

## ANNEXE 7

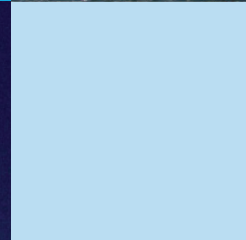
Protocole de la campagne de relevés océanographiques





# Anse du Moulin Projet de réhabilitation

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE



RAPPORT FINAL





**PLAN  
D'ÉCHANTILLONNAGE  
ET D'ANALYSE  
ANSE DU MOULIN**



PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE

ANSE DU MOULIN

Présenté à

Aluminerie Alcoa de Baie-Comeau

Par

GENIVAR inc.

SEPTEMBRE 2011

111-21002-00





## ÉQUIPE DE RÉALISATION

---

### **GENIVAR inc**

Directeur de projet	:	Carl Gauthier
Conseiller scientifique	:	Craig Wood
Directeur ÉIES	:	Mario Heppell
Chargé de projet ÉIES	:	Patrick Charbonneau
Coordonnateur terrain	:	Marc Pelletier
Directeur d'analyse de risques écotoxicologiques	:	Jean-Pierre Trépanier
Responsable d'analyse de risques et écotoxicologie	:	Agnès Renoux
Spécialiste en écotoxicologie	:	Pierre-Michel Bergeron
Spécialiste en qualité du milieu	:	Annie Bérubé
Spécialiste en hydraulique maritime	:	Nicolas Guillemette
Assistante terrain en océanographie physique	:	Mélanie Lévesque
Assistante laboratoire pour la caractérisation sédiment	:	Julie Simard
Cartographie et géomatique	:	Mélissa Gaudreault
Secrétariat	:	Linette Poulin

---

### **Référence à citer :**

GENIVAR. 2011. *Plan d'échantillonnage et d'analyse, Anse du Moulin*. Rapport de GENIVAR à Aluminerie Alcoa de Baie-Comeau. 24 p. et annexes.



# TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Équipe de réalisation .....	i
Table des matières .....	iii
Liste des tableaux.....	v
Liste des cartes.....	v
Liste des figures.....	v
1. DESCRIPTION DU PROJET.....	1
1.1 Zone d'étude .....	1
1.2 Objectifs .....	1
1.3 Études proposées .....	2
2. CARACTÉRISATION DES SÉDIMENTS .....	5
2.1 Historique .....	5
2.2 Objectifs .....	5
2.3 Localisation des stations et échantillonnage .....	5
2.4 Ouverture des carottes et sous-échantillonnage.....	7
2.5 Analyses.....	13
2.6 Échéancier .....	13
3. ÉVALUATION DE RISQUE TOXICOLOGIQUE .....	15
3.1 Objectifs .....	15
3.2 Localisation des stations et échantillonnage .....	15
3.3 Test de toxicité sur les sédiments entiers.....	16
3.4 Bioaccumulation .....	17
3.4.1 Échantillonnage terrain.....	17
3.4.2 Laboratoire .....	17
3.5 Analyses physico-chimiques des sédiments .....	17
3.4.3 Autres paramètres.....	18
3.6 Laboratoire d'analyse proposé .....	18
3.6.1 Analyses chimiques et biologiques .....	18
3.6.2 Bioaccumulation .....	18

## **TABLE DES MATIÈRES (suite)**

	<b>Page</b>
4. CAMPAGNE DE LEVÉS HYDRODYNAMIQUE ET HYDROSÉDIMENTAIRE .....	19
4.1 Historique .....	19
4.2 Objectifs .....	20
4.3 Justification et approche générale .....	20
4.4 Bathymétrie .....	20
4.5 Transects ADCP .....	22
4.6 Dériveurs .....	22
4.7 Stations fixes (courants, vagues et turbidité) .....	22
4.8 Profilage de la turbidité et des propriétés physico-chimique de l'eau .....	24
4.9 Échéancier .....	24

## **LISTE DES TABLEAUX**

		<b>Page</b>
Tableau 1	Localisation des stations de carottage et profondeur à atteindre .....	7
Tableau 2	Liste des sous-échantillons à prélever à chaque station .....	8
Tableau 3	Caractéristiques des différents capteurs utilisés sur les ADCP pour la présente campagne de terrain. ....	24

## **LISTE DES CARTES**

		<b>Page</b>
Carte 1	Zone d'étude .....	3
Carte 2	Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments .....	6
Carte 3	Zone couverte par les relevés bathymétriques proposés.....	21
Carte 4	Relevés océanographiques.....	23

## **LISTE DES FIGURES**

		<b>Page</b>
Figure 1	Station des relevés réalisés en 1995 par SNC-Lavalin (Procéan). ....	19



# **1. DESCRIPTION DU PROJET**

---

Au fil du temps, les infrastructures portuaires d'Alcoa Baie-Comeau ont atteint la fin de leur vie utile, nécessitant une réfection urgente des quais. Nécessairement, tout projet de construction visant à réparer ces infrastructures doit s'effectuer dans la vision d'affaire de l'aluminerie afin de répondre aux besoins actuels et futurs.

Un des points majeurs à considérer dans ce projet est la prise à compte de la présence de sédiments contaminés au niveau de la Baie des Anglais, plus précisément dans l'Anse du moulin (ADM).

Après plusieurs modifications au projet de construction initiale (2008), Alcoa, en accord avec les autorités compétentes, a finalement établi le projet actuel visant la réhabilitation de l'ADM.

## **1.1 Zone d'étude**

La zone d'étude considérée par le projet de réhabilitation de l'ADM est localisée à Baie-Comeau, dans la municipalité régionale de comté (MRC) de la Manicouagan, sur la Côte-Nord. ADM inclut donc les limites de la propriété de l'Aluminerie Alcoa Baie-Comeau, ainsi qu'une partie de la Baie des Anglais. La carte 1 présente la localisation de la zone d'étude considérée par le projet. De façon spécifique, l'ADM est limitée par les quais de l'aluminerie (sud-est) et le chemin d'accès menant aux installations de Cargill (nord-est). La zone se limite ainsi par la ligne joignant le quai 1 et la pointe de Cargill.

## **1.2 Objectifs**

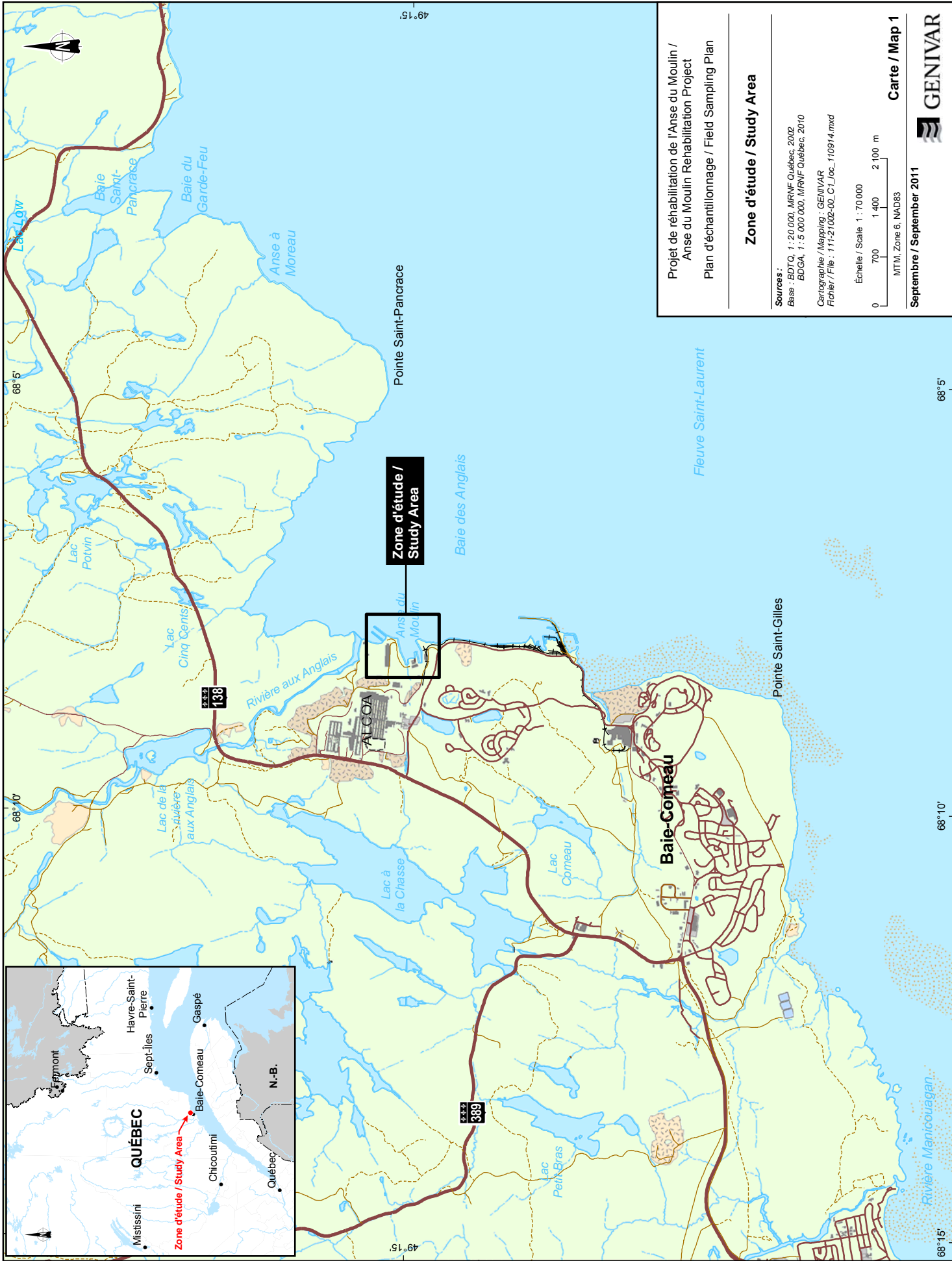
Les objectifs principaux du projet sont :

- évaluer l'impact potentiel des contaminants retrouvés dans les sédiments sur les organismes aquatiques;
- limiter la migration potentielle des contaminants de l'anse vers la Baie des Anglais;
- résoudre toutes questions concernant les sédiments;
- stabiliser les installations portuaires existantes.

### 1.3 Études proposées

Le présent document a pour but de dresser le portrait général des différentes campagnes terrains qui seront effectuées dans le cadre du projet de réhabilitation de l'ADM. À titre d'étape préliminaire, GENIVAR inc. (GENIVAR) a étudié attentivement tous les rapports, documents techniques et travaux terrains complétés par le passé dans la même zone d'étude. Cette recherche a ainsi permis de cerner les données manquantes et de cibler les besoins pour la campagne de caractérisation d'automne 2011. Les travaux terrain de cette année permettront donc de compléter et de recueillir toutes les informations nécessaires à la conception et à l'évaluation des alternatives de restauration des sédiments contaminés de l'ADM. Globalement, les travaux consisteront à l'échantillonnage des sédiments, à l'évaluation du risque toxicologique et à la réalisation d'une campagne hydrodynamique et hydrosédimentaire.





Projet de réhabilitation de l'Anse du Moulin /  
 Anse du Moulin Rehabilitation Project  
 Plan d'échantillonnage / Field Sampling Plan

**Zone d'étude / Study Area**

Sources :  
 Base : BDTQ, 1 : 20 000, MRNF Québec, 2002  
 BDGA, 1 : 5 000 000, MRNF Québec, 2010  
 Cartographie / Mapping : GENIVAR  
 Fichier / File : 111-2102-00\_C1\_Loc\_110914.mxd

Echelle / Scale 1 : 70 000  
 0 700 1 400 2 100 m  
 MTM, Zone 6, NAD83

68°5' 68°10' 49°15' 49°15'



## **2. CARACTÉRISATION DES SÉDIMENTS**

---

### **2.1 Historique**

Depuis 1990, plusieurs campagnes de caractérisation des sédiments ont été faites à l'intérieur de l'ADM. Les études complétées par SNC-Lavalin et Procéan en 1994 et 1995, ainsi que celles de GENIVAR effectuées de 2006 à 2009, représentent les campagnes les plus complètes et récentes portant sur la caractérisation des sédiments.

- 1994-1995 Étude de SNC-Lavalin (Procean) :
  - Évaluation de l'étendue de la contamination;
  - Échantillons de surface (benne) et en profondeur (carottes).
- 2006, 2007, 2008 et 2009 échantillonnage par GENIVAR :
  - 2006 : 23 échantillons de surface;
  - 2007 : 23 échantillons de surface, 6 carottes et 13 trappes à sédiments;
  - 2008 : 22 échantillons de surface et 16 carottes;
  - 2009 : 31 carottes et 7 échantillons de surface.

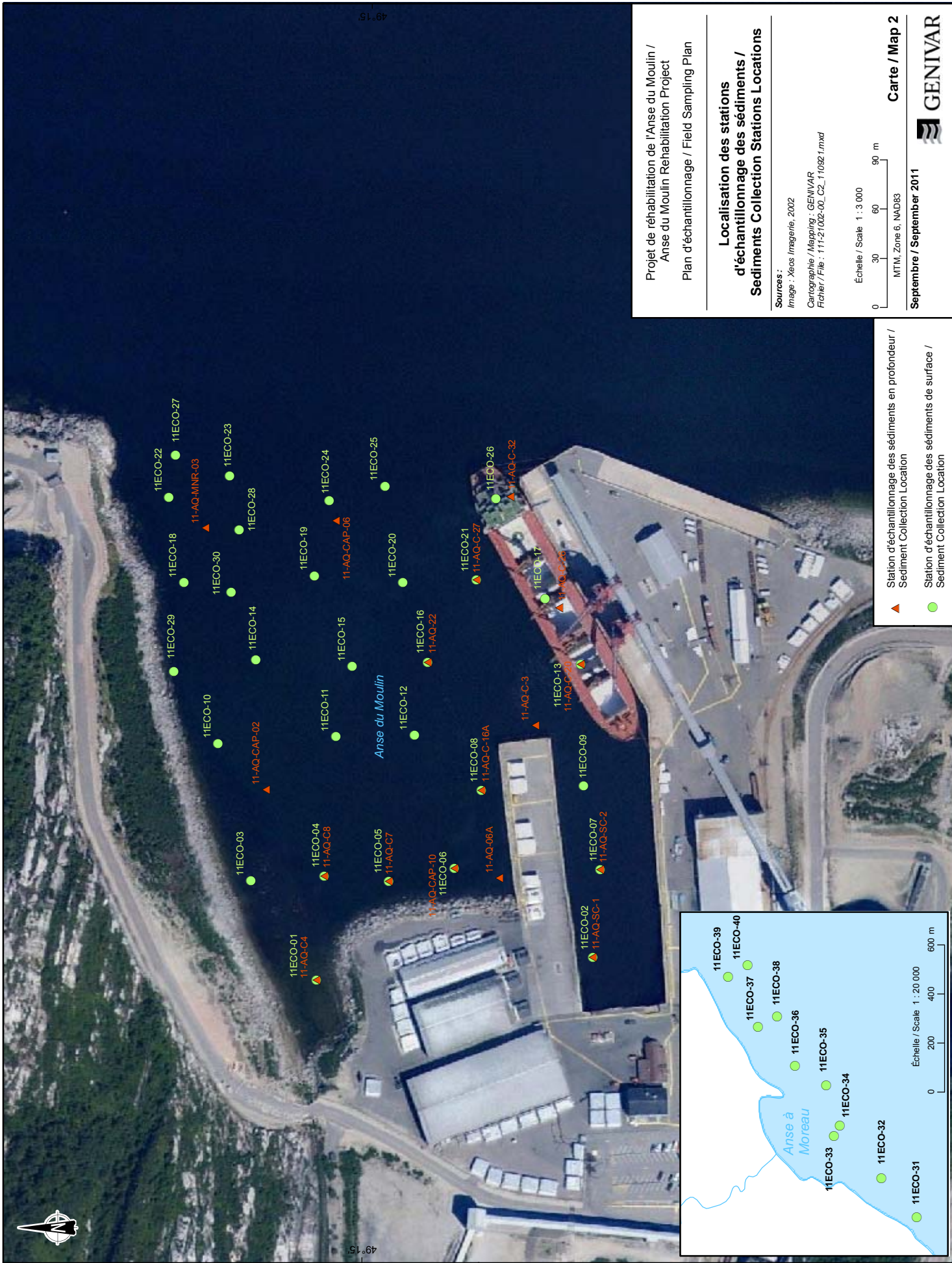
Selon les campagnes d'échantillonnages, une série de paramètres physico-chimiques a été effectuée sur un certain nombre d'échantillons.

### **2.2 Objectifs**

- délimiter avec précision la distribution verticale et horizontale des sédiments contaminés;
- recueillir des informations supplémentaires sur les propriétés des sédiments afin de supporter l'analyse des alternatives de restauration des sédiments;
- réaliser certains essais en laboratoire afin de valider certaines techniques de restauration;

### **2.3 Localisation des stations et échantillonnage**

La zone d'étude considérée pour le prélèvement des sédiments en profondeur (carotte) est localisée à l'intérieur de l'ADM. La carte 2 illustre l'emplacement des stations de carottage (rouge). Au total, 17 stations seront échantillonnées. Tous les prélèvements seront effectués avec l'aide d'un carottier vibrasonique Rossfelder installé sur un ponton spécialement aménagé pour ce genre de travaux.



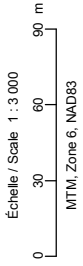
49 15

49 15

Projet de réhabilitation de l'Anse du Moulin /  
Anse du Moulin Rehabilitation Project  
Plan d'échantillonnage / Field Sampling Plan

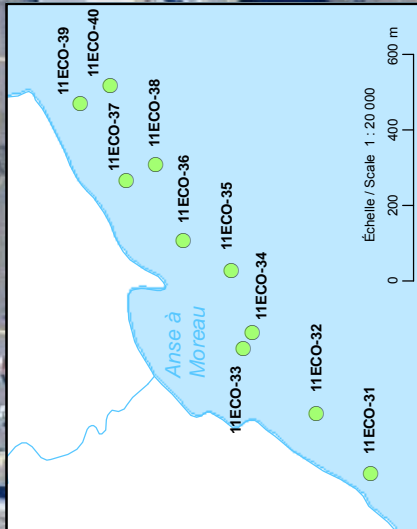
**Localisation des stations  
d'échantillonnage des sédiments /  
Sediments Collection Stations Locations**

Sources :  
Imagerie : Xeos Imagerie, 2002  
Cartographie / Mapping : GENIVAR  
Fichier / File : 11I-21002-00\_C2\_10921.mxd



Carte / Map 2

Septembre / September 2011



Le positionnement du ponton et du carottier s'effectuera avec l'aide d'un dGPS (Digital Global Positioning Satellites) avec une précision de l'ordre de 50 cm et moins. Le tableau 1 présente les coordonnées géographiques des 17 stations à échantillonner, ainsi que les profondeurs à atteindre avec le carottier (1 ou 3 m).

Tableau 1 Localisation des stations de carottage et profondeur à atteindre

Station	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
11-AQ-C4	258396,66	5457109,84	3
11-AQ-C8	258459,75	5457105,11	3
11-AQ-C-7	258456,49	5457065,69	3
11-AQ-CAP-10	258464,43	5457025,63	3
11-AQ-06A	258458,71	5456997,99	3
11-AQ-C-3	258551,75	5456975,76	3
11-AQ-C-20	258589,21	5456948,00	3
11-AQ-C-26	258623,49	5456961,33	3
11-AQ-C-32	258691,30	5456990,92	1
11-AQ-C-27	258640,51	5457012,01	1
11-AQ-22	258590,47	5457041,69	3
11-AQ-C-16A	258512,26	5457008,98	3
11-AQ-CAP-06	258676,94	5457097,99	1
11-AQ-MNR-03	258672,38	5457177,59	1
11-AQ-CAP-02	258512,83	5457140,54	1
11-AQ-SC-1	258410,28	5456940,55	3
11-AQ-SC-2	258464,05	5456936,16	3

Notes:

1. Coordonnées en NAD 83 MTM 6.
2. Les positions finales peuvent être ajustées sur le terrain en fonction des obstructions ou des activités de construction.

## 2.4 Ouverture des carottes et sous-échantillonnage

L'ouverture des carottes et le sous-échantillonnage seront réalisés dans un laboratoire spécialement aménagé à cet effet dans les locaux de GENIVAR, à Baie-Comeau. Chaque carotte sera coupée en deux, photographiée et une description visuelle de cette dernière sera notée. Par la suite, des sous-échantillons seront prélevés et placés dans des contenants prévus à cette fin. La liste des sous-échantillons à prélever à chaque station est disponible dans le tableau 2. Chaque sous-échantillon se rapporte à une strate de profondeur particulière dans l'optique de compléter les analyses effectuées en 2006. Tous les échantillons prélevés seront conservés à une température inférieure à 4 °C jusqu'à leur expédition, par courrier rapide, au laboratoire d'analyse.

Tableau 2 Liste des sous-échantillons à prélever à chaque station

Station	Échantillonnage	Profondeur sédiment (m)	Sous-échantillonnage (mètre sous la surface de la carotte)	Analyse ou archive	Type d'analyse	Description des analyses		
11-AQ-SC1	Carotte	3	0.30 – 0.45	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			0.60 – 0.75	Archive				
			0.90 – 1.05	Archive				
			1.20 – 1.35	Analyse				
			1.50 – 1.65	Archive				
			1.80 – 1.95	Archive				
			2.10 – 2.25	Archive				
2.40 – 2.55	Archive	Physique	Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction					
2.70 – 2.85	Archive							
10 cm au fond de la carotte	Archive							
11-AQ-SC2	Carotte	3	0.30 – 0.45	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			0.60 – 0.75	Analyse				
			0.90 – 1.05	Archive				
			1.20 – 1.35	Archive				
			1.50 – 1.65	Archive				
			1.80 – 1.95	Archive				
			2.10 – 2.25	Archive			Physique	Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction
2.40 – 2.55	Archive							
2.70 – 2.85	Archive							
11-AQ-C-3	Carotte	3	0.90 – 1.05	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			1.20 – 1.35	Analyse				
			1.50 – 1.65	Archive				
			1.80 – 1.95	Archive				
			2.10 – 2.25	Archive				
			2.40 – 2.55	Archive			Physique	Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction
			2.70 – 2.85	Archive				
10 cm au fond de la carotte	Archive							

Tableau 2 Liste des sous-échantillons à prélever à chaque station (suite)

Station	Échantillonnage	Profondeur sédiment (m)	Sous-échantillonnage (mètre sous la surface de la carotte)	Analyse ou archive	Type d'analyse	Description des analyses		
11-AQ-C-20	Carotte	3	0.90 – 1.05	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			1.20 – 1.35	Analyse				
			1.50 – 1.65	Archive				
			1.80 – 1.95	Archive				
			2.10 – 2.25	Archive				
			2.40 – 2.55	Archive				
11-AQ-22	Carotte	3	2.70 – 2.85	Archive	Physique	Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction		
			10 cm au fond de la carotte	Archive				
			1.80 – 1.95	Analyse			Chimique	HAP, BPC, et COT
			2.10 – 2.25	Archive				
			2.40 – 2.55	Archive				
			2.70 – 2.85	Archive				
10 cm au fond de la carotte	Archive							
11-AQ-C-16A	Carotte	3	1.80 – 1.95	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			2.10 – 2.25	Archive				
			2.40 – 2.55	Archive				
			2.70 – 2.85	Archive				
			10 cm au fond de la carotte	Archive				
			1.80 – 1.95	Analyse			Chimique	HAP, BPC, et COT
2.10 – 2.25	Archive							
2.40 – 2.55	Archive							
2.70 – 2.85	Archive							
10 cm au fond de la carotte	Archive							
11-AQ-06A	Carotte	3	1.80 – 1.95	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			2.10 – 2.25	Archive				
			2.40 – 2.55	Archive				
			2.70 – 2.85	Archive				
			10 cm au fond de la carotte	Archive				
			1.80 – 1.95	Analyse			Physique	Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction
2.10 – 2.25	Archive							
2.40 – 2.55	Archive							
2.70 – 2.85	Archive							
10 cm au fond de la carotte	Archive							



Tableau 2 Liste des sous-échantillons à prélever à chaque station (suite)

Station	Échantillonnage	Profondeur sédiment (m)	Sous-échantillonnage (mètre sous la surface de la carotte)	Analyse ou archive	Type d'analyse	Description des analyses
11-AQ-CAP-10	Carotte	3	2.55 – 2.70	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT
			2.85 – 3.00	Archive		Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si
			15 cm au fond de la carotte	Archive	Physique	sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction
11-AQ-C8	Carotte	3	0.90 – 1.05	Analyse		
			1.20 – 1.35	Archive		
			1.50 – 1.65	Archive	Chimique	HAP, BPC, et COT
			1.80 – 1.95	Archive		
			2.10 – 2.25	Archive		
			2.40 – 2.55	Archive		
11-AQ-C4	Carotte	3	2.70 – 2.85	Archive	Physique	Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si
			10 cm au fond de la carotte	Archive		sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction
			0.90 – 1.05	Analyse		
			1.20 – 1.35	Archive		
			1.50 – 1.65	Archive	Chimique	HAP, BPC, et COT
			1.80 – 1.95	Archive		
11-AQ-C4	Carotte	3	2.10 – 2.25	Archive		
			2.40 – 2.55	Archive		
			2.70 – 2.85	Archive	Physique	Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si
			10 cm au fond de la carotte	Archive		sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction



Tableau 2 Liste des sous-échantillons à prélever à chaque station (suite)

Station	Échantillonnage	Profondeur sédiment (m)	Sous-échantillonnage (mètre sous la surface de la carotte)	Analyse ou archive	Type d'analyse	Description des analyses		
11-AQ-C-26	Carotte	3	0.90 – 1.05	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			1.20 – 1.35	Archive				
			1.50 – 1.65	Archive				
			1.80 – 1.95	Archive				
			2.10 – 2.25	Archive				
			2.40 – 2.55	Archive				
			2.70 – 2.85	Archive				
			10 cm au fond de la carotte	Archive				
			2.70 – 2.85	Archive				
			10 cm au fond de la carotte	Archive				
11-AQ-C-7	Carotte	3	0.90 – 1.05	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			1.20 – 1.35	Archive				
			1.50 – 1.65	Archive				
			1.80 – 1.95	Archive				
			2.10 – 2.25	Archive				
			2.40 – 2.55	Archive				
			2.70 – 2.85	Archive				
			10 cm au fond de la carotte	Archive				
			0.15 – 0.30	Analyse			Chimique	HAP, BPC, et COT
			0.45 – 0.60	Archive				
0.75 – 0.90	Archive							
10 cm au fond de la carotte	Archive							
0.60 – 0.75	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT					
10 cm au fond de la carotte	Archive							
11-AQ-MNR-03	Carotte	1	0.60 – 0.75	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			10 cm au fond de la carotte	Archive				
11-AQ-CAP-06	Carotte	1	0.60 – 0.75	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT		
			10 cm au fond de la carotte	Archive				

Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction

Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction

Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction

Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction

Tableau 2 Liste des sous-échantillons à prélever à chaque station (suite)

Station	Échantillonnage	Profondeur sédiment (m)	Sous-chantillonnage (mètre sous la surface de la carotte)	Analyse ou archive	Type d'analyse	Description des analyses
11-AQ-C-27	Carotte	1	0.45 – 0.60	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT
			0.75 – 0.90	Archive		Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si
			10 cm au fond de la carotte	Archive	Physique	sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction
11-AQ-C-32	Carotte	1	0.45 – 0.60	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT
			0.75 – 0.90	Archive		Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si
			10 cm au fond de la carotte	Archive	Physique	sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction
11-AQ-CAP-02	Carotte	1	0.15 – 0.30	Analyse	Chimique	HAP, BPC, et COT
			0.45 – 0.60	Archive		Granulométrie, % humidité, densité apparente, et "gravité spécifique". Si
			0.75 – 0.90	Archive	Physique	sédiment consolidé: limites d'Atterberg et test de compaction
			10 cm au fond de la carotte	Archive		

ENVIRONNEMENT CANADA. 2002. *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime*. Volume 2. Directives de planification. Direction de la protection de l'environnement-Région du Québec, Section Innovation technologique et secteurs industriels.

## 2.5 Analyses

Les paramètres chimiques qui seront analysés sont les hydrocarbures aromatiques polycliniques (HAP), les biphenyles polychlorés (BPC) et le carbone organique total (COT). Il est à noter que pour les BPC, ces derniers seront analysés selon la méthode des congénères. Ces analyses seront effectuées par un laboratoire accrédité. Les analyses physiques et géotechniques seront, quant à elles, effectuées par un laboratoire spécialisé en sols et géotechniques, à part le test de cisaillement, qui s'effectuera à même le laboratoire de GENIVAR. Un test de déshydratation visant à vérifier la faisabilité d'un traitement des boues de dragage sera également réalisé sur place.

## 2.6 Échéancier

- Mobilisation : 3 octobre 2011;
- Fin de l'échantillonnage : 21 octobre 2011;
- Fin des analyses chimiques et physiques : 31 décembre 2011;
- Rapport sur la caractérisation des sédiments : premier trimestre de 2012.



### **3. ÉVALUATION DE RISQUE TOXICOLOGIQUE**

---

#### **3.1 Objectifs**

L'objectif principal de l'évaluation de risque est de supporter par des données le développement d'alternatives réhabilitations pour l'ADM qui tiennent compte de la spécificité du milieu. Les étapes principales du plan de travail proposé sont :

- d'effectuer des tests de toxicité sur les sédiments pour développer des objectifs de réhabilitation spécifiques au site;
- de déterminer la bioaccumulation dans les invertébrés benthiques prélevés *in situ* pour réduire l'incertitude et mieux estimer les transferts via la chaîne alimentaire;
- d'effectuer l'analyse du risque écotoxicologique pour connaître les risques pour les organismes de niveau trophique supérieur aux invertébrés benthiques;
- d'effectuer l'analyse du risque à la santé humaine;
- de formuler des recommandations pour les options de réhabilitation

Le risque sera évalué pour les conditions actuelles, en se basant sur les caractérisations environnementales disponibles, et pour le site après l'application des mesures de restauration prévues.

#### **3.2 Localisation des stations et échantillonnage**

Pour le programme d'analyses écotoxicologiques, un grand nombre d'échantillons est préféré à la réplication des échantillons, pour permettre une analyse statistique des résultats par régression. Pour cette raison, il est proposé de prélever 40 échantillons, soit :

- 30 échantillons dans l'ADM;
- 10 échantillons au site témoin (Saint-Pancrace).

Pour tenir compte d'une perte éventuelle dans le processus de manipulation et d'expédition, un total de 44 échantillons sera prélevé. Le choix des stations a été basé sur les données existantes de contamination des sédiments en les distribuant dans toute l'ADM, pour obtenir une gamme complète et représentative de caractéristiques physico-chimiques. Quelques échantillons ont été placés à l'extérieur de l'ADM pour s'assurer d'avoir des échantillons présentant de faibles concentrations. Les caractéristiques des sédiments prélevés dans le passé à Saint-Pancrace laissent présumer que ce site témoin sera assez similaire au site contaminé en termes de constitution des sédiments.

La taille de l'échantillon doit permettre de conduire toutes les analyses prévues, mais doit aussi être minimisée pour une meilleure homogénéisation. Des échantillons de 4 L vont être prélevés en surface (0-10 cm, zone d'activité biologique) à l'aide d'une benne Ponar. Le laboratoire d'analyse va fournir tous les contenants et le matériel pour la chaîne de traçabilité.

Les échantillons prélevés vont être maintenus au froid (4°C) et expédiés au laboratoire. Après réception, le personnel du laboratoire va procéder à une homogénéisation et préparer des sous-échantillons pour les différentes analyses qui seront pratiquées.

### **3.3 Test de toxicité sur les sédiments entiers**

*Amphipode : Eohaustorius estuarius*

L'amphipode *Eohaustorius estuarius* est un crustacé qui vit dans le sédiment et se nourrit de particules à sa surface. Il tolère une vaste gamme de granulométrie et de salinité, ce qui réduit le biais imputable aux caractéristiques physicochimiques des sédiments. La méthode standard de l'USEPA (600/R-01/020) permet d'évaluer la reproduction, en plus de la survie et de la croissance. Il s'agit d'un essai chronique de 28 jours pratiqué sur 175 mL de sédiments, auxquels sont ajoutées 725 mL d'eau de mer et 20 organismes nouveau-nés. Les réponses biologiques mesurées sont :

- la survie (%);
- la croissance (gain de poids moyen/ jour);
- la reproduction (nombre de rejetons/ adulte survivant).

*Polychète : Polydora cornuta*

La méthode standard proposée est celle de l'USEPA (910/9-90-011). Il s'agit d'un essai chronique de 20 jours pratiqué sur 175 mL de sédiments auquel sont ajoutées 725 mL d'eau de mer et 5 vers juvéniles. Les réponses biologiques mesurées sont :

- la survie (%);
- la croissance (gain de poids moyen/ jour)
- la biomasse (poids sec total)
- la biomasse moyenne (poids sec / organisme)

### **3.4 Bioaccumulation**

#### **3.4.1 Échantillonnage terrain**

Les espèces sélectionnées pour l'étude de la bioaccumulation sont le buccin commun (*Buccinum undatum*) et la moule bleue (*Mytilus edulis*), deux espèces retrouvées dans l'ADM. Une demande de permis de prélèvement scientifique a été effectuée auprès de Pêches et Océans Canada (MPO) et est ainsi en court d'obtention.

Sept stations seront situées dans l'ADM, tandis que les trois stations de référence seront localisées dans l'anse Saint-Panrace.

La récolte du buccin sera effectuée avec l'aide de trappes appâtées louées à des pêcheurs locaux. Deux trappes seront déployées par station pour un total de vingt trappes. Le temps de pêches prévues est de 48 h. En ce qui a trait à la récolte de la moule bleue, cette dernière s'effectuera dans la zone intertidale de la Baie des Anglais, la Baie Saint-Panrace ou la Baie des Outardes. Les organismes seront traités quotidiennement aux installations de GENIVAR, à Baie-Comeau. Les organismes seront conservés dans des sacs et réfrigérés en attendant leur traitement.

#### **3.4.2 Laboratoire**

Les organismes seront traités quotidiennement aux installations de GENIVAR, à Baie-Comeau, où ils seront dénombrés, mesurés et pesés. Les tissus seront combinés afin d'accumuler un minimum de 10 g à échantillonner tel que, requis par le laboratoire d'analyse. Pour les buccins, les viscères et les muscles seront analysés séparément. Enfin pour la moule, seulement les tissus mous seront analysés. Les instruments seront soigneusement nettoyés (acétone, hexane et eau) entre chaque organisme, pour éviter toute contamination croisée. Les échantillons seront congelés jusqu'à leur livraison au laboratoire à des fins d'analyses.

### **3.5 Analyses physico-chimiques des sédiments**

Les caractéristiques des sédiments et les composés d'intérêt à analyser sont établis en fonction des informations disponibles sur le site, et seront intégrés dans l'analyse statistique pour identifier les facteurs influençant les réponses biologiques. Les limites de détection devront être le plus faible possible, dans le but d'établir une corrélation entre les effets observés et les valeurs des contaminants présents.

Les substances qui seront analysées dans les sédiments sont les :

- hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP);
- biphényles polychlorés (BPC);
- métaux;
- hydrocarbures pétroliers (fraction C<sub>10</sub>–C<sub>50</sub>);
- fluorures, sulfures, cyanures.

### 3.4.3 Autres paramètres

En plus des composés d'intérêt, les caractéristiques physicochimiques seront aussi analysées, puisqu'elles influencent la biodisponibilité et la toxicité. L'analyse de ces paramètres permettra de discriminer entre les effets biologiques observés qui sont dus aux caractéristiques des sédiments, et ceux qui sont dus à la présence des composés d'intérêt.

- granulométrie;
- carbone organique total;
- pH;
- ammoniacque;
- % de solides.

## 3.6 **Laboratoire d'analyse proposé**

### 3.6.1 Analyses chimiques et biologiques

Les analyses chimiques des sédiments se feront dans les installations de Maxxam Analytique à Montréal. Ce laboratoire est accrédité par le CALA (Canadian Association for Laboratory Accreditation), conformément à la norme ISO/CEI 17025.

### 3.6.2 Bioaccumulation

L'analyse de HAP et BPC dans les moules et les buccins sera faite par le laboratoire AQUATOX, à Guelph (Ontario). Ce laboratoire offre des limites de détection dans les tissus de 0,1 – 0,2 ng/g pour les HAP et de 0,1 – 0,2 pg/g pour les BPC, ce qui permettra la comparaison des résultats avec les critères les plus restrictifs de consommation humaine. Tous leurs travaux sont conformes à la norme ISO/CEI 17025 et ils sont également accrédités par le CALA.



## 4. CAMPAGNE DE LEVÉS HYDRODYNAMIQUE ET HYDROSÉDIMENTAIRE

### 4.1 Historique

Des levés hydrodynamiques, soit des mesures de marées, de vagues et de courants, ont également été réalisées par SNC-Lavalin (Procean) en 1995. Les mesures ont été prises à partir d'une station localisée à 100 m de l'entrée de l'ADM et à partir de quatre autres stations dans la Baie des Anglais (figure 1). Les mesures ont été prises sur une période de 3,5 mois. Des transects de mesures des courants ont également été réalisés à l'aide d'un ADCP, et ce, pendant plusieurs cycles tidaux. Les résultats ont montré tout d'abord que les courants ont été très faibles à l'intérieur de l'ADM au cours de la période de mesure et que le régime hydrodynamique et la dynamique sédimentaire sont principalement sous l'influence du régime des vagues et de l'agitation engendrée par la navigation.

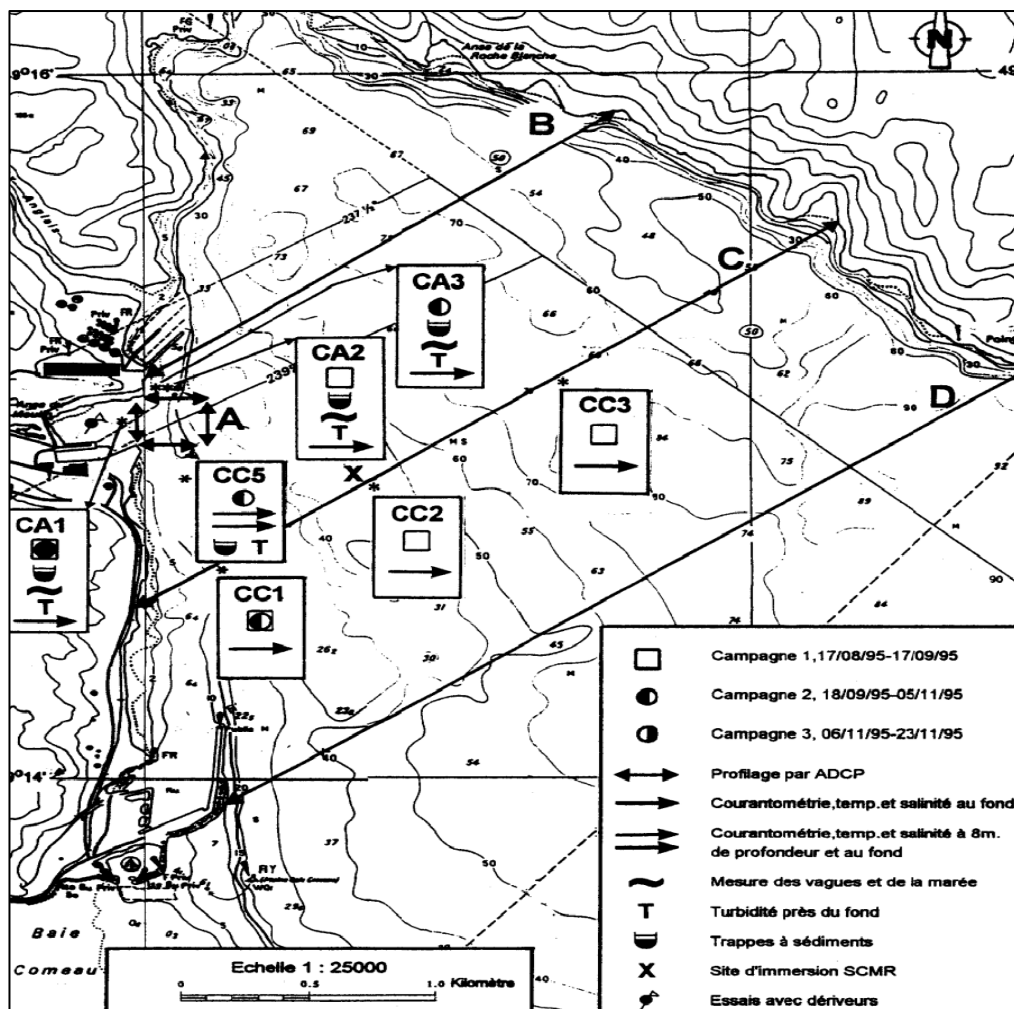


Figure 1 Station des relevés réalisés en 1995 par SNC-Lavalin (Procéan).

## 4.2 Objectifs

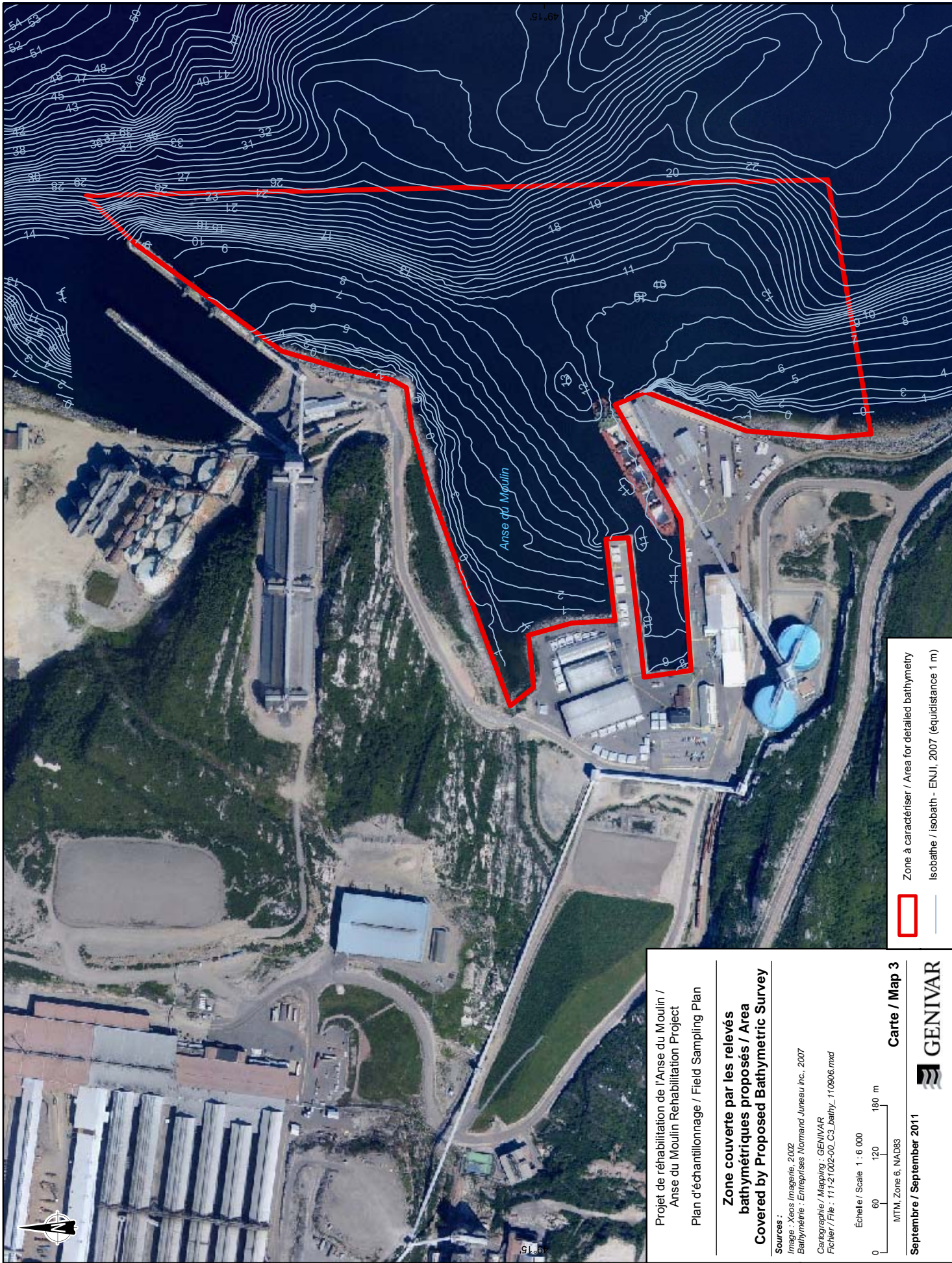
- Effectuer la mise à jour des informations avec des données représentatives de l'hydrodynamique et de la dynamique sédimentaire qui pourront être utilisées avec les données portant sur les caractéristiques chimiques, physiques et géotechniques des sédiments;
- Supporter l'évaluation des impacts pour les scénarios de restauration proposés, avec entre autre une description des processus hydrodynamiques

## 4.3 Justification et approche générale

- Mise à jour des données bathymétriques:  
Un nouveau levé bathymétrique doit être réalisé puisque la bathymétrie la plus récente date de 2007 (4 ans);
- Couverture spatiale représentative de l'ensemble de l'ADM :  
En 1994, les mesures de vagues, de courants et de turbidité ont été mesurées à partir d'une seule station, ce qui ne prend pas en compte la variabilité spatiale à l'intérieur de l'ADM;
- Avancée technologique des nouveaux instruments de mesure :  
Les courantomètres utilisés à l'époque (Aanderraa RCM-4 et InterOcean S4) ne mesuraient pas les vitesses sur l'ensemble de la colonne d'eau. De plus, les nouveaux instruments, les courantomètres Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP), permettent d'enregistrer en simultané les courants provoqués par les vagues, les courants de marée et la turbidité (par une mesure de réflectivité);
- Patron de circulation des courants :  
Les études antérieures manquaient de précision pour pouvoir bien comprendre le patro de circulation des courants à l'intérieur de l'ADM et de ses approches. Les profils mesurés avec un ADCP et le suivis de dériveurs vont permettre de préciser et de comprendre adéquatement la circulation des courants dans l'ADM;
- Sédiments en suspension :  
Une meilleure définition des variations spatiales et temporelles des concentrations naturelles de matière en suspension est nécessaire pour mieux évaluer l'impact des travaux sur la qualité de l'eau.

## 4.4 Bathymétrie

Une bathymétrie sera effectuée sur la totalité du l'ADM et de ses approches, et ce, jusqu'à une profondeur de 20 m (carte 3). Les instruments utilisés pour réaliser la bathymétrie offrent une précision à la verticale (en Z) de 10 cm et à l'horizontale (en X et en Y) entre 1 et 2 m. La différence entre la bathymétrie de 2007 et la bathymétrie de 2011 servira, entre autres, à réaliser le bilan sédimentaire de cette période et à identifier les secteurs propices aux processus d'érosion et de sédimentation.



Projet de réhabilitation de l'Anse du Moulin /  
 Anse du Moulin Rehabilitation Project  
 Plan d'échantillonnage / Field Sampling Plan

**Zone couverte par les relevés  
 bathymétriques proposés / Area  
 Covered by Proposed Bathymetric Survey**

Sources :  
 Image : Xeos Imagerie, 2002  
 Bathymétrie : Entreprises Normand Juneau Inc., 2007  
 Cartographie / Mapping : GENIVAR  
 Fichier / File : 111-21002-00\_C3\_bathy\_110906.mxd

Échelle / Scale 1 : 6 000  
 0 60 120 180 m  
 MTM, Zone 6, NAD83

Carte / Map 3

Septembre / September 2011



Zone à caractériser / Area for detailed bathymetry

Isobathe / isobath - ENJ, 2007 (équidistance 1 m)





#### **4.5 Transects ADCP**

Des profils mesurés à l'aide d'un ADCP vont être réalisés le long de cinq transects (T1 à T5 sur la carte 4) au cours de deux cycles tidaux complets (durée de 12 heures). Les résultats vont permettre de mesurer les vitesses et de déterminer les directions des courants, en plus de dresser un portrait d'ensemble de la circulation et des échanges d'eau entre l'ADM et la Baie des Anglais. Ces données serviront aussi à préciser et à déterminer de façon définitive les sites de mouillage d'instrument en station fixe. Ces transects seront relevés à l'aide d'un ADCP 1 200 kHz fixé à un bateau.

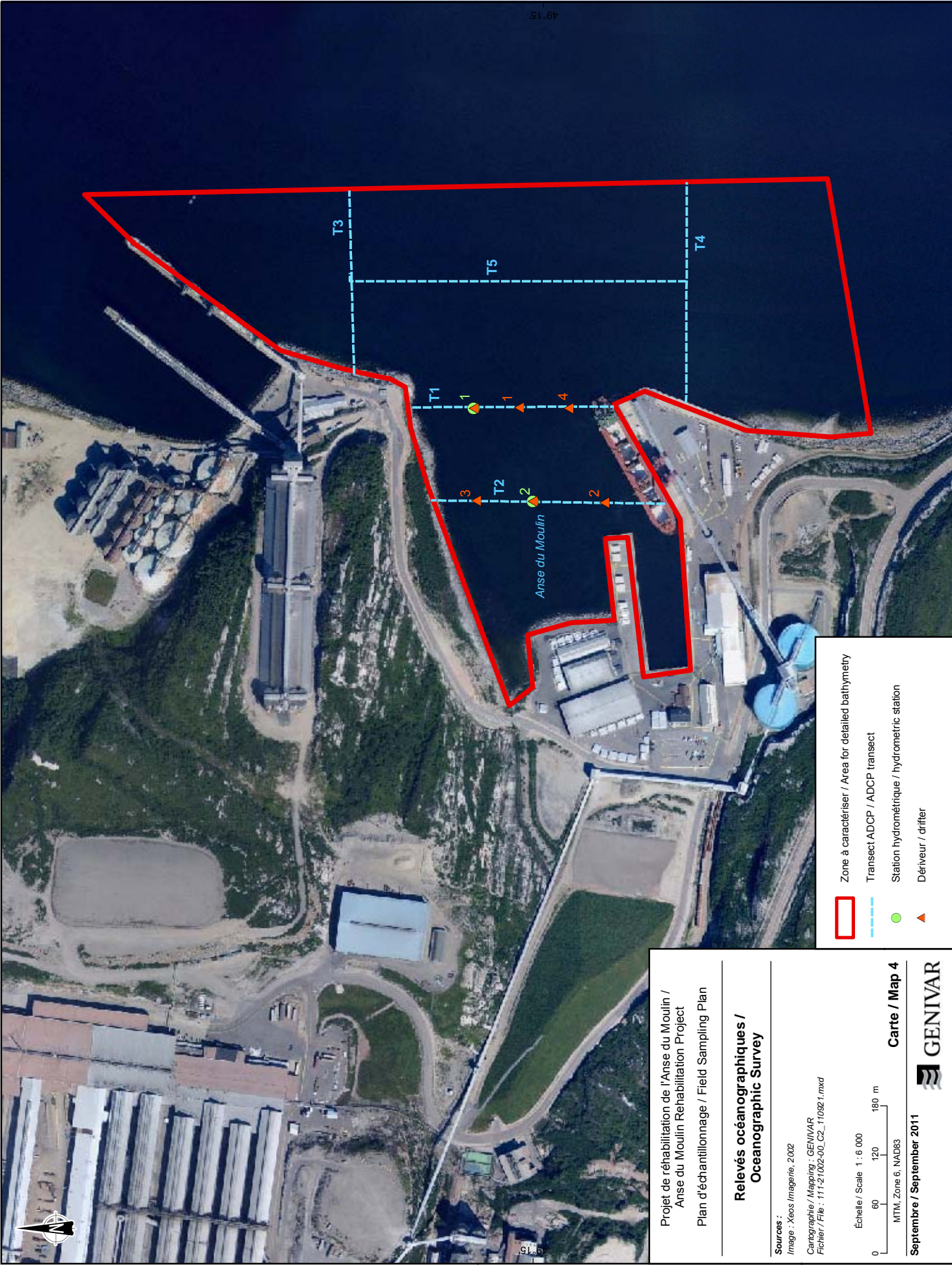
#### **4.6 Dériveurs**

Des dériveurs seront mis à l'eau (3 m sous la surface) à partir de six stations situées dans l'ADM (cercle vert et rond rouge sur la carte 4). Les mises à l'eau auront lieu à quatre reprises, pendant le flot et au cours du jusant (pendant deux cycles de marée). Ces mesures ont pour but de visualiser la circulation et les échanges entre l'ADM et la Baie des Anglais.

#### **4.7 Stations fixes (courants, vagues et turbidité)**

Deux ADCP seront positionnés sur des stations fixes à l'entrée et au centre de l'ADM. La station localisée à l'entrée de l'ADM permettra de mieux définir les échanges avec la baie des Anglais, alors que la station située au centre de l'ADM permettra de mieux définir les conditions de courants et de vagues ainsi que le patron de circulation. Les données recueillies au centre de l'ADM sont primordiales en raison de la présence de la zone hautement contaminée. C'est également ce secteur qui est concerné par les travaux de restauration.

Les ADCP utilisés fonctionnent à une fréquence de 1 200 kHz et possèdent un module Waves permettant l'enregistrement des vagues (tableau 3). Les deux appareils mesureront donc la hauteur et la période des vagues, les courants et la marée. De plus, un turbidimètre et une sonde CTD, qui mesure la salinité, la température et la profondeur, seront ajoutés pour évaluer les variations de concentrations de sédiments en suspension en fonction des conditions hydrodynamiques changeantes (tableau 3). Enfin, pendant toute la durée des enregistrements, les déplacements des navires à quai seront notés par les autorités portuaires d'ALCOA.



Projet de réhabilitation de l'Anse du Moulin /  
 Anse du Moulin Rehabilitation Project  
 Plan d'échantillonnage / Field Sampling Plan

**Relevés océanographiques /  
 Oceanographic Survey**

Sources :  
 Image : Xeos Imagerie, 2002  
 Cartographie / Mapping : GENIVAR  
 Fichier / File : 111-21002-00\_C2\_110921.mxd

Échelle / Scale 1 : 6 000  
 0 60 120 180 m  
 MTM, Zone 6, NAD83

**Carte / Map 4**

**Septembre / September 2011**



- Zone à caractériser / Area for detailed bathymetry
- - - Transect ADCP / ADCP transect
- Station hydrométrique / hydrometric station
- ▲ Dériveur / drifter

Tableau 3 Caractéristiques des différents capteurs utilisés sur les ADCP pour la présente campagne de terrain.

Stations	Capteurs	Hauteur au-dessus du fond marin (m)	Paramètres	Fréquence (intervalles)	Durée
Hydro1	ADCP Sentinel 1200kHz	0,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitesse et direction (intervalle de 0,5m);</li> <li>• Hauteur et période des vagues;</li> <li>• Niveau d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 minutes pour les courants;</li> <li>• 1 heure pour les vagues (2Hz).</li> </ul>	7 Octobre-20 Novembre
	CTD RBR XR-420	0,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductivité (salinité) ;</li> <li>• Température, profondeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 minutes</li> </ul>	7 Octobre-20 Novembre
Hydro2	ADCP Sentinel 1200kHz	0,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitesse et direction (intervalle de 0,5m);</li> <li>• Hauteur et période des vagues;</li> <li>• Niveau d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 minutes pour les courants;</li> <li>• 1 heure pour les vagues (2Hz).</li> </ul>	7 Octobre-20 Novembre
	Turbidimètre RBR-Tu	0,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Température et turbidité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 minutes.</li> </ul>	7 Octobre-20 Novembre

#### 4.8 Profilage de la turbidité et des propriétés physico-chimique de l'eau

Pendant toute la période de mesures, 15 profils de la qualité de l'eau seront réalisés selon des conditions climatiques et océanographiques précises, (ex. période calmes, marées de vives-eaux, vents forts ou conditions d'agitation) qui pourraient faire varier les paramètres océanographiques. Ces mesures serviront à documenter les conditions qui peuvent affecter de façon significative les courants et la turbidité dans l'ADM. Les profils de la qualité de l'eau seront faits non-seulement aux stations fixes mais également à d'autres points choisis préalablement. Les mesures prises aux stations sélectionnées seront réalisées au moyen d'un profileur multiparamétrique RBR XR-420 (conductivité, température, pH, O<sub>2</sub> dissous, turbidité). De plus, un échantillon d'eau intégré sur toute la profondeur sera prélevé à toutes les stations afin d'analyser les matières en suspension (MES). Cette information sera utilisée pour décrire la variabilité naturelle de la qualité de l'eau et pour évaluer les impacts des activités de restauration dans l'ADM. Elle permettra aussi de calibrer les résultats des enregistrements en continu de la turbidité relevée au moyen des ADCP.

#### 4.9 Échéancier

- Mobilisation : 3 octobre 2011
- Fin de la campagne de relevés : 12 octobre 2011
- Sortie des instruments des stations fixes : novembre 2011
- Rapport sur l'hydrodynamique et la dynamique sédimentaire: premier trimestre 2012