cette étude et des étapes 2 et 3 (?)

- Comparaison des résultats des essais de toxicité avec l'étude des communautés benthiques
- Caractérisation de la présence de contaminants « d'intérêt émergent » dans les sédiments afin d'évaluer leur potentiel de contribution à la toxicité observée (nouveau CQS ?)
- Effectuer des études de cas sur le Saint-Laurent

Développer une démarche équivalente pour l'évaluation des sites de sédiments contaminés (contexte de restauration)



## Équipe de suivi

### Québec

- Centre d'expertise en analyse environnementale
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs



Environnement  
Canada

Environment  
Canada



#### MDDEP

- Louis Martel (Centre d'expertise en analyses environnementales du Québec; CEAEQ)
- Mélanie Desrosiers (CEAEQ)
- Gaëlle Triffaut-Bouchet (CEAEQ)
- Lise Boudreau (Direction du suivi de l'état de l'environnement; DSÉE)
- Isabelle Guay (DSÉE)
- Pierre Michon (Direction des évaluations environnementales ; DÉÉ)
- Annick Michaud (DÉÉ)

#### Environnement Canada

- Caroll Bélanger (Division des activités de la Protection de l'Environnement; DAPE)
- Suzie Thibodeau (DAPE)
- Mario Cormier (DAPE)
- Serge Lepage (DAPE)
- Christian Gagnon (Direction des Sciences et de la Technologie; DST)
- Magella Pelletier (DST)

#### CEMAGREF

- Marc Babut (UR. Biologie des écosystèmes aquatiques)

#### PAQ-SEPAQ

- Stéphane Masson (anciennement CEAEQ)

*Ce projet a été soutenu par le ministère des Relations internationales du Québec et le ministère des Affaires étrangères et européennes de France (Consulat général de France à Québec) dans le cadre de la 62e session de la Commission permanente de coopération franco-québécoise.*





**MERCI !**