



**Ministère des Transports du Québec**

**Protection de l'autoroute 20 et restauration du  
marais de Rivière-du-Loup – Projet pilote**

**RÉSULTATS DU SUIVI SÉDIMENTAIRE**

Préparé par : \_\_\_\_\_  
Evelyne Arsenault, B. Sc. géographie

Vérifié par : \_\_\_\_\_  
Christian Gagnon, B. Sc. Biologie

PROJET N° RK0004B2  
2012-04-05



# TABLE DES MATIÈRES

	Page
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>II</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>II</b>
<b>LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>II</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>3</b>
2.1 SUIVI DE LA SÉDIMENTATION .....	3
2.2 SUIVI DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS.....	7
<b>3. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 SUIVI DE LA SÉDIMENTATION .....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Zone 1 .....	13
3.1.2 Zone 2 .....	13
3.1.3 Zone 3 .....	14
3.1.4 Zone 4 .....	14
<b>3.2 SUIVI DE L'ÉVOLUTION GRANULOMÉTRIQUE DE LA SURFACE DU MARAIS.....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Prélèvements du 6 octobre 2008.....	14
3.2.2 Prélèvements du 20 août 2009.....	15
3.2.3 Prélèvements de mai et septembre 2011 .....	15
<b>3.3 QUALITÉ DES SÉDIMENTS .....</b>	<b>16</b>
<b>4. CONCLUSION.....</b>	<b>19</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Comparaison des relevés altimétriques du substrat sur la batture du marais de Rivière-du-Loup.....	12
-----------	--	----

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Évolution de l'altimétrie du substrat sur la batture du marais de Rivière-du-Loup .....	11
------------	---	----

## LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Analyse granulométrique des sédiments
Annexe B	Analyse chimique des sédiments
Annexe C	Montage photographique – Sédiments de surface lors des campagnes de mai et septembre 2011
Annexe D	Résultats des relevés altimétriques avant construction (2008-2010)

## ÉQUIPE DE RÉALISATION

Evelyne Arsenault, B. Sc, géographie

Danielle Cloutier, Ph D. océanographie

Carole Côté, adjointe administrative

Michel Dubé, auxiliaire technique

Carolle Gosselin, B. Sc, biologie

Christian Gagnon, B. Sc. biologie, directeur environnement

Martin Ouellet, Ing.

Olivier Patry, technicien génie civil



## 1. INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet pilote réalisé à l'automne 2010 pour le ministère des Transports du Québec (MTQ), CIMA+ a procédé à des travaux en vue de restaurer le marais intertidal longeant l'autoroute 20 à Rivière-du-Loup. L'intégrité des infrastructures routières est à risque, compte tenu de l'importante érosion côtière caractéristique de ce secteur fluvial. Les travaux d'aménagement de deux structures principales, soit un brise-lames en enrochement, submergé lors de hautes marées, et un chemin d'accès, avaient comme objectif de favoriser la sédimentation sur le schorre inférieur, afin de créer un milieu propice à la restauration du marais.

Par ailleurs, le marais restauré pourra éventuellement être utilisé par le MTQ comme habitat de réserve, afin de compenser les pertes d'habitat du poisson engendrées dans le cadre de la réalisation de projets routiers. Toutefois, la valeur écologique de l'habitat du poisson doit au préalable être établie. Dans ce contexte, CIMA+ a produit l'état de référence du marais intertidal de Rivière-du-Loup, sur la base d'éléments décrivant le milieu physique et le milieu biologique (CIMA+, 2009). Plusieurs de ces éléments ont été retenus et doivent faire l'objet d'un suivi entre 2010 et 2016, dont l'accrétion sédimentaire dans le marais.

Ce document présente les résultats du suivi sédimentaire. Trois composantes font l'objet de ce suivi soit : la variation de la topographie du substrat, la granulométrie et la qualité des sédiments déposés à l'intérieur des aménagements. Ce suivi a pour principal objectif de valider l'efficacité des aménagements en analysant l'évolution spatiale et temporelle du patron de sédimentation dans le marais.

Les relevés sont positionnés dans quatre zones distinctes. Les objectifs spécifiques du suivi altimétrique du substrat dans chacune des zones sont les suivants :

### Zone 1 :

- observer l'impact du brise-lames sur l'évolution de l'altimétrie du substrat, du côté ouest de celui-ci (vers le large);
- déceler tout phénomène d'érosion verticale à proximité de cette dernière, qui serait susceptible d'affecter la stabilité du brise-lames installé.

#### Zone 2 :

- observer l'évolution altimétrique et le comportement spatial de la sédimentation dans ce bassin exposé au contexte hydrodynamique du sud-sud-ouest. Ce bassin est le plus grand des deux bassins formés par la structure.

#### Zone 3 :

- observer l'évolution altimétrique et le comportement spatial de la sédimentation dans ce bassin exposé au contexte hydrodynamique du nord-nord-est;
- vérifier si l'orientation de l'ouverture de ce bassin peut retenir la charge sédimentaire de l'eau lors de la marée descendante.

#### Zone 4 :

- observer la différence de comportement du substrat dans le marais;
- isoler les changements attribuables aux variations environnementales interannuelles, tels que les variations climatiques d'une année à l'autre, les événements extrêmes comme les tempêtes et les surcotes ou autres phénomènes susceptibles d'affecter l'évolution de la sédimentation ou de l'érosion dans le marais.

De plus, le suivi de la qualité des sédiments permet de connaître les modifications granulométriques afin de comprendre la dynamique sédimentaire qui s'installe, suite à la mise en place de la structure de protection.

## 2. MÉTHODOLOGIE

En 2008, six plaques ont été installées sur un transect perpendiculaire à la côte de 530 mètres, devant le secteur le plus problématique du marais (PLS-1 à PLS-6). La première (PLS-6) étant située à 30 m du talus près de la route, les autres disposées à une distance de 100 m l'une de l'autre. Ces plaques permettaient de localiser physiquement l'emplacement des différents types de relevés et prélèvements nécessaires au suivi. Durant la construction de la structure de protection en 2010, deux de ces plaques ont été éliminées (PLS-5 et PLS-6), puisque les matériaux devaient être remaniés à l'endroit de PLS-6 et d'autres ont été déposés à l'emplacement de PLS-5.

Les 23 et 24 novembre 2010, suite à la construction du brise-lames, seize plaques supplémentaires ont été installées. De celles-ci, trois ont été ajoutées aux plaques existantes à l'ouest de la structure (zone 1), soit vers le large (PLS-A4 à A6), alors que six autres (PLS-A1 à A3 et PLS-A7 à A9) ont été placées dans le bassin formé par la structure, au sud du chemin d'accès (zone 2). Dans le bassin situé au nord du chemin d'accès (zone 3), trois plaques ont été installées (PLS-A10 à A12). Finalement, quatre plaques ont été installées à environ 200 mètres au nord de l'enrochement (zone 4), sur un transect perpendiculaire à la côte. La disposition des plaques, par rapport à la structure mise en place et des zones d'analyse 1 à 4, est présentée sur la carte 1.

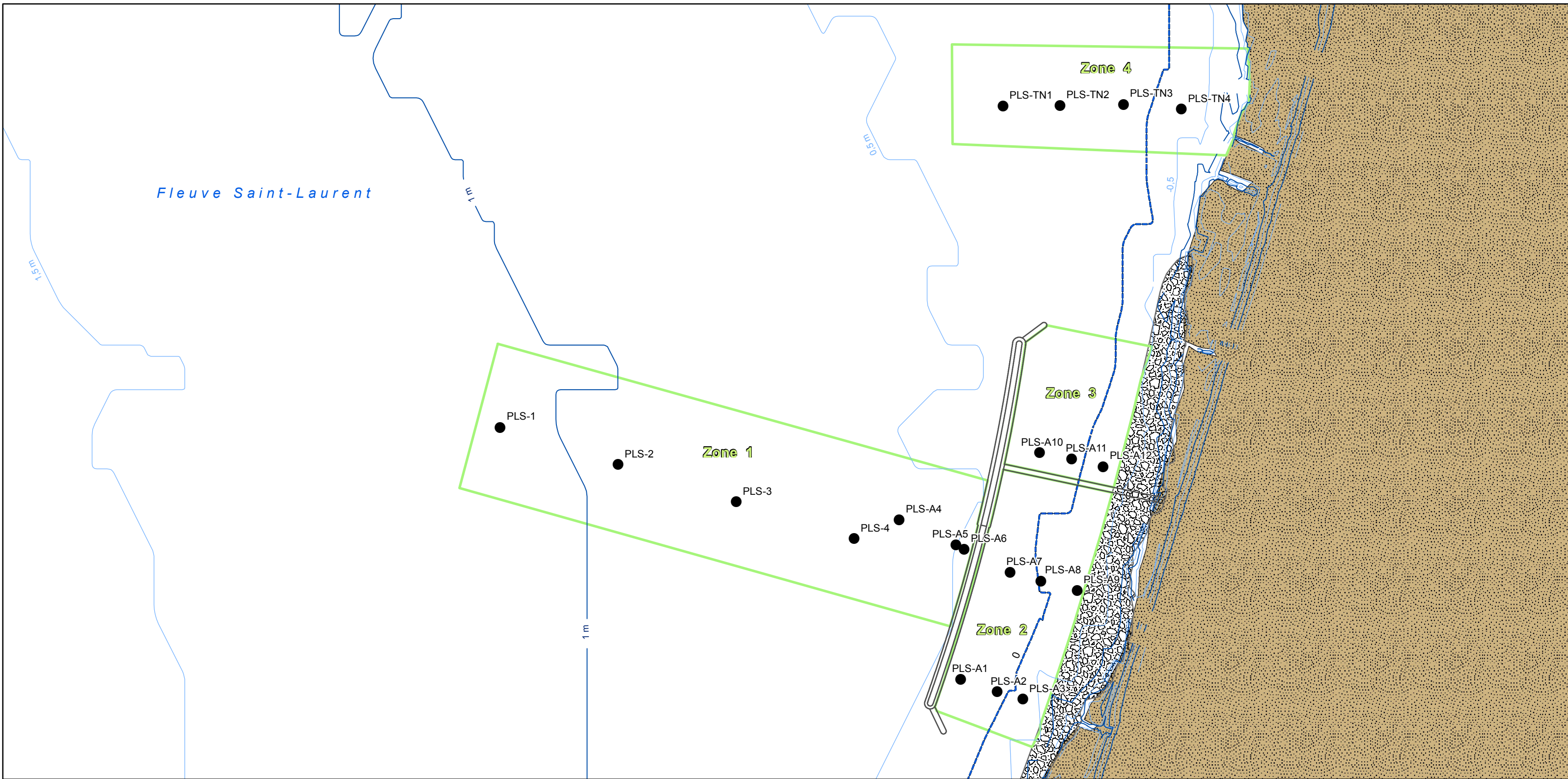
### 2.1 SUIVI DE LA SÉDIMENTATION

Les points de relevés altimétriques ont été réalisés aux positions X et Y des plaques de sédimentation. Une station totale robotisée (Trimble S6 séries) d'une précision < 10 mm et ayant un rayon d'action de 250 m) et deux DGPS (Trimble R8 GNSS et Thales Z-max) d'une précision < 15 mm et ayant un rayon d'action de 4 à 5 km, ont été utilisés. Des relevés ont été réalisés avant la construction du brise-lames, soit les 28 octobre 2008, 6 juin et 5 novembre 2009.

Après les travaux, d'autres relevés ont été effectués les 24 novembre 2010, 17 mai, 28 et 29 septembre 2011. Les relevés ont été effectués au printemps durant la période des grandes marées, afin de mesurer l'élévation du substrat suite à la période hivernale et printanière. Le second relevé a été réalisé à l'automne, afin de constater les effets de la période estivale.

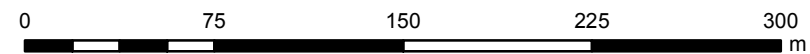
Lors des relevés altimétriques, les données sur l'élévation du substrat ont été recueillies à quelques endroits autour des plaques (environ 3 à 5 points dans un rayon maximum d'un mètre), à l'aide d'un jalon muni d'un disque de quelques centimètres à la base. Une moyenne des élévations recueillies est alors utilisée comme valeur d'élévation du substrat pour les analyses.





- Emplacement des relevés (nov. 2010)
- ▭ Zone
- Brise-lames (2010)
- ▨ Enrochement (2010)
- ▩ Milieu terrestre

- Bathymétrie (2008)**
- Élévation «0» géodésique
  - Courbes maîtresses (mètre)
  - Courbes secondaires (demi-mètre)



**Transports Québec**   
 PROTECTION DE L'AUTOROUTE 20 ET RESTAURATION  
 DU MARAIS DE RIVIÈRE-DU-LOUP - PROJET PILOTE  
 SUIVI DE LA SÉDIMENTATION  
**Carte 1**  
**Localisation des relevés de  
 suivi de la sédimentation**

Échelle: 1:3 000  
 Syst. Ref.: NAD 1983 MTM Zone 7  
 Date: avril 2012  
 Ref.: RK0004B2\_ENV\_001-01\_EV  
 Préparer par: Evelyne Arseneault  
 Validé par: Christian Gagnon





## 2.2 SUIVI DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS

La caractérisation physico-chimique des sédiments a été effectuée en 2008-2009 et en 2011, sur des échantillons prélevés dans le secteur de l'aménagement proposé. Les analyses effectuées sur les échantillons prélevés sont la granulométrie et le dépistage des métaux (Cu, Cr, Cd, Ni, Pb, Zn). La position de ces échantillonnages est présentée sur la carte 2.

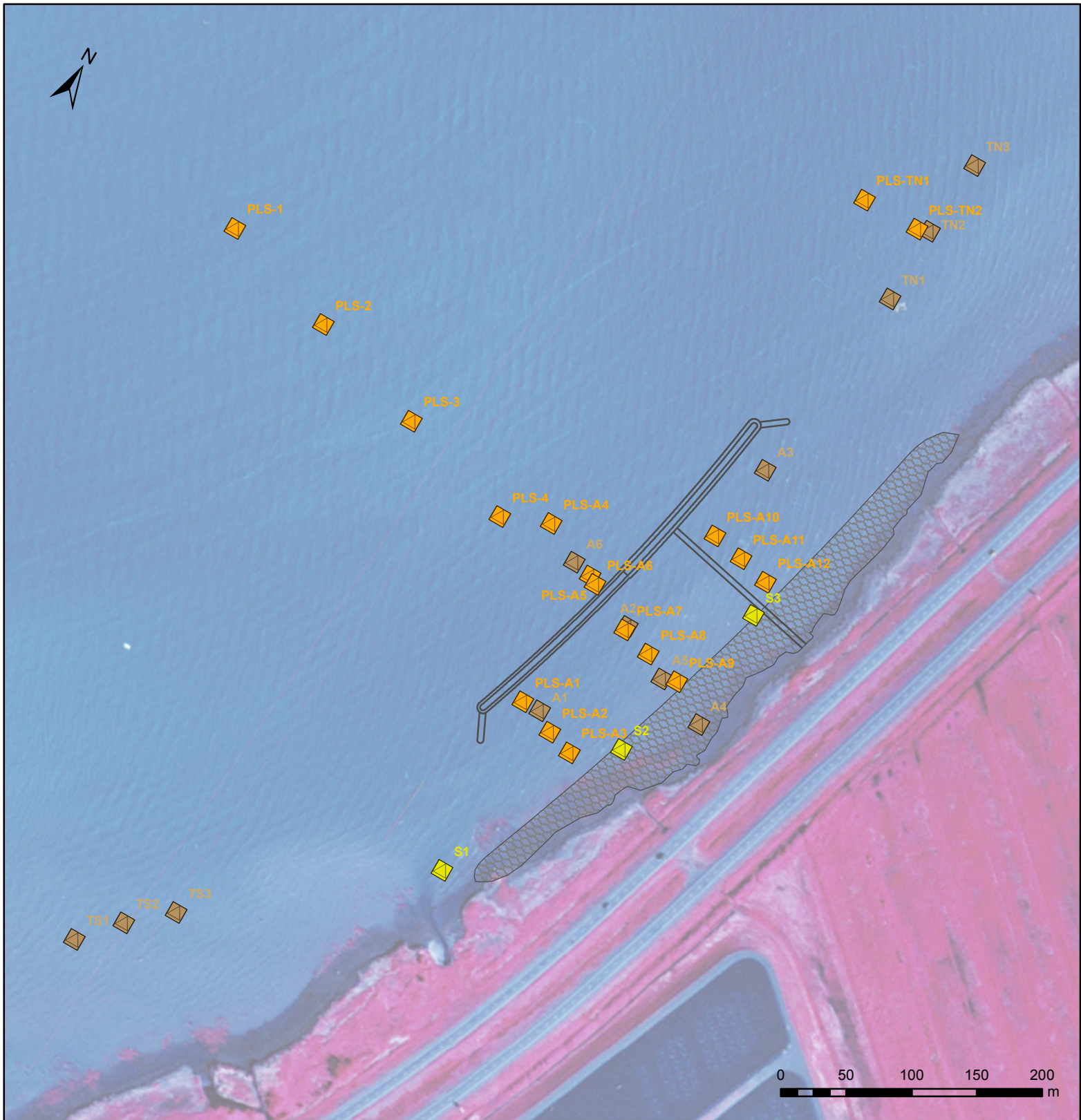
Les résultats des analyses granulométriques, incluant une description visuelle des échantillons pour les prélèvements de 2011, sont présentés à l'annexe A. Pour les analyses chimiques, les valeurs obtenues ont été comparées aux critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec (EC et MDDEP, 2007), en ce qui a trait aux prélèvements de 2008, 2009 et 2011. Les résultats des analyses chimiques des sédiments prélevés sont présentés à l'annexe B.

L'échantillonnage réalisé le 6 octobre 2008 portait sur trois prélèvements de surface dans le haut de plage (S-1, S-2 et S-3). Ces résultats permettent d'établir l'état de référence pour la zone de l'aménagement proposé.

L'échantillonnage réalisé le 20 août 2009 comprenait douze échantillons de surface, dont trois prélèvements positionnés sur un transect parallèle à la côte, situé au sud de la structure actuelle, et trois autres disposés de la même façon au nord de la structure actuelle. À ceux-ci s'ajoutent, six prélèvements situés à l'intérieur de la zone d'aménagement proposé (A1 à A5) et un à l'extérieur (A6).






Le 17 mai 2011, 17 échantillons de surface ont été prélevés, alors que 18 échantillons ont été prélevés les 28 et 29 septembre 2011. Ces échantillons ont été prélevés à l'endroit des plaques de suivi altimétrique, dans les zones 1, 2 et 3. Toutefois, dans la zone 4, un seul prélèvement a été réalisé en mai (PLS-TN1) et deux en septembre (PLS-TN1 et TN2). Lors de l'échantillonnage, une description visuelle et olfactive des sédiments était effectuée et des photographies étaient prises. L'annexe C présente le montage photographique des plaques à sédiments, pour les relevés de mai et septembre 2011.





### Carte 2

#### Localisation des stations d'échantillonnage

-  Prélèvement 2011
-  Prélèvement 2009
-  Prélèvement 2008
-  Brise-lames (2010)
-  Enrochement (2010)

Transports  
Québec 

PROTECTION DE L'AUTOROUTE 20 ET RESTAURATION  
DU MARAIS DE RIVIÈRE-DU-LOUP - PROJET PILOTE  
SUIVI DE LA SÉDIMENTATION

Échelle: 1:4 000  
Syst. Ref.: NAD 1983 MTM Zone 7  
Date: avril 2012  
Source orthophoto : MRNF - Q04111 - 3  
Ref. : RK0004B2\_ENV\_002-01\_EV  
Préparer par: Evelyne Arseneault  
Validé par : Christian Gagnon

**CIMA**  
Partenaire de génie



### 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

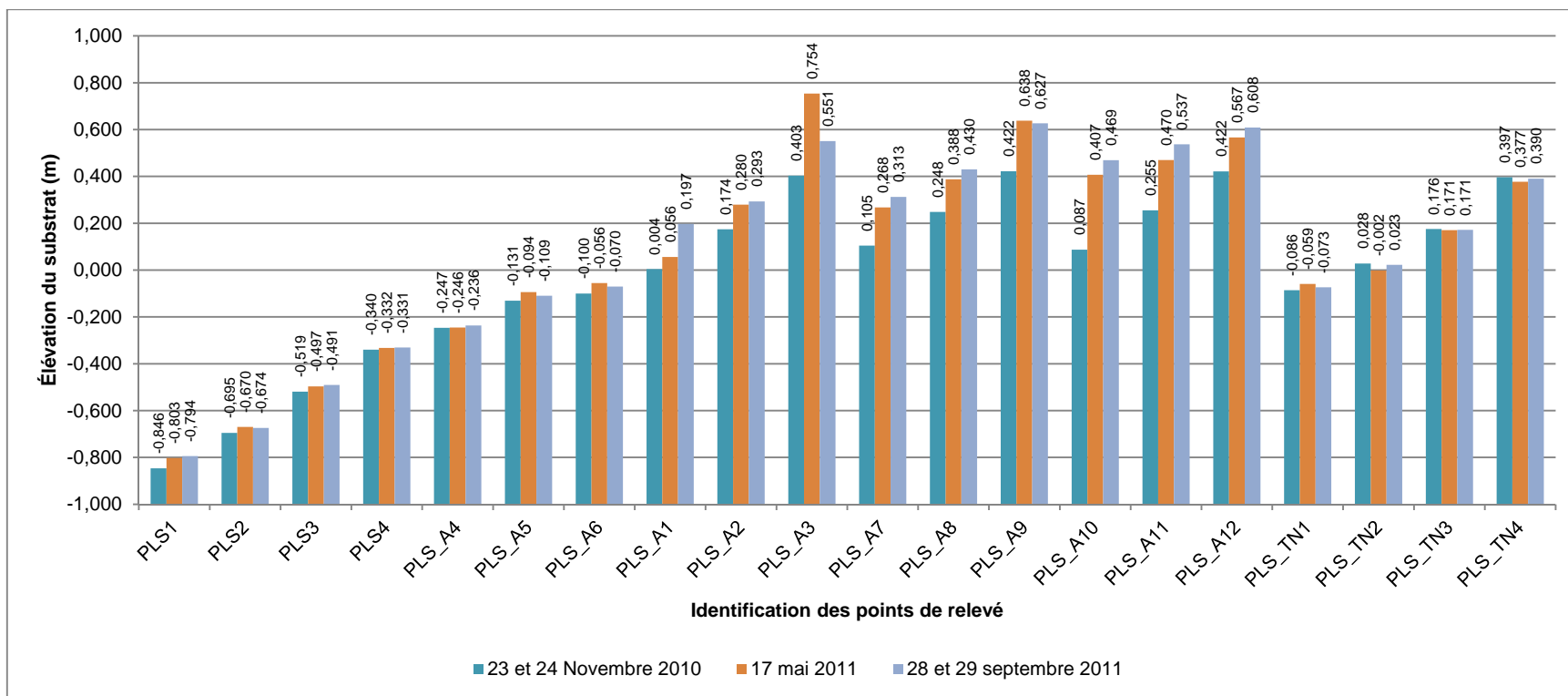
#### 3.1 SUIVI DE LA SÉDIMENTATION

L'analyse de l'altimétrie du substrat dans le marais permet d'évaluer l'effet du brise-lames sur la tendance sédimentaire (accumulation ou érosion). Le tableau 1 présente l'évolution altimétrique du substrat (valeur d'accumulation ou d'érosion en mètre) pour les différentes périodes analysées à la suite de la construction de la structure de protection en 2010. La comparaison des élévations, relevées au moyen de divers instruments de mesure à haute précision, est présentée à la figure 1.

**Tableau 1: Évolution de l'altimétrie du substrat sur la batture du marais de Rivière-du-Loup**

Zone	Identifiant du point relevé	Période hivernale (23-24 novembre 2010 au 17 mai 2011) (m)	Période estivale (17 mai 2011 au 28-29 septembre 2011) (m)
1	PLS1	0.044	0.008
	PLS2	0.026	-0.004
	PLS3	0.023	0.006
	PLS4	0.008	0.002
	PLS_A4	0.001	0.009
	PLS_A5	0.037	-0.016
	PLS_A6	0.044	-0.015
2	PLS_A1	0.052	0.142
	PLS_A2	0.105	0.014
	PLS_A3	0.351	-0.203
	PLS_A7	0.163	0.045
	PLS_A8	0.140	0.042
	PLS_A9	0.216	-0.011
3	PLS_A10	0.320	0.062
	PLS_A11	0.215	0.067
	PLS_A12	0.145	0.042
4	PLS_TN1	0.027	-0.014
	PLS_TN2	-0.030	0.024
	PLS_TN3	-0.005	0.001
	PLS_TN4	-0.019	0.013

**Figure 1: Comparaison des relevés altimétriques du substrat sur la batture du marais de Rivière-du-Loup**



### 3.1.1 Zone 1

Période hivernale : 24 nov. 2010 au 17 mai 2011 et période estivale : 17 mai 2011 au 28-29 septembre 2011

Les sept points relevés dans la zone 1 sont restés à des élévations très semblables durant l'hiver. Les variations observées sont de faibles accumulations, soit entre 0,001 m et 0,044 m. Durant la période estivale, les variations sont de l'ordre millimétrique pour les relevés qui se trouvent plus éloignés de la structure, -0,004 à 0,009. De faibles valeurs d'érosion ont été constatées, pour les relevés PLS-A5 et A6, qui sont situés tout près de l'enrochement, soit de -0,016 et -0,015 m.

Les faibles variations observées indiquent que la structure semble avoir peu d'impact sur l'altimétrie de la plage, pour cette première année d'observation. En effet, les accumulations observées sont comparables à celles colligées avant la construction pour les périodes suivantes :

- période hivernale, entre le 28 octobre 2008 et le 6 juin 2009;
- période estivale, entre le 6 juin 2009 et le 5 novembre 2009;
- période hivernale entre le 5 novembre 2009 et le 15 avril 2010.

Les variations observées avant la construction sont inférieures à 0,043 m pour les relevés PLS-1, PLS-2, PLS-3 et PLS-4. Ces résultats sont présentés à l'annexe D.

### 3.1.2 Zone 2

Période hivernale : 24 nov. 2010 au 17 mai 2011 et période estivale : 17 mai 2011 au 28-29 septembre 2011

Les six points situés dans la zone 2 sont positionnés sur deux transects perpendiculaires à la côte. Pour la période hivernale, les plaques à proximité du chemin d'accès, vers l'intérieur du bassin sud (PLS-A7 à PLS-A9), présentent des accumulations entre 0,140 et 0,216 m. Ces accumulations sont moins importantes pour la période estivale, alors qu'elles varient entre -0,011 et 0,045 m.

Sur le transect situé vers l'entrée du bassin, on remarque que les points situés le plus près de la structure (PLS-A1 et A2) présentent des accumulations de 0,052 et 0,105 m pour l'hiver et de 0,142 et 0,014 m pour l'été. Il apparaît donc que l'accumulation est plus importante vers le centre de l'entrée du bassin en hiver (PLS-A1) et plus près de la structure en été. Toutefois, pour ce qui concerne le point PLS-A3, situé près du talus du marais, l'accumulation est très importante après la période hivernale (0,351 m). Cette importante accréation printanière pourrait être attribuable à une érosion récente du talus (le relevé a d'ailleurs été réalisé durant les grandes marées) et ce matériel pourrait s'être

dispersé sur la batture ou vers le large durant l'été, expliquant ainsi l'érosion de -0,203 m observée lors du relevé suivant.

### **3.1.3 Zone 3**

Période hivernale : 24 nov. 2010 au 17 mai 2011 et période estivale : 17 mai 2011 au 28-29 septembre 2011

La zone 3 présente un seul transect comprenant également 3 points (PLS-A10 à A12) placés à proximité du chemin d'accès, soit vers le fond du bassin nord. On y remarque d'importantes accumulations pour la période hivernale (entre 0,145 et 0,320 m). L'accumulation est d'ailleurs deux fois plus importante à PLS-A10, près de la structure (0,320 m), qu'à PLS-A12 près de la côte (0,145 m). Durant la période estivale, les accumulations observées y sont beaucoup moins importantes, soit de l'ordre de 0,042 à 0,067 m. La charge sédimentaire de l'eau, au printemps, est d'ordinaire beaucoup plus importante que durant l'été, ce qui peut expliquer cette différence marquée dans l'importance des accumulations observées.

### **3.1.4 Zone 4**

Période hivernale : 24 nov. 2010 au 17 mai 2011 et période estivale : 17 mai 2011 au 28-29 septembre 2011

La zone 4, étant toujours exposée à différents processus qui ont cours dans le marais de Rivière-du-Loup, présente des variations d'élévation plutôt faibles, variant entre 0,027 et -0,030 m pour la période hivernale et entre -0,014 et 0,024 m en période estivale. Spatialement, la proximité du talus ne semble pas influencer les valeurs d'élévation obtenues. Ces valeurs sont d'ailleurs comparables aux valeurs obtenues pour les relevés de la zone 1, qui est également exposée aux mêmes processus hydrodynamiques.

## **3.2 SUIVI DE L'ÉVOLUTION GRANULOMÉTRIQUE DE LA SURFACE DU MARAIS**

Plusieurs suivis de la granulométrie ont été effectués sur la batture du marais de Rivière-du-Loup depuis 2008. Toutefois, l'emplacement des échantillonnages diffère d'une année à l'autre. Ces résultats sont toutefois comparables, dans la mesure où ils révèlent l'évolution temporelle de la composition de la surface du marais, principalement dans le secteur où les travaux ont été réalisés. Ces résultats sont présentés à l'annexe A.

### **3.2.1 Prélèvements du 6 octobre 2008**

En 2008, trois prélèvements de sédiments ont été recueillis devant le secteur problématique. L'analyse granulométrique a permis de constater que l'échantillon le plus au sud (S1) était plutôt sablo-silteux (51 et 30 %), avec une majeure proportion de sable, que l'argile et les graviers y étaient présents en faible proportion. Les deux autres échantillons présentaient, pour leur part, une composition silto-argileuse dans des

proportions semblables et le sable y était présent en faible quantité (10 et 8 % pour les échantillons S2 et S3, respectivement)

### 3.2.2 Prélèvements du 20 août 2009

En août 2009, l'échantillonnage dans la zone prévue des travaux a révélé une composition granulométrique argilo-limoneuse pour les échantillons prélevés directement devant le secteur problématique. L'argile est toutefois prédominante pour les échantillons A4 (50,8 %), A5 (63,3 %) et A2 (43,1 %), alors que le limon est plus abondant pour les échantillons A1 (51,7 %), A6 (57,0 %) et A3 (38,2 %).

Dans la zone témoin sud, on constate plutôt une composition limono-argileuse pour TS1 (37,5 et 34,6 %), alors que le limon domine pour les échantillons TS2 et TS3 (39,6 et 46,7 %). Pour ces derniers les proportions d'argile et de sable varient entre 17,7 et 24,5 %. On remarque également la présence de sable grossier (entre 8,7 et 17,1 %) et même de gravier 1 à 2 %, qui était peu présent dans la zone prévue des travaux.

Dans la zone témoin nord, on observe une composition limono-argileuse pour l'échantillon TN1 (53,9 et 32,9 %) et TN3 (45,1 et 40,7 %) et un agencement majoritairement argileux (52,6 %) pour TN2 avec 36,6 % de limon. Les trois échantillons présentent des proportions de sable fin variant de 9,8 à 12,2 % et un peu de sable grossier (1 à 2,5 %).

Les campagnes de mai et septembre 2011 rapportent des compositions granulométriques pour une étendue encore plus vaste spatialement, soit avec 17 et 18 échantillons chacune.

### 3.2.3 Prélèvements de mai et septembre 2011

Les résultats des analyses granulométriques des campagnes de mai et septembre 2011 montrent que la majorité des sédiments prélevés dans toutes les zones sont composés essentiellement de sable et de silt. Les proportions de sable dans les échantillons varient de 36 à 63 %, alors que la proportion de silt varie de 36 à 88 %. Tous les échantillons contiennent des argiles, mais en plus faible proportion (entre 4 et 29 %).

#### Zone 1

La nature des matériaux échantillonnés en mai 2011 dans la zone 1 (PLS-1 à 4 et PLS-A4 à A6), est silto-sableuse avec 21,5 % à 74,1 % de silt et 18,4 % à 69,5 % de sable. La présence d'argile y est en proportion plus faible (<17 %). Les résultats obtenus pour le mois de septembre sont assez semblables, avec une dominance silto-sableuse dans les échantillons (30,9 à 64,6 % de silt et 19,9 à 56,6 % de sable).

## Zone 2

En mai, les échantillons récoltés dans la zone 2 (PLS-A1 A3 et A7 à A9) montrent une granulométrie différente de ceux du large. On y observe une prédominance du sable pour l'ensemble des six échantillons, soit des proportions entre 47,2 et 80,2 % et de silt dans de moindres proportions (9,8 à 38,8 %). On retrouve également un peu d'argile soit 4 à 21 %. Aucun gravier, ni caillou n'a été prélevé dans les échantillons. En septembre, les échantillons A1, A2 et A8 demeurent à dominance sableuse (61,5 à 63 %), alors que A3, A7 et A9 sont plus silteux (42,8 à 62,8 %). Les argiles y sont plus abondantes qu'en mai, soit entre 12,5 et 27,5 %.

## Zone 3

En mai, les trois échantillons de la zone 3 présentent également une composition à dominance sableuse (53,1 à 78,7 %). On y retrouve aussi du silt en moins grande concentration (11,3 à 25,9 %) et un peu d'argile (10 à 21 %). Les graviers et les cailloux sont toujours absents dans cette zone. En septembre, la composition granulométrique de cette zone devient plutôt silteuse avec des valeurs de 30,5 à 72,4 %, comparativement aux proportions de sable qui diminuent à des valeurs variant entre 7,1 et 40,5 %. Ces résultats, de pair avec les mesures d'épaisseur des sédiments, suggèrent un apport de matériel plus fin et une sédimentation plus importante pour la période estivale, avec des conditions hydrodynamiques favorables.

## Zone 4

Le seul échantillon prélevé en mai dans la zone 4 présente aussi une dominance sableuse (59,3 %) et contient également du silt (27,7 %), ainsi qu'une faible quantité d'argile 13 %. Les graviers et les cailloux y sont également absents. En septembre, la tendance est nettement plus silteuse pour cette station (88 % de silt, 5,5 % de sable et 6,5 % d'argile). En septembre, un second échantillon a été prélevé, qui présente des valeurs très semblables pour chacune des granulométries soit 33,8 % de sable, 38,2 % de silt et 28 % d'argile. Cette donnée confirme que les variations granulométriques sont très variables dans l'espace.

### **3.3 QUALITÉ DES SÉDIMENTS**

Les résultats des analyses effectuées sur les échantillons récoltés sont présentés à l'annexe B. En 2008, ces analyses ont montré que la qualité des sédiments de surface. En 2009, un seul échantillon (A5) présentait un léger dépassement du critère d'effet occasionnel (CEO = 57 mg/kg) pour le chrome avec 58 mg/kg. En mai 2011, le duplicata de la station PLS-A1 (DUP2) contenait une quantité d'arsenic faiblement supérieure (20 mg/kg) au critère d'effet occasionnel (CEO = 19 mg/kg). Autrement, pour les

prélèvements de 2008 et de septembre 2011, toutes les stations échantillonnées montraient des teneurs en métaux qui respectaient les critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec (EC et MDDEP, 2007).



#### 4. CONCLUSION

Considérant les données recueillies lors des suivis effectués entre 2008 et 2011, il apparaît que le brise-lames mis en place favorise la sédimentation dans le marais, entre la structure et la côte. Des accumulations plus marquées sont observées dans les zones 2 et 3, soit à l'intérieur de l'enclave formée par la structure, que dans les zones 1 et 4 qui sont davantage exposées aux effets des courants et des vagues. Ces accumulations sont toutefois plus importantes après la période hivernale, qu'à la fin de la période estivale. Ce fait peut être attribuable à la forte charge sédimentaire de l'eau durant la période printanière. Les accumulations sont légèrement plus marquées dans le bassin nord (zone 3) suite à la période hivernale. Pour la période estivale, les accumulations sont comparables pour les deux bassins.

L'analyse granulométrique montre que pour la zone des travaux, la granulométrie du substrat en surface est passée de sablo-silteuse en octobre 2008, à argilo-limoneuse en août 2009 (échantillons A1 à A6 seulement) et silteuse pour le mois de septembre 2011 (échantillons des zones 2 et 3 seulement). L'analyse chimique des sédiments montre que le substrat en place respecte les critères de qualité des sédiments en vigueur, à l'exception d'un seul échantillon qui dépasse légèrement le critère d'effets occasionnels pour l'arsenic.

Le suivi, à long terme, de l'évolution altimétrique et granulométrique du substrat du marais permettra de documenter la tendance à l'accumulation sédimentaire observée pour cette première année de suivi, de valider l'efficacité du brise-lames et d'identifier les lacunes.



**ANNEXE A**  
**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SÉDIMENTS**



Résultats d'analyse granulométriques des sédiments prélevés sur la batture du marais de Rivière-du-Loup

2008								
Granulométrie	Unité	Devant secteur d'érosion						
		S1	S2	S3				
Gravier (%)	%	6						
Sable g(%)	%	53.9	10	8				
Silt (%)	%	30.1	44.3	48.5				
Argile et colloïdes (%)	%	10	45.7	43.5				
2009								
Granulométrie	Unité	Zone de l'aménagement proposé						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	
Cailloux	%							
Gravier (>2 mm)	%	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sable grossier (2 mm > xx > 0,2 mm)	%	3.5	0.7	1.7	4.7	1.7	1.7	1.7
Sable fin (0,2 mm > xx > 0,06 mm)	%	20.0	11.9	14.5	14.5	9.4	14.6	14.6
Limon (0,06 mm > xx > 0,004 mm)	%	51.7	36.3	45.7	30.0	25.5	57.0	57.0
Argile (<0,004 mm)	%	24.8	43.1	38.2	50.8	63.3	26.7	26.7
Mai 2011								
Granulométrie	Unité	Zone 1						
		PLS1	PLS2	PLS3	PLS4	PLS_A4	PLS_A5	PLS_A6
Cailloux	%	0	0	0	0	0	0	0
Gravier	%	0	0	0	0	0	0	0
Sable	%	36,5	34,4	45,5	18,9	18,4	48,1	69,5
Silt	%	55,5	60,6	45,5	74,1	70,6	34,9	21,5
Argile	%	8	5	9	7	11	17	9
<b>Description visuelle</b>		Vase grise, ferme à molle, avec des coquillages	Sédiments mous, liquides, gris et noirs,	Sédiments mous, liquides, gris et noirs,	Sédiments mous, liquides, gris et noirs,	Fine couche de sédiments liquides avec	Sédiments mous sur 15 centimètres, avec	Sédiments couverts de fragments de végétaux,
Septembre 2011								
Granulométrie	Unité	Zone 1						
		PLS1	PLS2	PLS3	PLS4	PLS_A4	PLS_A5	PLS_A6
Cailloux	%	0	0	0	0	0	0	0
Gravier	%	0	0	0	0	0	0	0
Sable	%	27.7	24.3	19.9	36	20.5	56.6	27.1
Silt	%	56.3	59.7	64.6	36	54.5	30.9	53.4
Argile	%	16	16	15.5	28	25	12.5	19.5
<b>Description visuelle</b>		Vase grise avec des traces de sable.	Vase grise avec des traces de sable.	Vase grise avec des traces de sable. Présence de petites myes sp.	Vase grise avec des traces de sable.	Présence de 1 cm d'eau sur la plaque. Vase liquide et grise avec quelques algues vertes.	Vase grise avec des traces de sable.	Vase grise avec des traces de sable.

Résultats d'analyse granulométriques des sédiments prélevés sur la batture du marais de Rivière-du-Loup

Août 2009							
Granulométrie	Unité	Zone témoin Sud			Zone témoin Nord		
		TS1	TS2	TS3	TN1	TN2	TN3
Cailloux	%						
Gravier (>2 mm)	%	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0
Sable grossier (2 mm> xx >0,2 mm)	%	10.7	17.1	8.7	1.0	1.0	2.5
Sable fin (0,2 mm> xx > 0,06 mm)	%	17.2	24.5	22.6	12.2	9.8	11.6
Limon (0,06 mm> xx > 0,004 mm)	%	37.5	39.6	46.7	53.9	36.6	45.1
Argile (<0,004 mm)	%	34.6	17.7	20.0	32.9	52.6	40.7
Mai 2011							
Granulométrie	Unité	Zone 2					
		PLS_A1	PLS_A2	PLS_A3	PLS_A7	PLS_A8	PLS_A9
Cailloux	%	0	0	0	0	0	0
Gravier	%	0	0	0	0	0	0
Sable	%	57,5	47,2	80,2	55,5	57,9	63,7
Silt	%	32,5	38,8	9,8	21,5	33,1	23,3
Argile	%	10	14	4	21	9	13
Description visuelle		Sous l'eau (6 cm d'eau)	Sédiments mous à fermes avec fragments de	Sous l'eau	Vase grise, molle avec présence d'algue et	Sédiments mous avec une odeur de soufre, fragments	Sédiments mous avec une odeur de soufre, fragments
Septembre 2011							
Granulométrie	Unité	Zone 2					
		PLS_A1	PLS_A2	PLS_A3	PLS_A7	PLS_A8	PLS_A9
Cailloux	%	0	0	0	0	0	0
Gravier	%	0	0	0	0	0	0
Sable	%	63	61.7	34.2	4.7	61.5	17.1
Silt	%	24.5	17.8	42.8	67.8	24.5	62.9
Argile	%	12.5	20.5	23	27.5	14	20
Description visuelle		10 cm de vase grise sur des sédiments plus foncés et noirs avec des fragments de végétaux et de bois.	Vase grise foncée, collante et plus ferme. Traces de sable.	Vase ferme et collante, grise et grise foncée. Présence de sable située à 10 à 15 cm. Végétation à proximité, scirpe.	10 cm de vase grise sur des sédiments plus foncés	10 cm de vase grise sur des sédiments plus foncés et noirs avec des fragments de végétaux et de bois.	10 cm de vase grise sur des sédiments plus foncés et noirs avec des fragments de végétaux et de bois.

Résultats d'analyses granulométriques des sédiments prélevés sur la batture du marais de Rivière-du-Loup

Mai 2011								
Granulométrie	Unité	Zone 3			Zone 4			
		PLS_A10	PLS_A11	PLS_A12	PLS_TN1	PLS_TN2	PLS_TN3	PLS_TN4
Cailloux	%	0	0	0	0			
Gravier	%	0	0	0	0			
Sable	%	78,7	67,5	53,1	59,3			
Silt	%	11,3	19,5	25,9	27,7			
Argile	%	10	13	21	13			
<b>Description visuelle</b>		Vase grise, molle à ferme.	Vase grise, molle à ferme.	Vase grise, molle à ferme.	Vase grise recouvrant le 3/4 de la plaque.	Aucune trace d'érosion. Plaque couverte d'une faible couche de fragments de végétaux et d'eau.	Plaque sous l'eau; aucun sédiment; aucune trace d'érosion; plaque située dans une petite dépression; moins de 1/4 de la plaque recouverte de fragments de végétaux.	Vase liquide.
Septembre 2011								
Granulométrie	Unité	Zone 3			Zone 4			
		PLS_A10	PLS_A11	PLS_A12	PLS_TN1	PLS_TN2	PLS_TN3	PLS_TN4
Cailloux	%	0	0	0	0	0		
Gravier	%	0	0	0	0	0		
Sable	%	7.1	40.9	40.5	5.5	33.8		
Silt	%	72.4	31.1	30.5	88	38.2		
Argile	%	20.5	28	29	6.5	28		
<b>Description visuelle</b>		10 cm de vase grise et foncée ainsi que molle. À partir de 40 cm, la vase est plus ferme. Horizon de cailloux entre 35 et 40 cm.	Vase grise et brune. Plus de 1 m de sédiments à côté de la plaque. Vase grise sur 30 cm et par la suite, sédiments gris foncés. Présence de fragments de végétation. Odeur de soufre.	Plus de 1 m de sédiments à côté de la plaque. Vase grise sur 30 cm et par la suite, sédiments gris foncés.	Fine pellicule de matières fines et grises. Présence de 1 cm d'eau.	Fine pellicule de sédiments gris. Présence de 1 cm d'eau.	Présence d'un peu de vase grise avec une fine couche d'algues vertes.	Aucun sédiment.



**A N N E X E B**  
**ANALYSE CHIMIQUE DES SÉDIMENTS**



Résultats des analyses physico-chimiques (2008)

Paramètres	Unité	Echantillon			Critère*		Critère****		
		S1	S2	S3	CEO**	CEF***	A	B	C
<b>Granulométrie</b>									
Gravier (%)	%	6			S/O	S/O	S/O	S/O	S/O
Sable g(%)	%	53.9	10	8	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O
Silt (%)	%	30.1	44.3	48.5	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O
Argile et colloïdes (%)	%	10	45.7	43.5	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O
<b>Biphényles polychlorés (BPC)</b>									
Arochlor 1016	mg/kg				ND	ND			
Arochlor 1242	mg/kg				ND	ND			
Arochlor 1248	mg/kg				ND	ND			
Arochlor 1254	mg/kg				ND	ND			
Arochlor 1260	mg/kg				ND	ND			
BPC totaux	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	0.059	0.49			
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	<100	<100	<100			300	700	3500
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b>									
Naphtalène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.12	1.2			
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	0.1	1	10
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.063	0.38			
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	0.1	1	10
Acénaphylène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.031	0.34			
Acénaphène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.021	0.94			
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	0.1	1	10
Fluorène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.061	1.2			
Phénanthrène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.25	2.1			
Anthracène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.11	1.1			
Fluoranthène	mg/kg	<0,01	0.01	0.01	0.5	4.2			
Pyrène	mg/kg	<0,01	0.02	0.01	0.42	3.8			
Benzo(c) phénanthrène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	0.1	1	10
Benzo(a) anthracène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.28	1.9			
Chrysène	mg/kg	<0,01	0.01	0.01	0.3	2.2			
5-Méthylchrysène	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	ND	ND			
Benzo(b, j et k) fluoranthènes	mg/kg	<0,01	0.02	0.01	ND	ND	0.1	1	10
7-12, Diméthylbenzo (a) anthracène	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	ND	ND	0.1	1	10
Benzo(e) pyrène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(a) pyrène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.23	1.7			
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	0.1	1	10
Indéno(1,2,3-cd) pyrène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	0.1	1	10
Didenzo(a,h) anthracène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	0.043	0.2			
7H-Dibenzo (c,g) carbazole	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND			
Benzo(g,h,i) pérylène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	0.1	1	10
Didenzo(a,l) pyrène	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	ND	ND	0.1	1	10
Didenzo(a,e) pyrène	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	ND	ND	ND	ND	ND
Didenzo(a,i) pyrène	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	ND	ND	ND	ND	ND
Didenzo(a,h) pyrène	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	ND	ND	0.1	1	10
Somme HAP bas poids moléculaire	mg/kg	N/D			ND	ND	ND	ND	ND
Somme HAP haut poids moléculaire	mg/kg	N/D	0.06	0.05	ND	ND	ND	ND	ND

Résultats des analyses physico-chimiques (2008)

Paramètres	Unité	Echantillon			Critère*		Critère****		
		S1	S2	S3	CEO**	CEF***	A	B	C
<b>Hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM)</b>									
Benzène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.1	0.5	5
Toluène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.2	3	30
Chlorobenzène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.2	1	10
Ethylbenzène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.2	5	50
m- et p-Xylènes	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.2	5	50
o-Xylène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.2	5	50
Xylènes (somme o+m+p)	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	ND	ND	0.2	5	50
Styrène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.2	5	50
1,3,5-Triméthylbenzène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	ND	ND	ND
1,2,4-Triméthylbenzène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichlorobenzène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.2	1	10
1,2,3-Triméthylbenzène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	ND	ND	ND
1,4-Dichlorobenzène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.2	1	10
1,2-Dichlorobenzène	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	0.2	1	10
<b>Métaux</b>									
Arsenic extractible	mg/kg	2.2	4.6	5.4	19	150			
Cadmium extractible	mg/kg	<0,03	0.06	0.05	2.1	7.2			
Chrome extractible	mg/kg	21	56	62	96	290			
Cuivre extractible	mg/kg	12	23	28	42	230			
Mercure total extractible	mg/kg	<0,01	0.05	0.06	0.29	1.4			
Nickel extractible	mg/kg	15	33	38	ND	ND	50	100	500
Plomb extractible	mg/kg	7	14	15	54	180			
Zinc extractible	mg/kg	35	78	87	180	430			
<b>Carbone organique total (COT)</b>	%	0.36	0.86	0.94	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O

\* Les critères indiqués correspondent aux critères retenus pour l'évaluation de la qualité des sédiments marins (2008).

\*\*CEO Concentration d'effets occasionnels

\*\*\*CEF Concentration d'effets fréquents

\*\*\*\* les critères génériques indiqués correspondent aux critères retenus pour l'évaluation de la qualité des sols (MDDEP, 2008)

Résultats des analyses physico-chimiques (2009)

Paramètres	Unité	S1	S2	S3	Dans la zone de l'aménagement proposé						Critère <sup>1</sup>			
					A1	A2	A3	A4	A5	A6	CEO <sup>2</sup>	CEF <sup>3</sup>		
<b>Granulométrie</b>														
Cailloux	%												-	-
Gravier (>2 mm)	%	6.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		-	-
Sable grossier (2 mm > xx > 0,2 mm)	%	27.1	3.2	1.7	3.5	0.7	1.7	4.7	1.7	1.7	1.7		-	-
Sable fin (0,2 mm > xx > 0,06 mm)	%	39.8	18.1	14.4	20.0	11.9	14.5	14.5	9.4	14.6	14.6		-	-
Limon (0,06 mm > xx > 0,004 mm)	%	15.3	28.7	35.1	51.7	36.3	45.7	30.0	25.5	57.0	57.0		-	-
Argile (<0,004 mm)	%	11.8	50.0	48.8	24.8	43.1	38.2	50.8	63.3	26.7	26.7		-	-
<b>Humidité (pour calcul)</b>	%												-	-
<b>Métaux</b>														
Arsenic	mg/kg												7.6	23
Cadmium	mg/kg				0.51	0.68	0.52	0.62	0.73	0.5	0.5		1.7	12
Chrome	mg/kg				36	53	34	42	58	39	39		57	120
Cuivre	mg/kg				22	29	16	34	29	22	22		63	700
Mercuré	mg/kg												0.25	0.87
Nickel	mg/kg				26	36	25	30	40	28	28		ND	ND
Plomb	mg/kg				15	18	11	10	12	16	16		52	150
Zinc	mg/kg				89	100	72	86	81	90	90		170	770
Perte au feu sur base sèche	%				7	7	5	5	4	8	8			

1: Source: Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce: Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application: prévention, dragage et restauration. 39 pages.

Environnement Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2007.

2: CEO: Concentration d'effets occasionnels

3: CEF: Concentration d'effets fréquents.

NB: Limite de détection augmentée pour tous les échantillons, pour les analyses des BPC et des HAP, car échantillons très humides.

ND: Valeur non déterminée.

Résultats des analyses physico-chimiques (2009)

Paramètres	Témoins sud			Témoins Nord			Critère <sup>1</sup>	
	TS1	TS2	TS3	TN1	TN2	TN3	CEO <sup>2</sup>	CEF <sup>3</sup>
<b>Granulométrie</b>								
Cailloux							-	-
Gravier (>2 mm)	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	-	-
Sable grossier (2 mm > xx > 0,2 mm)	10.7	17.1	8.7	1.0	1.0	2.5	-	-
Sable fin (0,2 mm > xx > 0,06 mm)	17.2	24.5	22.6	12.2	9.8	11.6	-	-
Limon (0,06 mm > xx > 0,004 mm)	37.5	39.6	46.7	53.9	36.6	45.1	-	-
Argile (<0,004 mm)	34.6	17.7	20.0	32.9	52.6	40.7	-	-
<b>Humidité (pour calcul)</b>							-	-
<b>Métaux</b>								
Arsenic							7.6	23
Cadmium	0.47	0.36	0.45	0.57	0.53	0.47	1.7	12
Chrome	38	21	29	45	40	31	57	120
Cuivre	19	13	16	20	21	16	63	700
Mercure							0.25	0.87
Nickel	27	17	21	31	27	24	ND	ND
Plomb	15	8	11	14	13	10	52	150
Zinc	82	49	60	84	74	63	170	770
Perte au feu sur base sèche	6	4	6	7	5	5		

Résultats des analyses physico-chimiques

Paramètres	Unité	PLS1	PLS2	PLS3	PLS4	PLS_A1	PLS_A2	PLS_A3	PLS_A4	PLS_A5	PLS_A6	Critère <sup>3</sup>		
												CEO <sup>2</sup>	CEF <sup>3</sup>	
<b>Granulométrie</b>														
Cailloux	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Gravier	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Sable	%	36,5	34,4	45,5	18,9	57,5	47,2	80,2	18,4	48,1	69,5		-	-
Silt	%	55,5	60,6	45,5	74,1	32,5	38,8	9,8	70,6	34,9	21,5		-	-
Argile	%	8	5	9	7	10	14	4	11	17	9		-	-
<b>Humidité (pour calcul)</b>														
	%	41	39	39	43	82	64	38	41	44	52		-	-
<b>Métaux</b>														
Argent	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsenic	mg/kg	10	9	11	9	18	16	10	10	11	14	14	19	150
Baryum	mg/kg	31	31	39	31	60	68	28	35	58	63	63	ND	ND
Cadmium	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,1	7,2
Cobalt	mg/kg	6	6	7	6	12	13	7	6	9	12	12	ND	ND
Chrome	mg/kg	21	20	28	20	45	50	18	23	37	49	49	96	290
Cuivre	mg/kg	11	10	13	10	35	27	11	11	18	23	23	42	230
Étain	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Manganèse	mg/kg	360	370	370	390	1200	770	380	390	410	620	620	ND	ND
Molybdène	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nickel	mg/kg	12	11	15	12	23	25	13	12	19	25	25	ND	ND
Plomb	mg/kg	8	8	10	8	20	18	7	9	15	18	18	54	180
Zinc	mg/kg	44	46	54	43	88	89	39	48	69	85	85	180	

1: Source: Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce: Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application: prévention, dragage et restauration, 39 pages,

Environnement Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2007.

2: CEO: Concentration d'effets occasionnels

3: CEF: Concentration d'effets fréquents.

ND\*: non détectée

Résultats des analyses physico-chimiques

Paramètres	PLS_A7	PLS_A8	PLS_A9	PLS_A10	PLS_A11	PLS_A12	PLS_TN1	Duplicatas		Critère <sup>3</sup>	
								DUP1	DUP2	CEO <sup>2</sup>	CEF <sup>3</sup>
<b>Granulométrie</b>											
Cailloux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Gravier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Sable	55,5	57,9	63,7	78,7	67,5	53,1	59,3	40,8	68,1	-	-
Silt	21,5	33,1	23,3	11,3	19,5	25,9	27,7	51,2	19,9	-	-
Argile	21	9	13	10	13	21	13	8	12	-	-
<b>Humidité (pour calcul)</b>	67	63	70	69	64	63	49	35	88	-	-
<b>Métaux</b>											
Argent	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsenic	13	16	14	15	14	16	11	9	20	19	150
Baryum	62	70	59	74	79	86	45	26	65	ND	ND
Cadmium	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,3	2,1	7,2
Cobalt	12	14	11	14	14	15	8	5	14	ND	ND
Chrome	45	52	44	54	59	64	33	16	50	96	290
Cuivre	24	29	24	26	24	27	15	8	41	42	230
Étain	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Manganèse	800	930	630	1000	960	1000	420	300	1500	ND	ND
Molybdène	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nickel	24	27	22	28	30	31	17	9	26	ND	ND
Plomb	17	20	16	21	23	22	12	6	24	54	180
Zinc	82	93	80	99	100	100	63	37	95	180	

Résultats des analyses physico-chimiques (Sept. 2011)

Paramètres	Unité	PLS1	PLS2	PLS3	PLS4	PLS_A1	PLS_A2	PLS_A3	PLS_A4	PLS_A5	PLS_A6	Critère <sup>3</sup>		
												CEO <sup>2</sup>	CEF <sup>3</sup>	
<b>Granulométrie</b>														
Cailloux	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Gravier	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Sable	%	27,7	24,3	19,9	36	63	61,7	34,2	20,5	56,6	27,1	27,1	-	-
Silt	%	56,3	59,7	64,6	36	24,5	17,8	42,8	54,5	30,9	53,4	53,4	-	-
Argile	%	16	16	15,5	28	12,5	20,5	23	25	12,5	19,5	19,5	-	-
<b>Humidité (pour calcul)</b>														
	%	40	40	48	50	68	50	57	51	59	54	54	-	-
<b>Métaux</b>														
Argent	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsenic	mg/kg	7	6	7	7	11	10	9	8	10	9	9	19	150
Baryum	mg/kg	38	37	41	50	68	74	51	44	64	56	56	ND	ND
Cadmium	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.1	7.2
Cobalt	mg/kg	6	6	6	8	11	11	9	7	10	9	9	ND	ND
Chrome	mg/kg	21	21	24	28	41	43	29	25	39	33	33	96	290
Cuivre	mg/kg	11	12	13	16	29	25	20	14	21	19	19	42	230
Étain	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Magnésium	mg/kg	5700	5700	6300	7500	10000	10000	7500	6900	10000	8600	8600	ND	ND
Molybdène	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nickel	mg/kg	15	15	17	20	28	29	20	18	27	22	22	ND	ND
Plomb	mg/kg	7	8	9	10	15	15	11	9	15	11	11	54	180
Zinc	mg/kg	48	48	53	63	91	89	68	56	85	70	70	180	430

1: Source: Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce: Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application: prévention, dragage et restauration, 39 pages, Environnement Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2007.

2: CEO: Concentration d'effets occasionnels

3: CEF: Concentration d'effets fréquents.

ND\*: non détectée

Résultats des analyses physico-chimiques (Sept. 2011)

Paramètres	PLS_A7	PLS_A8	PLS_A9	PLS_A10	PLS_A11	PLS_A12	PLS_TN1	PLS_TN2	Duplicatas		Critère <sup>3</sup>	
									DUP1	DUP2	CEO <sup>2</sup>	CEF <sup>3</sup>
<b>Granulométrie</b>												
Cailloux	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Gravier	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Sable	4,7	61,5	17,1	7,1	40,9	40,5	5,5	33,8	-	-	-	-
Silt	67,8	24,5	62,9	72,4	31,1	30,5	88	38,2	-	-	-	-
Argile	27,5	14	20	20,5	28	29	6,5	28	-	-	-	-
<b>Humidité (pour calcul)</b>	72	66	73	52	56	67	56	60	42	43	-	-
<b>Métaux</b>												
Argent	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsenic	12	14	11	14	12	13	9	10	5	6	19	150
Baryum	83	72	66	88	86	96	58	68	43	38	ND	ND
Cadmium	0,2	0,3	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,1	7,2
Cobalt	13	12	11	13	13	14	9	11	7	6	ND	ND
Chrome	50	46	42	53	52	58	35	42	25	22	96	290
Cuivre	32	36	33	30	29	30	19	22	13	12	42	230
Étain	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Magnésium	12000	11000	11000	12000	12000	13000	8700	10000	6400	5700	ND	ND
Molybdène	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nickel	33	30	28	35	34	38	23	28	17	15	ND	ND
Plomb	18	17	16	18	17	19	12	14	9	8	54	180
Zinc	110	98	89	110	110	110	73	86	57	50	180	430

**A N N E X E C**

**PHOTOGRAPHIES DU SÉDIMENTS DE SURFACE LORS DES CAMPAGNES DE MAI ET  
SEPTEMBRE 2011**



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnementDate Mai et septembre 2011**N° photo** 1**Identification**

Site à l'étude : marais et ouvrage de contrôle.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Marais à l'intérieur de l'ouvrage de contrôle, vue vers le sud-ouest.

**N° photo** 2**Identification**

Site à l'étude : marais et ouvrage de contrôle.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Marais à l'intérieur de l'ouvrage de contrôle, vue vers l'ouest.



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnementDate Mai et septembre 2011**N° photo** 3**Identification**

Site à l'étude : marais et ouvrage de contrôle.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Marais à l'intérieur de l'ouvrage de contrôle, vue vers le nord-ouest.

**N° photo** 4**Identification**

Site à l'étude : marais et ouvrage de contrôle.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Marais à l'intérieur de l'ouvrage de contrôle, vue vers le nord.



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnementDate Mai et septembre 2011**N° photo** 5**Identification**

Site à l'étude : marais et ouvrage de contrôle.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Marais à l'intérieur de l'ouvrage de contrôle, vue vers le nord-est.

**N° photo** 6**Identification**

Site à l'étude : marais et ouvrage de contrôle.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Marais à l'intérieur de l'ouvrage de contrôle, vue vers le nord.



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnementDate Mai et septembre 2011**N° photo** 7**Identification**

Site à l'étude : marais et ouvrage de contrôle.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Marais à l'extérieur de l'ouvrage de contrôle, vue vers l'est.

**N° photo** 8**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_A1.

**Remarques**

Photo prise le 17 mai 2011.

Plaque se trouvant sous 6 cm d'eau.



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnement    **Date**    Mai et septembre 2011**N° photo**    9**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_A3.

**Remarques**

Photo prise le 17 mai 2011.

Sédiments composés de fins graviers, de sable et d'un peu de cailloux.

**N° photo**    10**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_A4.

**Remarques**

Photo prise le 17 mai 2011.

Le sommet de la plaque est visible. Elle est recouverte d'une fine couche de sédiments liquides avec fractions de végétaux.



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnementDate Mai et septembre 2011

N° photo | 11

**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_A7.

**Remarques**

Photo prise le 17 mai 2011.

Vase molle avec fragments de végétaux et quelques algues.



N° photo | 12

**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_TN2.

**Remarques**

Photo prise le 17 mai 2011.

Le sommet de la plaque est visible. Elle est couverte de fragments de végétaux et d'eau.



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnementDate Mai et septembre 2011**N° photo** 13**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_TN3.

**Remarques**

Photo prise le 17 mai 2011.

Plaque sous l'eau, recouverte d'un peu de végétation. Pas d'érosion.

**N° photo** 14**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_TN4.

**Remarques**

Photo prise le 17 mai 2011.

Plaque découverte, mais sans trace d'érosion.



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnementDate Mai et septembre 2011**N° photo** 15**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_A1.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

10 cm de vase grise sur des sédiments gris foncé, presque noirs.

**N° photo** 16**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_A3.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Vase grise avec traces de sable.



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnement    **Date** Mai et septembre 2011**N° photo** 17**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_A4.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Le sommet de la plaque est visible.  
Elle se trouve légèrement sous l'eau et est couverte de vase grise avec un peu de sable.**N° photo** 18**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_A7.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

10 cm de vase grise sur des sédiments gris foncé, presque noirs. Présence de fragments de végétation et de bois en profondeur.



**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnement      **Date** Mai et septembre 2011**N° photo** | 19**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_TN2.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Le sommet de la plaque est visible (sous les algues), elle est sous l'eau, couverte d'une fine couche de sédiments gris.

**N° photo** | 20**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_TN3.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Présence d'une fine couche de sédiments et d'algues fines et vertes.



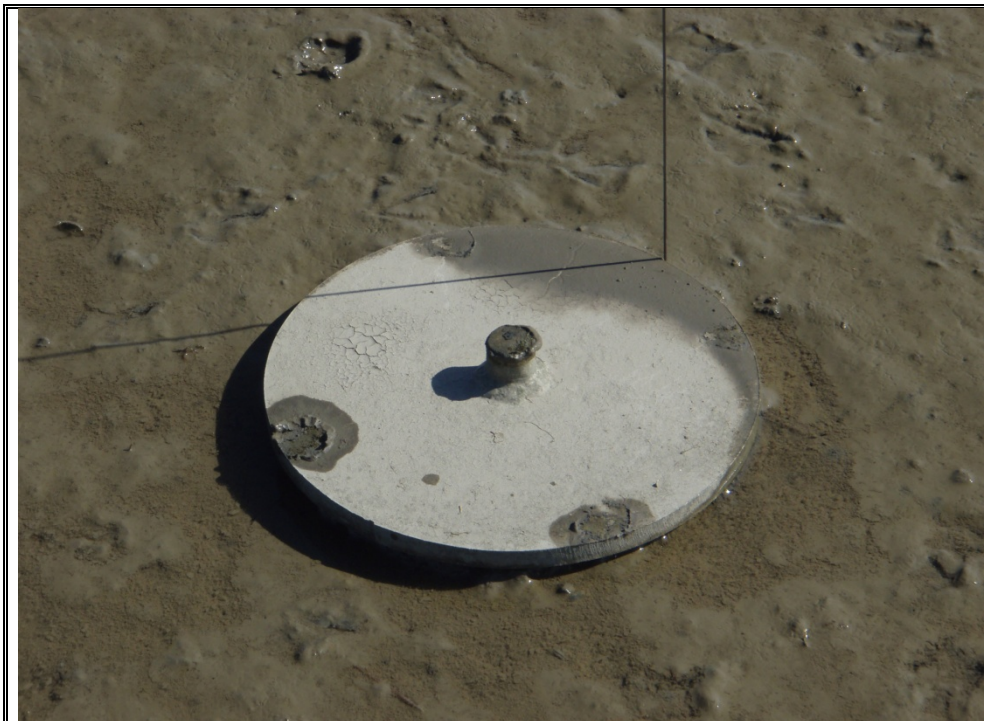
**IDENTIFICATION****CIMA+**Ministère des Transports du Québec  
Suivi de la sédimentation – marais de Rivière-du-LoupPhotographies prises par : F. Willème, Technicien protection environnement    **Date** Mai et septembre 2011**N° photo** 21**Identification**

Plaque de sédiments PLS\_TN4.

**Remarques**

Photo prise le 28 septembre 2011.

Présence d'érosion.





**A N N E X E D**

**RÉSULTATS DES RELEVÉS ALTIMÉTRIQUES AVANT CONSTRUCTION (2008-2010)**



Identifiant du point relevé	Évolution du substrat entre les 28 octobre 2008 et 6 juin 2009	Évolution du substrat entre les 6 juin 2009 et 5 novembre 2009	Évolution du substrat entre les 5 novembre 2009 et 15 avril 2010	Période hivernale (15 avril 2010 au 23-24 novembre 2010)
PLS1	0.012	0.017	0.003	-0.018
PLS2	-0.020	0.043	0.009	-0.018
PLS3	0.005	0.017	0.025	-0.026
PLS4	0.002	0.006	0.002	0.000
PLS5	0.008	0.033	-0.005	Détruite
PLS6	0.046	0.017	-0.005	Détruite





## **Transports Québec**

# **Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2012**

## **Rapport final**

Mars 2013  
N/Réf. : 068-P-0000640-210-EN-R-0001-00

# **DESSAU**

**Transports Québec**

**Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du  
marais de Rivière-du-Loup – 2012**

Rapport préliminaire | 068-P-0000640-210-EN-R-0001-00

Préparé par :



---

Marie-Hélène Michaud, biol. M. Sc. océanographie  
Professionnelle en environnement

Approuvé par :

---

Fabien Bolduc, biol. M. Sc.  
Chef d'équipe

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>3</b>
2.1	Suivi visuel .....	3
2.2	Relevés d'arpentage .....	3
2.3	Dynamique sédimentaire .....	5
2.4	Végétation : spartine .....	6
<b>3</b>	<b>RÉSULTATS ET DISCUSSION</b> .....	<b>7</b>
3.1	Suivi visuel .....	7
3.2	Relevés d'arpentage .....	7
3.3	Dynamique sédimentaire .....	7
3.3.1	<i>Relevés topographiques</i> .....	7
3.3.2	<i>Analyses en laboratoire</i> .....	14
3.3.2.1	Carbone organique total (COT) .....	14
3.3.2.2	Analyses granulométriques.....	15
3.4	Végétation .....	17
3.4.1	<i>Spartine</i> .....	17
3.4.2	<i>Stabilité du talus</i> .....	20
<b>4</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>21</b>

### Tableaux

Tableau 1	Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments dans le marais de Rivière-du-Loup, 2012 .....	5
Tableau 2	Élévations enregistrées sur la digue en enrochement, Rivière-du-Loup, 2012 .....	9
Tableau 3	Suivi des plaques de sédimentation (2010, 2011 et 2012).....	10

### Carte

Carte 1	Localisation du secteur et des éléments d'étude, Rivière-du-Loup – 2012 .....	4
---------	---	---

## TABLE DES MATIÈRES

### Figures

Figure 1	Élévation de la plage dans le bassin Nord-Est à l'intérieur du brise-lames .....	8
Figure 2	Élévation de la plage dans le bassin Sud-Ouest à l'intérieur du brise-lames .....	8
Figure 3	Élévation géodésique relevée aux plaques de sédimentation du marais de Rivière- du-Loup en 2012 .....	12
Figure 4	Variations de l'élévation de la surface des sédiments entre septembre 2011 et septembre 2012 .....	13
Figure 5	Granulométrie observées aux stations échantillonnées en 2012 .....	16

### Photos

Photo A	Vestiges de spartine de l'année précédente, 8 mai 2012.....	18
Photo B	Reprise naturelle de la végétation à l'intérieur de la digue en enrochement, secteur intérieur Nord-Est, 5 septembre 2012 .....	19
Photo C	Reprise naturelle du marais à l'intérieur de la digue en enrochement, secteur intérieur Sud-Ouest, 5 septembre 2012 .....	19
Photo D	Érosion du talus, 8 mai 2012.....	20

### Annexes

Annexe 1	Rapport photographique
Annexe 2	Résultats d'analyses en laboratoire sur les sédiments

## Propriété et confidentialité

---

« Ce document est la propriété de Dessau et est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de Dessau et de son Client.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants de Dessau qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment qualifiés selon la procédure relative à l'approvisionnement de notre manuel qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
0A	2013-02-04	Version préliminaire
00	2013-03-04	Version finale pour approbation

## 1 INTRODUCTION

À l'automne 2010, le ministère des Transports du Québec a procédé à la mise en place d'une protection de rive submersible sur la batture du Saint-Laurent, en partie en milieu émergé et en partie en zone de marnage, du côté nord de l'autoroute 20 (environ 1,5 km à l'ouest de l'embouchure de la rivière du Loup). Cette protection a pour objectif de protéger l'autoroute 20 contre le processus d'érosion des rives en cours dans ce secteur. Elle vise également à retenir les sédiments près de la rive et, à moyen terme, la réhabilitation du marais de Rivière-du-Loup.

La protection de rive réalisée est constituée de deux structures principales en enrochement et d'une plage. Les structures sont :

- ▶ Une plage de 500 m de long contre le talus actuellement en érosion. Cet élément est composé d'un noyau en enrochement visant à protéger l'autoroute 20, en cas d'érosion temporaire de la plage. Ce noyau a été recouvert de matériaux plus fins (sable et gravier), dans le but d'accélérer le processus de sédimentation et de végétalisation du secteur protégé, tout en contribuant à fournir les matériaux de base du futur marais. Un recouvrement de matériaux fins (silt et argile) a été effectué avec le matériel excavé de la clé du brise-lames;
- ▶ Un brise-lames principal submersible ou butée de pied de 330 m de long parallèle au rivage, à environ 130 m de la microfalaise en érosion actuelle, qui sert à protéger le secteur au sud de ce brise-lames contre les vagues, tout en favorisant la stabilisation du couvert de glace en hiver;
- ▶ Une digue transversale, perpendiculaire au brise-lames et à la rive, d'approximativement 120 m de long, servant de chemin d'accès lors de la construction du brise-lames et de réducteur de l'écoulement (courants induits par la marée ou par les vagues), afin de favoriser la déposition et la rétention des sédiments fins en circulation dans le secteur.

Ce projet a été accepté comme habitat de réserve par le ministère des Pêches et Océans Canada, sous certaines conditions. Un protocole pour l'état de référence et le suivi a également été produit dans le cadre de la demande d'autorisation du projet (Meunier et Gosselin, 2009).

Les activités nécessaires au suivi biophysique des travaux effectués en 2010 portent donc sur six éléments, soit :

- ▶ La stabilité de la structure (suivi visuel);
- ▶ La topographie et la bathymétrie;
- ▶ La dynamique sédimentaire (deux fois par an);
- ▶ La végétation;
- ▶ La faune benthique et la nature des sédiments;

- ▶ La faune ichtyenne.

Le programme de suivi s'échelonne jusqu'en 2016. Le suivi prévu pour l'année 2012 porte sur les quatre premiers éléments listés ci-dessus. Le présent rapport comprend une description de la méthodologie employée lors des différentes activités du suivi environnemental.

## 2 MÉTHODOLOGIE

Le programme de suivi biophysique des aménagements réalisés en 2010 vise à s'assurer que ceux-ci résistent aux éléments climatiques (glaces, vagues, précipitations, etc.). Ce programme, qui s'échelonne jusqu'en 2016, vise également à s'assurer que la densité de la végétation de la spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*), qui fera l'objet de transplantation dans l'estran au printemps 2013, soit comparable à celle retrouvée en milieu naturel. Le programme de suivi vise également à vérifier si les aménagements réalisés dans le cadre d'un projet pilote peuvent contribuer à la restauration d'un habitat (marais à spartine) avec des fonctions biologiques intéressantes (habitat de réserve en vertu de la *Loi sur les Pêches*). La carte 1 présente le secteur d'étude ainsi que les éléments étudiés.

### 2.1 SUIVI VISUEL

Un relevé visuel de la structure en enrochement a été effectué au printemps (20 avril et 25 mai) ainsi que lors des relevés réalisés les 8 mai et 19 septembre 2012. Les observations ainsi faites permettent de s'assurer de la stabilité de la structure et que les aménagements ne subissent pas de dégradation. Lorsque réalisé au printemps, ce suivi visuel permet également de détecter des bris possibles qui auraient pu être occasionnés par les glaces et/ou leur dérive printanière.

Un rapport photographique de la structure et du secteur où auront lieu des travaux de végétalisation est intégré au rapport de suivi à l'annexe 1.

Mentionnons qu'un suivi visuel des glaces sera également réalisé à l'hiver 2012-2013.

### 2.2 RELEVÉS D'ARPENTAGE

Des relevés par arpentage topographique ont été réalisés les 8 mai et 19 septembre 2012 sur toute la structure en enrochement afin de vérifier la stabilité de celle-ci. En mai 2012, la structure en enrochement a été relevée dans son intégralité. Les relevés ont donc été réalisés sur des transects de la largeur de la digue, à intervalle de 10 m, à l'aide d'un système DGPS Trimble (récepteur R8 GNSS), possédant une précision de 0,010 m en position (X et Y) et de 0,025 en élévation (Z). La mesure enregistrée correspond à la moyenne des mesures effectuées en un point précis sur la digue. En septembre, seuls quelques points de mesure ont été relevés afin de valider la stabilité de la structure en enrochement, par rapport au relevé de mai 2012.

Les cotes relevées ont été comparées entre elles ainsi qu'aux plans « Tel que construit » de janvier 2011, fournis par Transports Québec, dont les données ont été récoltées à la suite des travaux de construction réalisés en 2010.

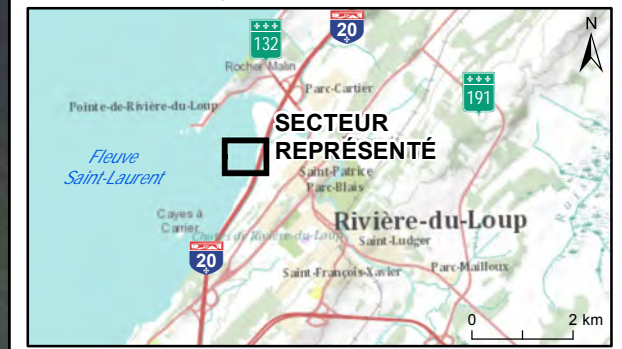
10cm  
5  
4  
3  
2  
1  
0

FORMAT ORIGINAL : 11" x 17"  
Fichier : \\QU\EBEC\SF\projets\0681P-00006-00\_Marais\_RDL\G012\_Doc\Proj\Concept\6\_Geomatique\2\_Carte\1\_MXD\068-P-00006-00-GO-D-0001-00\_Loc\_20130226.mxd



- Infrastruture**
- Digue en enrochement
- Station d'échantillonnage des sédiments**
- Secteur
- Extérieur du brise-lames
  - Témoin Nord
  - Intérieur Nord-Est
  - Intérieur Centre
  - Intérieur Sud-Ouest
- PLS-4 Identification de la station

Sources :  
- Image satellite : (c) 2010 Microsoft Corporation and its data suppliers  
- Inventaire terrain : Dessau, 2012



Client	Ministère des Transports du Québec
Projet	Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2012
Titre	<b>Carte 1</b> <b>Localisation du secteur et des éléments d'étude, Rivière-du-Loup – 2012</b>
Préparé par : Marie-Hélène Michaud	N/D : 068-P-0000640-0210-GO-D-0001-00
Dessiné par : Karine Fortier	Échelle : 1:2 500
Vérifié par : Fabien Bolduc	Date : Février 2013
0 100 m	
Projection MTM, fuseau 7, NAD 83	



## 2.3 DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

Des sédiments ont été prélevés à diverses stations d'échantillonnage réparties dans le marais, en date du 8 mai et du 19 septembre 2012, afin de vérifier le taux de sédimentation dans la zone. Le tableau 1 présente le nom et la localisation des stations d'échantillonnage où une plaque de sédimentation est présente. Pour évaluer la granulométrie des sédiments, la récolte d'échantillons était prévue sur 12 stations, identifiées au tableau 1.

Tableau 1 Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments dans le marais de Rivière-du-Loup, 2012

STATION	COORDONNÉES MTM NAD 83 ZONE 7		Granulométrie
	Est	Nord	
PLS-1	375246	5300740	X
PLS-2	375341	5300710	
PLS-3	375437	5300679	X
PLS-4	375532	5300650	
PLS-A1	375618	5300536	
PLS-A2	375648	5300526	X
PLS-A3	375668	5300520	X
PLS-A4	375568	5300665	X
PLS-A5	375614	5300645	
PLS-A6	375621	5300641	X
PLS-A7	375658	5300622	X
PLS-A8	375683	5300615	
PLS-A9	375712	5300608	X
PLS-A10	375682	5300719	X
PLS-A11	375708	5300714	X
PLS-A12	375733	5300708	
PLS-TN1	375652	5300999	
PLS-TN2	375698	5301000	X
PLS-TN3	375750	5301001	
PLS-TN4	375796	5300997	X

Les relevés ont été réalisés à l'aide d'un système DGPS Trimble (récepteur R8 GNSS), possédant une précision de 0,010 m en position (X et Y) et de 0,025 en élévation (Z). Parmi ces 12 stations, seule la station PLS-A2 n'a pu être échantillonnée en mai 2012 en raison de conditions de marée montante rendant inaccessible l'emplacement de la station à gué. Les

échantillons ont été envoyés dans un laboratoire afin d'y effectuer les analyses suivantes : granulométrie, sédimentométrie et carbone organique total (COT).

Des relevés topographiques ont également été réalisés au site d'étude, soit à l'intérieur de la digue en enrochement et à l'extérieur de celle-ci, le long des transects perpendiculaires à la rive indiqués au protocole de suivi, afin de vérifier la présence de zones d'érosion ou de sédimentation. De plus, des relevés ponctuels ont été effectués à l'emplacement des 20 plaques de sédimentation localisées dans le marais (voir tableau 1) afin de valider la dynamique sédimentaire à ces endroits. L'élévation altimétrique du niveau des sédiments a ainsi été comparée à l'élévation des plaques de sédiments aux mêmes coordonnées X et Y relevées en 2010 afin de déterminer le taux d'accrétion ou d'érosion des sédiments.

La recherche des plaques dans le marais s'est avérée parfois difficile au mois de mai 2012, surtout à l'intérieur de la digue. En effet, en plus d'être recouvertes d'une importante couche de sédiments, les plaques n'étaient pas détectables au détecteur de métal et elles n'étaient pas localisées exactement à l'endroit des coordonnées fournies. Il a toutefois été possible de trouver la grande majorité de celles-ci dans un rayon d'environ 50 cm de la coordonnée.

Parmi les 20 stations où étaient situées ces plaques, deux d'entre elles n'ont pu être relevées en mai 2012 en raison de conditions de marée montante. Ces plaques sont PLS-A1 et PLS-A2. Cette situation ne s'est pas reproduite par la suite et les mesures ont été effectuées pour toutes les plaques en septembre 2012.

## 2.4 VÉGÉTATION : SPARTINE

Les suivis visuels des visites de terrain ont permis de décrire l'état actuel de la végétation et d'identifier les endroits où de plus denses recouvrements de spartines alterniflores sont localisés dans le marais de Rivière-du-Loup. Ainsi, le marais a été parcouru sur près d'un kilomètre de part et d'autre de la digue en enrochement, où plusieurs photos ont été prises.

Les travaux de plantation de spartine ayant été reportés au printemps 2013, tous les relevés visuels ont été effectués de façon à bien décrire le patron de distribution de la végétation dans le marais.

## 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 SUIVI VISUEL

Le suivi visuel de la digue en enrochement n'a démontré aucun signe évident de dégradation. Les photos 1 à 12 de l'annexe 1 en témoignent. Également, cette structure est propice à la fixation d'algues. Les espèces observées lors des relevés étaient *Ulothrix flacca* (Chlorophycée) et *Porphyra umbilicalis* (Rhodophycée). Ces algues sont très abondantes sur toute la structure en dessous de la limite supérieure de la marée, comme démontré à la photo 10 de l'annexe 1.

### 3.2 RELEVÉS D'ARPENTAGE

Les relevés topographiques effectués sur la structure en enrochement en mai et septembre 2012 ont été comparés aux données d'élévation provenant du plan « Tel que construit » datant de janvier 2011 et fourni par Transports Québec.

La digue ne semble pas s'être affaissée depuis sa construction car les élévations comparées sont semblables et le niveau général est le même en 2011 et 2012. À noter que les élévations relevées en mai et septembre 2012 étaient également sensiblement les mêmes. Le tableau 2 présente le comparatif de quelques élévations relevées en mai et septembre 2012 sur la digue en enrochement, en comparaison avec les données du plan « Tel que construit ».

Les profils de la plage à l'intérieur des bassins de la digue en enrochement sont présentés aux figures 1 et 2. Les relevés effectués en mai et septembre 2012 pour chacun des bassins y sont comparés.

### 3.3 DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

Les photos 13 à 16 et 19 de l'annexe 1 présentent quelques vues prises lors des relevés effectués pour les sédiments.

#### 3.3.1 Relevés topographiques

Les données des relevés topographiques effectués sur les plaques de sédimentation (ou à proximité de leur emplacement lorsqu'elles n'ont pu être trouvées) sont présentées au tableau 3. Les données de 2011 et précédentes ont été fournies par Transports Québec. Une comparaison a également été effectuée avec les élévations mesurées lors des relevés précédents afin d'obtenir la variation de l'élévation de la surface des sédiments entre chaque relevé.

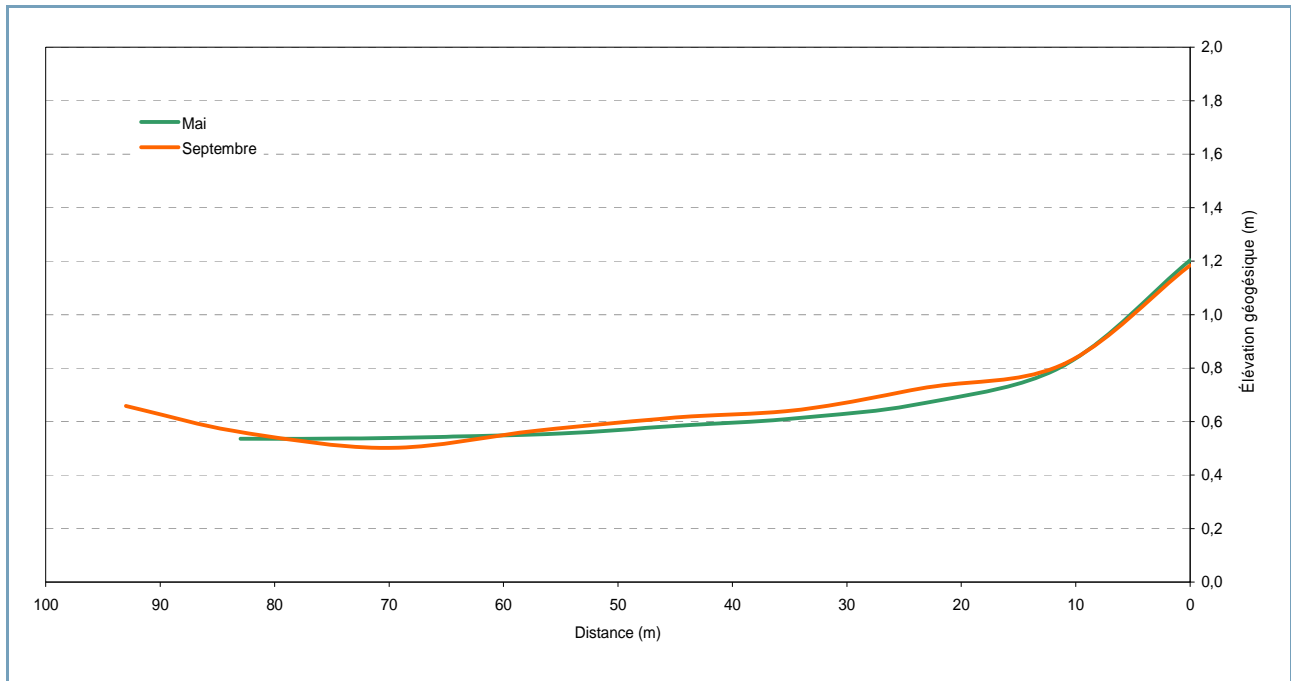


Figure 1 Élévation de la plage dans le bassin Nord-Est à l'intérieur du brise-lames

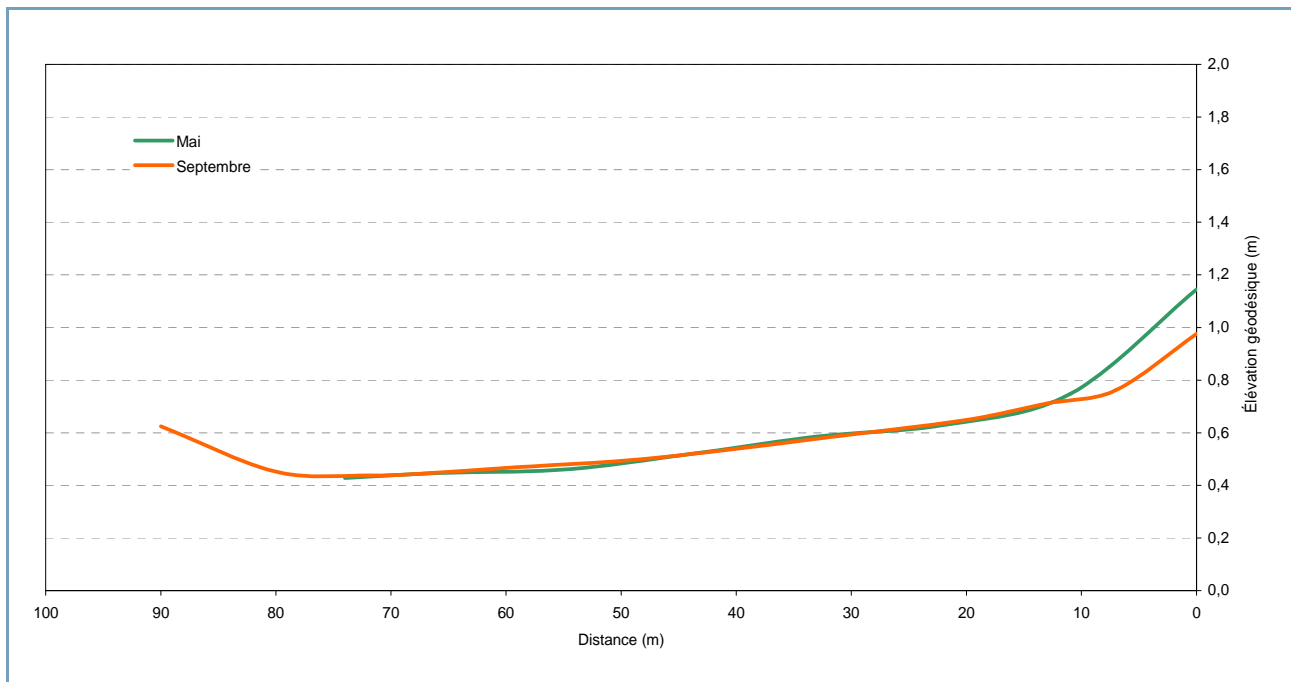


Figure 2 Élévation de la plage dans le bassin Sud-Ouest à l'intérieur du brise-lames

Tableau 2 Élévations enregistrées sur la digue en enrochement, Rivière-du-Loup, 2012

EMPLACEMENT SUR LA DIGUE	PLAN TEL QUE CONSTRUIT (2011)			RELEVÉS DE 2012				DIFFÉRENTIEL (m) MAI / SEPT 2012
	COORDONNÉES MTM NAD 83, ZONE 7		ÉLÉVATION GÉODÉSIQUE (m)	COORDONNÉES MTM NAD 83, ZONE 7		ÉLÉVATION GÉODÉSIQUE (m)		
	EST	NORD	janvier 2011	EST	NORD	mai 2012	septembre 2012	
Centre de la digue transversale	375 687	5 300 700	1,50	375 696	5 300 701	1,696	1,673	-0,023
Près de la jonction entre la digue transversale et le brise-lames	375 654	5 300 709	1,50	375 666	5 300 703	1,598	1,557	-0,041
Aile nord-est du brise-lames	375 649	5 300 721	2,15	375 653	5 300 735	1,920	2,094	0,174
Aile sud-ouest du brise-lames	375 637	5 300 656	1,65	375 645	5 300 682	2,091	1,994	-0,097

Tableau 3 Suivi des plaques de sédimentation (2010, 2011 et 2012)

STATION	ÉLÉVATION GÉODÉSIQUE (m)												
	ÉLÉVATION DES PLAQUES (2010)	ÉVOLUTION DU SUBSTRAT ENTRE AVRIL 2010 ET NOVEMBRE 2010	NOVEMBRE 2010	ÉVOLUTION DU SUBSTRAT ENTRE NOVEMBRE 2010 ET MAI 2011	MAI 2011	ÉVOLUTION DU SUBSTRAT ENTRE MAI 2011 ET SEPTEMBRE 2011	SEPTEMBRE 2011	ÉVOLUTION DU SUBSTRAT ENTRE SEPTEMBRE 2011 ET MAI 2012	MAI 2012	ÉVOLUTION DU SUBSTRAT ENTRE MAI 2012 ET SEPTEMBRE 2012	SEPTEMBRE 2012	ÉVOLUTION DU SUBSTRAT ENTRE SEPTEMBRE 2011 ET SEPTEMBRE 2012	ÉVOLUTION DU SUBSTRAT ENTRE NOVEMBRE 2010 ET SEPTEMBRE 2012
PLS1	-0,874	-0,018	-0,846	0,044	-0,803	0,008	-0,794	-0,081	-0,875	0,072	-0,803	-0,009	0,043
PLS2	-0,710	-0,018	-0,695	0,026	-0,670	-0,004	-0,674	0,008	-0,666	-0,019	-0,685	-0,011	0,010
PLS3	-0,544	-0,026	-0,519	0,023	-0,497	0,006	-0,491	-0,006	-0,497	-0,002	-0,499	-0,008	0,020
PLS4	-0,358	0,000	-0,340	0,008	-0,332	0,002	-0,331	-0,005	-0,336	0,003	-0,333	-0,002	0,007
PLS_A4	-0,231	-	-0,247	0,001	-0,246	0,009	-0,236	0,010	-0,226	-0,019	-0,245	-0,009	0,002
PLS_A5	-0,121	-	-0,131	0,037	-0,094	-0,016	-0,109	0,019	-0,090	0,007	-0,083	0,026	0,048
PLS_A6	-0,067	-	-0,100	0,044	-0,056	-0,015	-0,070	0,053	-0,017	-0,018	-0,035	0,035	0,065
PLS_A1	0,042	-	0,004	0,052	0,056	0,142	0,197	0,179	0,376	-0,024	0,352	0,155	0,348
PLS_A2	0,203	-	0,174	0,105	0,280	0,014	0,293	0,100	0,393	0,011	0,404	0,111	0,230
PLS_A3	0,440	-	0,403	0,351	0,754	-0,203	0,551	0,062	0,613	-0,040	0,573	0,022	0,170
PLS_A7	0,123	-	0,105	0,163	0,268	0,045	0,313	0,117	0,430	0,013	0,443	0,130	0,338
PLS_A8	0,285	-	0,248	0,140	0,388	0,042	0,430	0,095	0,525	-0,001	0,524	0,094	0,276
PLS_A9	0,475	-	0,422	0,216	0,638	-0,011	0,627	0,071	0,698	0,013	0,711	0,084	0,289
PLS_A10	0,130	-	0,087	0,320	0,407	0,062	0,469	0,139	0,608	-0,005	0,603	0,134	0,516
PLS_A11	0,277	-	0,255	0,215	0,470	0,067	0,537	0,102	0,639	0,015	0,654	0,117	0,399
PLS_A12	0,445	-	0,422	0,145	0,567	0,042	0,608	0,143	0,751	-0,004	0,747	0,139	0,325
PLS_TN1	-0,059	-	-0,086	0,027	-0,059	-0,014	-0,073	0,185	0,112	-0,175	-0,063	0,010	0,023
PLS_TN2	0,044	-	0,028	-0,030	-0,002	0,024	0,023	0,008	0,030	0,011	0,041	0,019	0,013
PLS_TN3	0,197	-	0,176	-0,005	0,171	0,001	0,171	0,000	0,171	-0,069	0,102	-0,069	-0,074
PLS_TN4	0,429	-	0,397	-0,019	0,377	0,013	0,390	-0,019	0,371	-0,019	0,352	-0,038	-0,045

De façon générale, toutes les plaques de sédimentation relevées en 2012 étaient enfouies sous une couche de sédiment variant d'environ 30 à 500 mm, sauf pour les stations PLS-TN3 et PLS-TN4 où les plaques de sédimentation étaient visibles à la surface des sédiments.

La figure 3 illustre l'élévation géodésique relevée à l'emplacement de chacune des plaques de sédimentation pour les deux relevés effectués en 2012. La figure 4 montre pour sa part les variations annuelle et saisonnière de l'élévation de la surface des sédiments.

À la lumière des résultats d'élévation de 2012 (figure 3), l'érosion semble plus importante dans le secteur extérieur du brise-lames à mesure qu'on s'en éloigne. Pour les secteurs à l'intérieur de la digue en enrochement, la sédimentation est plus importante aux stations près de la structure. Finalement, le secteur témoin Nord présente une érosion vers le large et une sédimentation vers la rive.

Selon la figure 4, l'évolution du substrat de l'hiver précédant les relevés de 2012 (de septembre 2011 à mai 2012) montre peu de variation au large de la digue en enrochement, mais une forte sédimentation dans les secteurs situés à l'intérieur du brise-lames, ainsi qu'une diminution générale en se rapprochant de la berge dans le secteur témoin Nord. Pour ce qui est de l'évolution estivale (de mai 2012 à septembre 2012), l'accumulation de sédiment est beaucoup moins importante dans tous les secteurs. En effet, les secteurs extérieur et intérieur du brise-lames semblent se stabiliser. Toutefois, le secteur témoin Nord présente un léger abaissement de la plage, ce qui constitue probablement la poursuite du processus naturel d'érosion côtière, comme il a été noté par les années précédentes à l'emplacement des ouvrages de protection (digue en enrochement). Rappelons qu'une modélisation a été effectuée concernant la mise en place du brise-lames et l'une des conclusions de cette modélisation était que la présence de la digue n'empêcherait pas le processus d'érosion naturel au nord-est (secteur témoin Nord). De plus, durant la saison estivale, certaines stations des secteurs intérieurs du brise-lames ont présenté une accumulation de sédiment, alors que l'érosion a été observée pour d'autres stations. Ce phénomène peut s'expliquer par la présence d'une certaine dynamique sédimentaire causée par les courants de marée pendant la saison libre de glace.

La figure 4 montre également une sédimentation annuelle (de septembre 2011 à septembre 2012) aux stations près du brise-lames, à l'extérieur de celui-ci, comparativement à une érosion observée aux stations plus au large. L'accumulation est évidente à l'intérieur de la digue, particulièrement près de la structure. L'érosion près de la rive dans le secteur témoin Nord peut supposer l'accentuation du micro-talus et la poursuite de l'érosion côtière naturelle.

En complément, l'image satellite utilisée à la carte 1 (Bing Maps ; © 2010, *Microsoft Corporation and its data suppliers* ; date de prise de l'image non précisée) montre une accumulation de sédiments au pourtour de la digue ainsi qu'à l'intérieur de celle-ci.

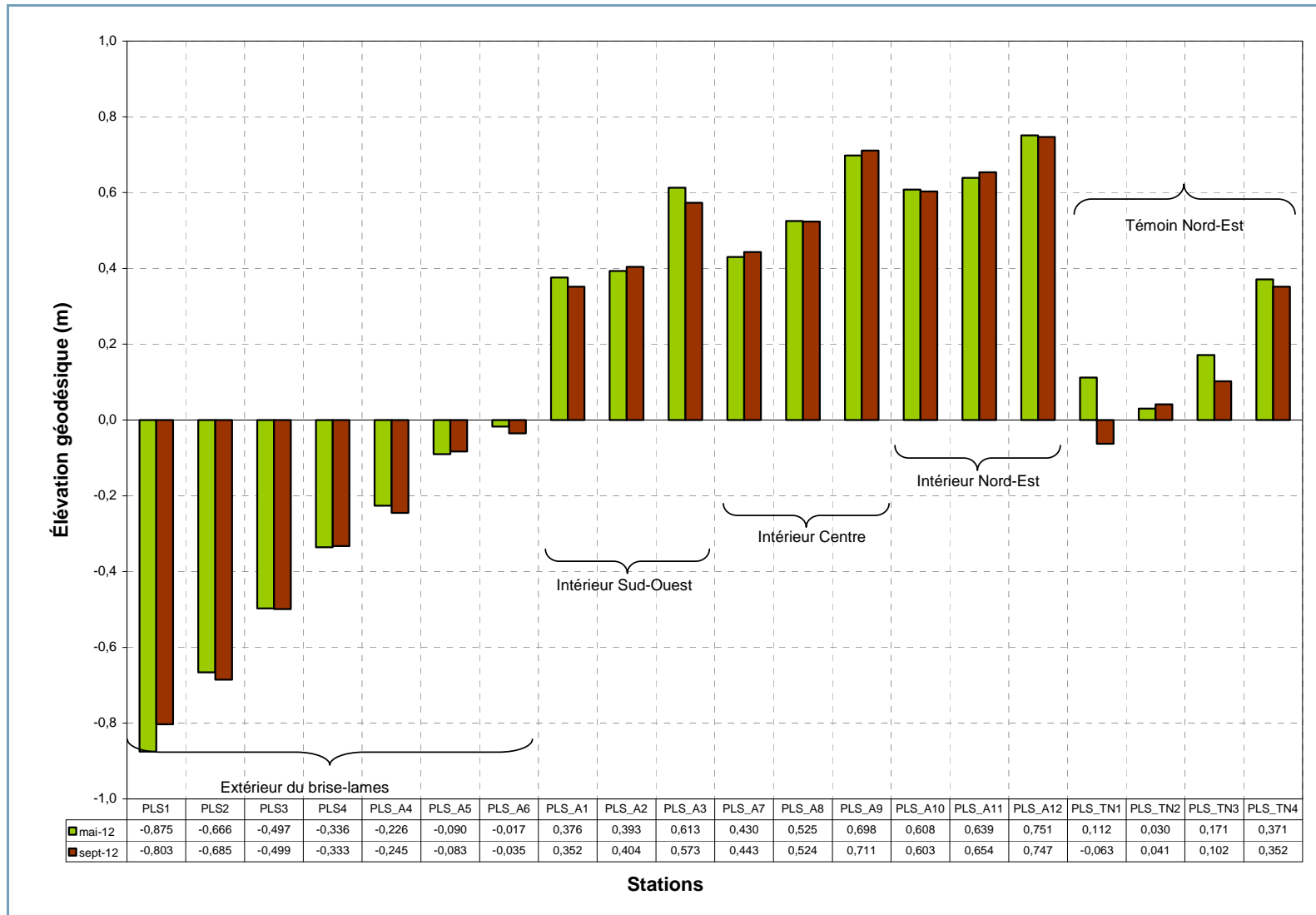


Figure 3 Élévation géodésique relevée aux plaques de sédimentation du marais de Rivière-du-Loup en 2012

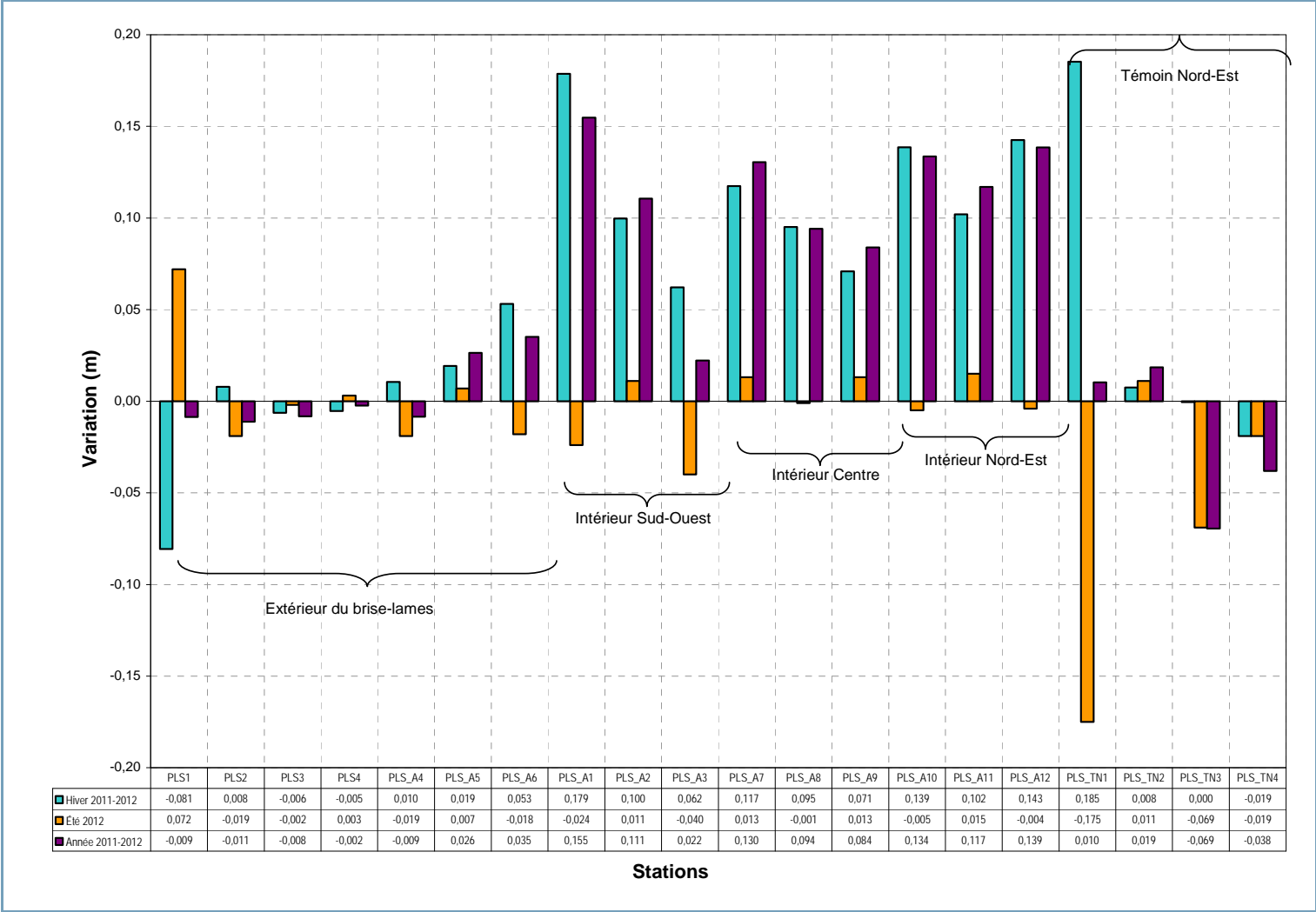


Figure 4 Variations de l'élévation de la surface des sédiments entre septembre 2011 et septembre 2012

La différence entre les relevés de septembre 2012 et novembre 2010 indique une sédimentation, pour une moyenne de près de 30 mm pour le secteur extérieur du brise-lames. Le processus de sédimentation semble plus marqué aux stations localisées le plus près de la digue (PLS-A5 et PLS-A6). L'accumulation des sédiments près de la digue, tel qu'observable sur l'image satellite de la carte 1, confirme le ralentissement des courants au pourtour de celle-ci, favorisant la sédimentation des particules fines.

Les trois secteurs à l'intérieur de la digue en enrochement subissent clairement le processus de sédimentation. En effet, l'accumulation moyenne observée depuis la construction de la digue pour ces deux secteurs est de plus de 300 mm. Ce phénomène semble plus marqué pour le secteur Nord-Est, où plus de 500 mm de sédiments se sont accumulés depuis 2010 à la station PLS-A10 (tableau 3).

Une faible érosion a été observée depuis 2010 dans la zone témoin Nord-Est. Ce phénomène est plus marqué aux stations situées plus près de la rive (PLS-TN-3 et PLS-TN4), faisant foi d'une hydrodynamique plus active à cet endroit.

## 3.3.2 Analyses en laboratoire

Les résultats des analyses effectuées en laboratoire sont présentés au tableau de l'annexe 2. Les certificats d'analyse sont également présentés à l'annexe 2.

### 3.3.2.1 Carbone organique total (COT)

Le carbone organique total désigne le total du carbone contenu dans les sédiments ayant une origine organique (résidus de matière vivante animale ou végétale).

De façon générale, les teneurs mesurées en septembre sont plus élevées que celles mesurées en mai. La station PLS-3 est celle où la plus faible teneur en COT a été observée et la station PLS-A3 est celle où la plus forte teneur en COT a été enregistrée, et ce, lors des deux campagnes de relevés de 2012.

#### Mai 2012

Les teneurs en COT mesurées en mai 2012 varient entre 0,82 % (PLS-3) et 3,49 % (PLS-A3). La teneur moyenne retrouvée pour les stations échantillonnées dans le secteur à l'extérieur de la digue en enrochement est de 1,08 %, soit la plus faible valeur moyenne. Le taux moyen de COT mesuré dans la zone sud-ouest du secteur de la digue en enrochement est de 2,57 %, soit le plus haut taux, alors que le secteur nord-est de la digue présente une teneur moyenne de 1,78 %. Finalement, le secteur témoin nord indique une concentration moyenne de 1,42 %.

## Septembre 2012

Le COT mesuré en septembre de la même année présente des teneurs variant entre 1,38 % (PLS-3) et 7,03 % (PLS-A3). La teneur moyenne retrouvée pour les stations localisées à l'extérieur de la digue en enrochement est de 2,20 %, soit la plus faible valeur moyenne. Le taux moyen de COT mesurée dans la zone sud-ouest du secteur de la digue en enrochement est de 5,34 %, soit le plus haut taux, alors que le secteur nord-est de la digue présente une teneur moyenne de 3,83 %. Finalement, le secteur témoin nord indique une concentration moyenne de 2,65 %.

### 3.3.2.2 Analyses granulométriques

Le substrat du marais de Rivière-du-Loup situé à l'intérieur du brise-lames est constitué de sédiment majoritairement fin et en voie de consolidation. Aucune particule supérieure à 2 mm (gravier) n'était présente dans les échantillons de sédiments de mai et de septembre 2012. Les résultats des analyses granulométriques sont présentés à la figure 5.

## Mai 2012

Pour ce qui est du sable grossier, la proportion la plus importante a été mesurée à la station PLS-A3 (15,4 %), alors que les plus fortes teneurs en sable fin se retrouvent aux stations PLS-1 (39,1 %) et PLS-3 (37,5 %). Ainsi, les plus fortes teneurs moyennes en particules sableuses sont retrouvées dans le secteur à l'extérieur de la digue en enrochement et dans le secteur sud-ouest à l'intérieur de celle-ci, alors que la plus faible teneur moyenne de particules de sable se retrouve dans la portion nord-est de la digue.

Le limon est le paramètre granulométrique présentant la plus forte teneur dans tous les échantillons de sédiments récoltés. En effet, les proportions varient entre 39,8 % (PLS-A3) et 61,0 % (PLS-TN2). La plus forte teneur moyenne en limon a été mesurée dans le secteur témoin nord, alors que la plus faible teneur moyenne a été répertoriée dans le secteur sud-ouest à l'intérieur de la digue en enrochement.

Finalement, dans le cas de l'argile et les colloïdes, la teneur moyenne la plus élevée se retrouve dans la zone nord-est de la digue, où la teneur maximale a été enregistrée à la station PLS-A10 (41,0 %). La proportion moyenne la plus faible a pour sa part été mesurée au secteur à l'extérieur de la digue, où la plus faible valeur pour ce paramètre se trouve à la station PLS-3 (13,7 %).

## Septembre 2012

Le patron de distribution des classes de particules est sensiblement la même en septembre qu'en mai, excepté que les proportions diffèrent un peu entre les deux campagnes de relevés.

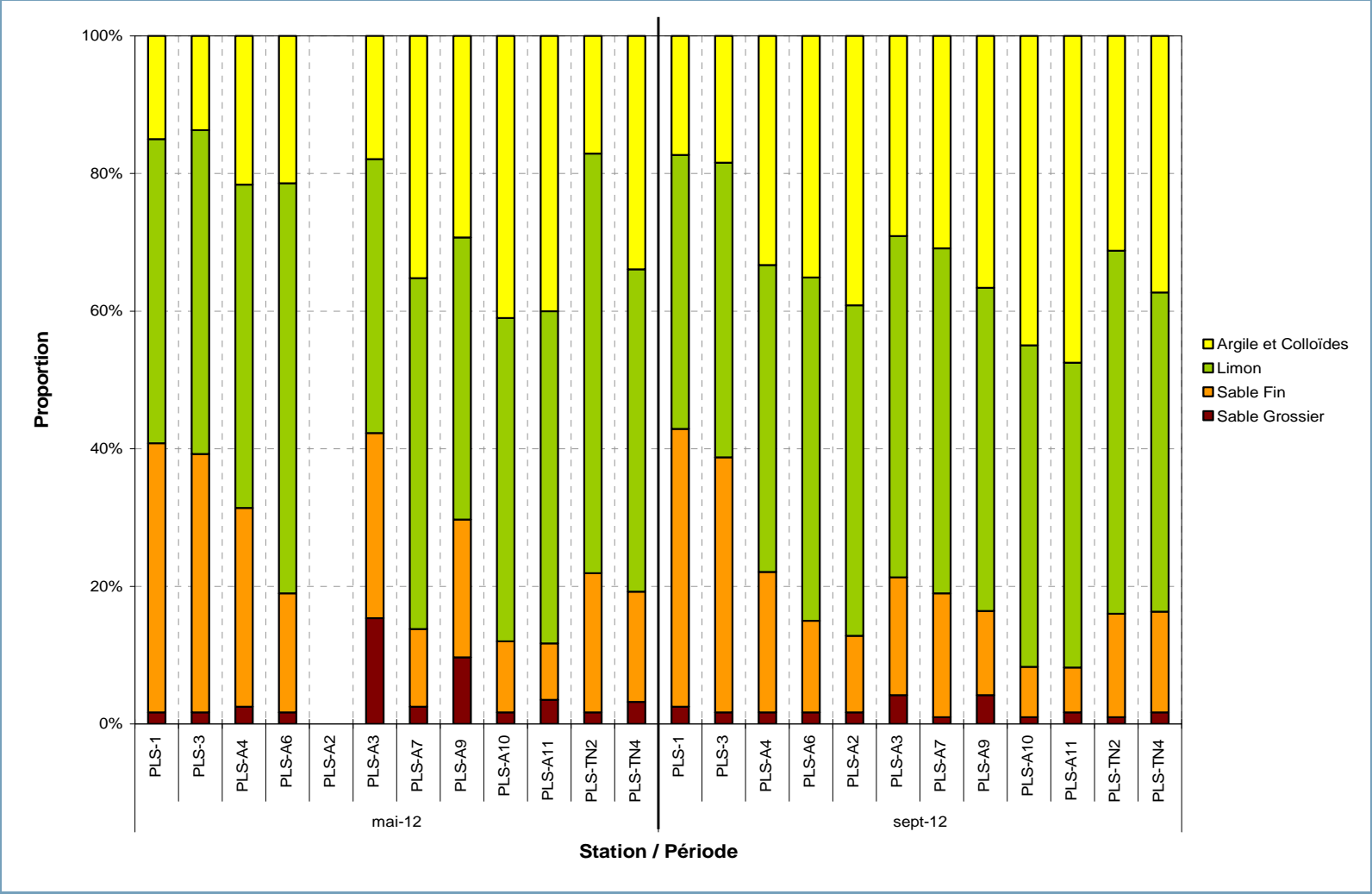


Figure 5 Granulométrie observée aux stations échantillonnées en 2012

La proportion la plus importante de sable grossier a été mesurée aux stations PLS-A3 et PLS-A9 (4,9 %), ce qui est nettement plus faible que la plus forte teneur observée en mai pour ce type de particule. Les plus fortes teneurs en sable fin se retrouvent quant à elles aux stations PLS-1 (40,4 %) et PLS-3 (37,0 %), soit les mêmes stations qu'en mai avec des proportions très similaires. Ainsi, les plus fortes teneurs moyennes en particules sableuses sont retrouvées dans le secteur au large de la digue en enrochement et dans le secteur sud-ouest à l'intérieur de celle-ci. La plus faible teneur moyenne de particules de sable se retrouve pour sa part dans la portion nord-est de la digue, tout comme observé en mai.

Le limon est le paramètre granulométrique présentant la plus forte teneur, ou une proportion très importante, dans tous les échantillons de sédiments récoltés également pour la campagne de relevés de septembre. En effet, les proportions varient entre 39,8 % (PLS-1) et 25,8 % (PLS-TN2). La plus forte teneur moyenne en limon a également été mesurée dans le secteur témoin nord en septembre, alors que la plus faible teneur moyenne a été répertoriée dans le secteur au large de la digue en enrochement.

Finalement, la teneur moyenne en argile et colloïdes la plus élevée a été mesurée dans la zone nord-est de la digue, où la teneur maximale atteint 47,5 % à la station PLS-A11. La proportion moyenne la plus faible a également été mesurée au secteur à l'extérieur de la digue en septembre, où la plus faible valeur pour ce paramètre a été observée à la station PLS-1 (17,3 %).

## 3.4 VÉGÉTATION

Les travaux de plantation de spartine et de végétalisation de la rive ayant été reportés au printemps 2013, aucun suivi de la végétation n'a pu être effectué en 2012. Le suivi des travaux de plantation sera donc effectué à partir de l'automne 2013. Toutefois, la reprise de la spartine à l'intérieur de la digue en enrochement a fait l'objet d'un suivi visuel. Les photos 17, 18 et 20 de l'annexe 1 permettent de visualiser les observations effectuées lors des relevés.

### 3.4.1 Spartine

Les observations effectuées lors des relevés du 8 mai et du 19 septembre 2012 renseignent sur l'absence du marais au nord-ouest de la digue en enrochement. Cette zone s'étend sur plus de 100 m vers le sud-ouest de la digue. Les visites sur le site à l'étude ont permis d'identifier les endroits où de plus denses recouvrements de spartines alterniflores sont localisés dans le marais de Rivière-du-Loup. Ceux-ci sont situés vers le haut de plage et s'étendent sur environ 100 m et moins depuis le talus vers le large, dans le secteur situé au sud-ouest de la zone des travaux. Toutefois, seules les bases des tiges de l'année précédente étaient visibles en mai, tel que démontré sur la photo A. Également, plusieurs plaques de végétation avaient alors été emportées par les glaces vers le large, jusqu'à environ 400 m de la rive.

Photo A Vestiges de spartine de l'année précédente, 8 mai 2012



De récentes observations à l'intérieur de la digue montrent une reprise lente et naturelle de la spartine à cet endroit, tel qu'illustré sur la photo B, prise par le MTQ en date du 5 septembre 2012. Une description plus détaillée de la reprise végétale à l'intérieur de la digue en enrochement est présentée dans les paragraphes suivants.

### **Intérieur Nord-Est**

Des colonies isolées de spartine alterniflore de 1,5 m X 1,5 m de dimension sont présentes le long de la plage. D'autres plus petites colonies se dispersent le long des roches du brise-lames. Quelques tiges isolées ont été observées à l'intérieur du bassin, mais aucune tige n'était présente le long de la digue transversale.

### **Intérieur Centre et Sud-Ouest**

Des colonies de spartine alterniflore sont également observées dans ce bassin le long de la plage, avec une accumulation de débris végétaux. Quelques petites colonies de spartine alterniflore sont dispersées le long des roches du brise-lames et quelques tiges isolées se retrouvent également dans une bande d'environ 10 m du brise-lames. Le marais débute dans le secteur du bras surbaissé du brise-lame et s'avance dans l'estran sur environ 40 m. À l'intérieur de ce bassin, le marais semble établi sur quelque 50 m à partir du prolongement vers la côte de ce bras surbaissé, comme démontré sur la photo C. Des rigoles ou chenaux d'écoulement se sont formés au centre de ce bassin.

Photo B Reprise naturelle de la végétation à l'intérieur de la digue en enrochement, secteur intérieur Nord-Est, 5 septembre 2012



Photo C Reprise naturelle du marais à l'intérieur de la digue en enrochement, secteur intérieur Sud-Ouest, 5 septembre 2012



### 3.4.2 Stabilité du talus

En date du 8 mai 2012, la végétation aux abords de l'autoroute 20 depuis le secteur des travaux en direction de la zone témoin Nord était parfois inexistante. Quelques talles de phragmites étaient présentes ainsi que quelques arbres (épinettes blanches, peupliers faux-trembles). Sur le haut du talus, la spartine pectinée était présente également. Cependant, la strate herbacée était presque inexistante dans l'emprise de l'autoroute 20, sur presque toute la longueur des travaux de stabilisation de la rive qui ont été effectués dans la zone d'étude. Il faut toutefois noter que la période de l'année où ont été effectuées ces observations n'est pas la plus propice pour l'identification de végétaux.

À l'extérieur des travaux de stabilisation effectués dans la zone des travaux, le talus situé entre le marais inférieur et le marais supérieur montrait également des signes d'érosion importante, tel que démontré sur la photo D. Il est possible d'y voir les aménagements de stabilisation de la rive effectués en 2010 dans la portion droite de la photo.

Photo D Érosion du talus, 8 mai 2012.



## 4 CONCLUSION

La digue en enrochement ne montre aucun signe évident de dégradation, d'autant plus que des colonies d'algues la colonisent durant la saison estivale. Cette structure semble être stable car les élévations enregistrées en 2012 sont similaires à celles mesurées à la suite des travaux de construction, selon les plans « Tel que construit » de janvier 2011.

Les différents relevés effectués dans le marais de Rivière-du-Loup permettent d'affirmer que la digue en enrochement favorise l'accumulation de sédiment entre la rive et celle-ci. En effet, le taux moyen d'accumulation de sédiments observé à cet endroit est de 110 mm lors de la dernière année et de plus de 300 mm depuis la construction de la digue, soit entre 2010 et 2012. Le plus haut taux de sédimentation a été observé à la station PLS-A10 et il est 516 mm en deux ans. La station PLS-A3 semble située à un endroit plus exposé aux courants. Le taux de sédimentation en deux ans est le plus faible à cet endroit (170 mm) et une érosion a même été mesurée lors de période estivale de la dernière année (-40 mm). De plus, la proportion de sable grossier est la plus importante à cet endroit, signe que l'influence des courants y est plus importante.

De plus, mentionnons la reprise naturelle de la spartine alterniflore à l'intérieur de la digue en enrochement, tel qu'il a été observé en septembre 2012. En effet, la reprise de la végétation s'effectue de manière plus prononcée le long de la plage et des roches du brise-lames, où l'accumulation de sédiments est plus importante. De plus, des rigoles ou chenaux d'écoulement se forment au centre du bassin intérieur sud-ouest.

**Annexe 1 Rapport photographique**

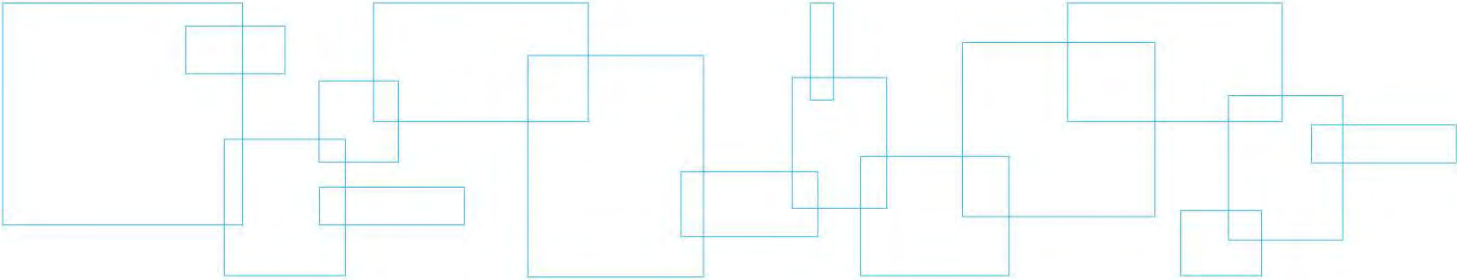




Photo 1 : Vue du côté nord-est de la digue transversale, 20 avril 2012



Photo 2 : Vue du côté sud-ouest de la digue transversale, 20 avril 2012



Photo 3 : Vue vers le nord-est et l'intérieur de la digue parallèle à la rive, 20 avril 2012



Photo 4 : Vue vers le nord-est et l'extérieur de la digue parallèle à la rive, 20 avril 2012



Photo 5 : Vue vers le sud-ouest et l'intérieur de la digue parallèle à la rive, 20 avril 2012



Photo 6 : Vue vers le sud-ouest et l'extérieur de la digue parallèle à la rive, 20 avril 2012



Photo 7 : Vue du côté extérieur de la digue parallèle à la rive, depuis l'extrémité sud-ouest en direction nord-est, 20 avril 2012



Photo 8 : Vue de l'ailette de l'extrémité sud-ouest de la digue parallèle à la rive, 20 avril 2012



Photo 9 : Vue de l'extérieur de la digue parallèle à la rive, 8 mai 2012



Photo 10 : Vue de l'extérieur de la digue parallèle à la rive avec la végétation (algues) fixée aux roches, 19 septembre 2012



Photo 11 : Vue rapprochée des algues fixées aux roches de la digue : *Ulothrix flacca* (Chlorophycée) et *Porphyra umbilicalis* (Rhodophycée), 19 septembre 2012



Photo 12 : Vue rapprochée d'une cuvette à même une roche de la digue où s'est établie l'algue *U. flacca*, 19 septembre 2012

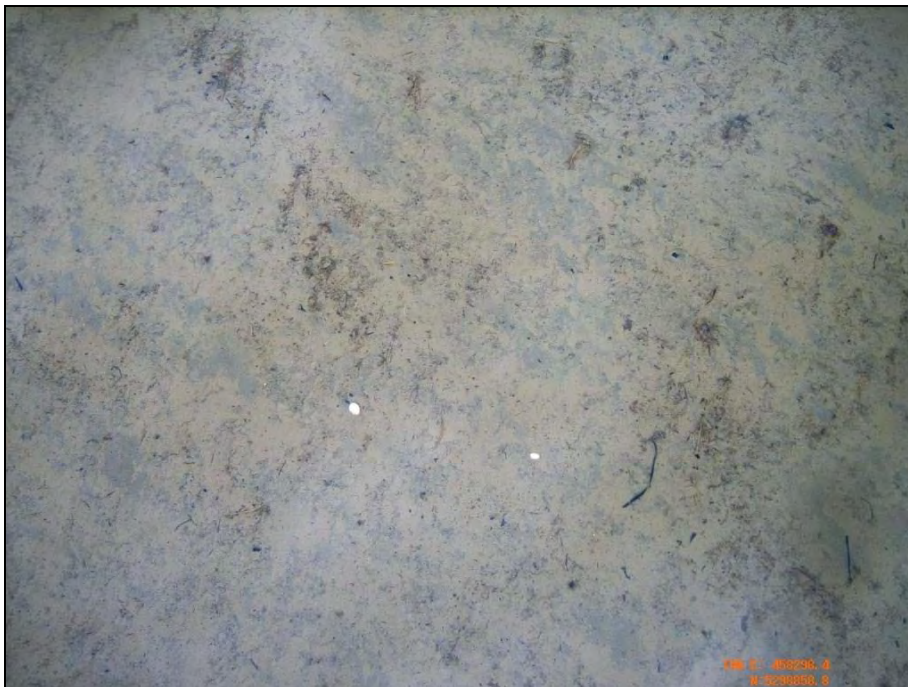


Photo 13 : Aspect visuel de la surface des sédiments dans le marais de Rivière-du-Loup à marée basse, 8 mai 2012



Photo 14 : Travaux d'échantillonnage des sédiments dans le marais de Rivière-du-Loup, 8 mai 2012.



Photo 15 : Vue d'une plaque à sédiments non recouverte du secteur témoin nord, 8 mai 2012



Photo 16 : Vue d'une plaque à sédiments légèrement enfouie du secteur situé à l'extérieur de la digue en enrochement, 8 mai 2012



Photo 17 : Plaque de spartine de l'année précédente transportée par les glaces dans le marais de Rivière-du-Loup, 8 mai 2012



Photo 18 : Reprise naturelle de la végétation (*spartine alterniflore*) à l'intérieur de la digue en enrochement, 5 septembre 2012

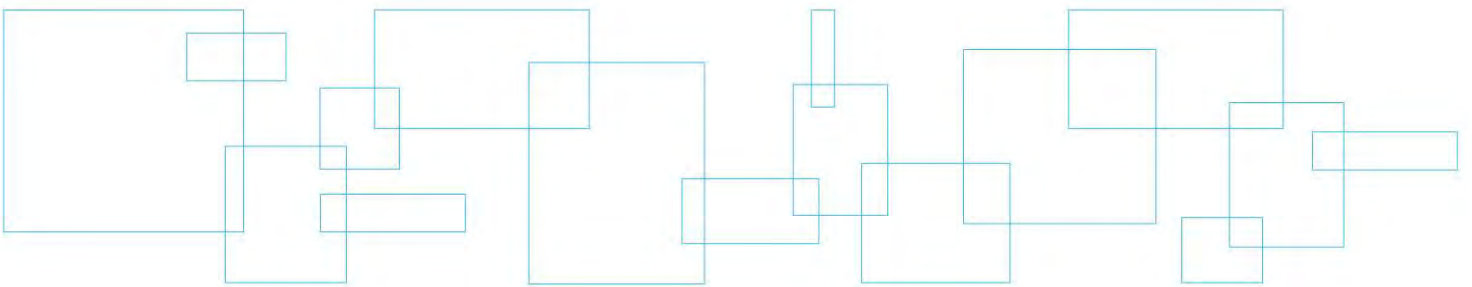


Photo 19 : Vue du chenal apparent à marée basse à l'intérieur de la digue en enrochement, 19 septembre 2012



Photo 20 : Vue du talus en érosion en bordure de l'autoroute 20, 8 mai 2012.

## **Annexe 2 Résultats d'analyses en laboratoire sur les sédiments**



Résultats des analyses effectuées en laboratoire sur les échantillons de sédiments prélevés en mai et septembre 2012 au marais de Rivière-du-Loup

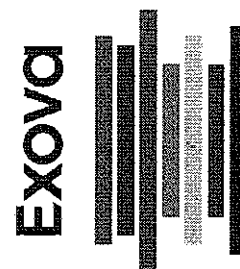
MAI 2012		UNITÉS	PLS-1	PLS-3	PLS-A4	PLS-A6	PLS-A2	PLS-A3	PLS-A7	PLS-A9	PLS-A10	PLS-A11	PLS-TN2	PLS-TN4
<b>Carbone organique total (COT)</b>		% C	1,13	0,82	1,04	1,31	-	3,49	1,33	2,88	1,91	1,64	1,59	1,25
<b>Granulométrie</b>	Gravier (> 2 mm)	%	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sable grossier (< 2 mm et > 0,2 mm)	%	1,7	1,7	2,5	1,7	-	15,4	2,5	9,7	1,7	3,5	1,7	3,2
	Sable fin (< 0,2 mm et > 0,06 mm)	%	39,1	37,5	28,9	17,3	-	26,9	11,3	20,0	10,3	8,2	20,2	16,0
	Limon (<0,06 mm et > 0,004)	%	44,2	47,0	47,0	59,6	-	39,8	51,0	41,0	47,0	48,3	61,0	46,8
	Argile et colloïdes (< 0,004 mm)	%	15,0	13,7	21,6	21,4	-	17,9	35,2	29,3	41,0	40,0	17,1	33,9
<b>Commentaires</b>			Présence de matières organiques et de coquillages	Présence de matières organiques et de coquillages	Présence de matières organiques et de coquillages	Présence de matières organiques		Présence de matières organiques et de coquillages	Présence de matières organiques	Présence de matières organiques	Présence de matières organiques	Présence de matières organiques et de coquillages	Présence de matières organiques	Présence de matières organiques et de coquillages
SEPTEMBRE 2012		UNITÉS	PLS-1	PLS-3	PLS-A4	PLS-A6	PLS-A2	PLS-A3	PLS-A7	PLS-A9	PLS-A10	PLS-A11	PLS-TN2	PLS-TN4
<b>Carbone organique total (COT)</b>		% C	1,70	1,38	2,8	2,9	3,74	7,03	3,90	6,69	3,58	4,07	2,39	2,85
<b>Granulométrie</b>	Gravier (> 2 mm)	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sable grossier (< 2 mm et > 0,2 mm)	%	2,5	1,7	1,7	1,7	1,7	4,2	1,0	4,2	1,0	1,7	1,0	1,7
	Sable fin (< 0,2 mm et > 0,06 mm)	%	40,4	37,0	20,4	13,3	11,1	17,1	18,0	12,2	7,3	6,5	15,0	14,6
	Limon (<0,06 mm et > 0,004)	%	39,8	42,8	44,6	49,9	48,0	49,6	50,2	47,0	46,8	44,3	52,8	46,4
	Argile et colloïdes (< 0,004 mm)	%	17,3	18,4	33,3	35,1	39,1	29,1	30,9	36,6	45,0	47,5	31,2	37,3
<b>Commentaires</b>			Présence de coquillages	-	Présence de coquillage et de matières organiques	-	Présence de matières organiques	-	-	Présence de matières organiques	-	Présence de matières organiques	-	-

Exova  
237 rue de Liverpool  
Saint-Augustin-de-Desmaures  
Québec  
Canada  
G3A 2C8

Sans frais: +1 (866) 365-2310  
T: +1 (418) 871-8722  
F: +1 (418) 871-9556  
C: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca

Exova  
121 Boulevard Hymus  
Pointe-Claire  
Québec  
Canada  
H9R 1E6

T: +1 (514) 697-3273  
F: +1 (514) 697-2090  
E: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca



## Certificat d'analyses

Numéro de demande d'analyse: **12-502921**



Demande d'analyse reçue le: 2012-09-20

Date d'émission du certificat: 2012-10-04

Numéro de version du certificat: 1

- Certificat d'analyse officiel  
 Certificat d'analyse préliminaire

## Requérant

### DESSAU (Québec)

1260, boul. Lebourgneuf, B.400  
Québec, Québec, Canada  
G2K2G2  
Téléphone : (418) 626-1688  
Télécopieur : (418) 626-5464

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
230693	P-0000640-210	Mme Marie-Hélène Michaud

## Commentaires

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

NA : Information non-fournie et/ou non-applicable

AVIS DE CONFIDENTIALITÉ : Ce document est à l'usage exclusif du requérant ci-dessus et est confidentiel. Si vous n'êtes pas le destinataire, soyez avisé que tout usage, reproduction, ou distribution de ce document est strictement interdit. Si vous avez reçu ce document par erreur, veuillez nous en informer immédiatement. / CONFIDENTIALITY NOTICE : This document is intended for the addressee only and is considered confidential. If you are not the addressee, you are hereby notified that any use, reproduction or distribution of this document is strictly prohibited. If you have received this document by error, please notify us immediately.

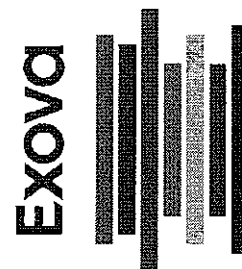


Exova  
237 rue de Liverpool  
Saint-Augustin-de-Desmaures  
Québec  
Canada  
G3A 2C8

Sans frais: +1 (866) 365-2310  
T: +1 (418) 871-8722  
F: +1 (418) 871-9556  
C: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca

Exova  
121 Boulevard Hymus  
Pointe-Claire  
Québec  
Canada  
H9R 1E6

T: +1 (514) 697-3273  
F: +1 (514) 697-2090  
E: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca



## Certificat d'analyses

Client: **DESSAU (Québec)**

Numéro de demande: **12-502921**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
230693	P-0000640-210	Mme Marie-Hélène Michaud

### Échantillon(s)

No Labo.	2212071	2212072	2212073	2212074
Votre Référence	PLS-1	PLS-3	PLS-A2	PLS-A3
Matrice	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment
Prélevé par	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC
Lieu de prélèvement	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup
Prélevé le	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19
Reçu Labo	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20

### Paramètre(s)

Méthode  
Référence

#### Granulométrie (sous-traité)

Analyse effectuée en sous-traitance

Préparation	-	-	-	-
Analyse	-	-	-	-
No. séquence	NA	NA	NA	NA
	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe

#### Sédimentométrie (sous-traité)

Analyse effectuée en sous-traitance

Préparation	-	-	-	-
Analyse	-	-	-	-
No. séquence	NA	NA	NA	NA
	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe

#### Sédimentométrie

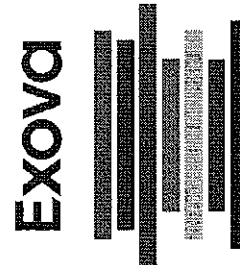


Exova  
237 rue de Liverpool  
Saint-Augustin-de-Desmaures  
Québec  
Canada  
G3A 2C8

Sans frais: +1 (866) 365-2310  
T: +1 (418) 871-8722  
F: +1 (418) 871-9556  
C: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca

Exova  
121 Boulevard Hymus  
Pointe-Claire  
Québec  
Canada  
H9R 1E6

T: +1 (514) 697-3273  
F: +1 (514) 697-2090  
E: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca



## Certificat d'analyses

Client: **DESSAU (Québec)**

Numéro de demande: **12-502921**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
230693	P-0000640-210	Mme Marie-Hélène Michaud

### Échantillon(s)

No Labo.	2212075	2212076	2212077	2212078
Votre Référence	PLS-A4	PLS-A6	PLS-A7	PLS-A9
Matrice	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment
Prélevé par	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC
Lieu de prélèvement	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup
Prélevé le	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19
Reçu Labo	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20

### Paramètre(s)

Méthode

Référence

#### Granulométrie (sous-traité)

Analyse effectuée en sous-traitance

Préparation	-	-	-	-
Analyse	-	-	-	-
No. séquence	NA	NA	NA	NA
	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe

#### Sédimentométrie (sous-traité)

Analyse effectuée en sous-traitance

Préparation	-	-	-	-
Analyse	-	-	-	-
No. séquence	NA	NA	NA	NA
	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe

Sédimentométrie

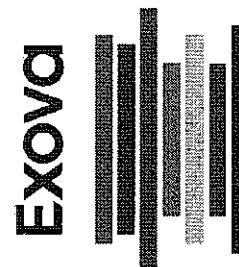


Exova  
237 rue de Liverpool  
Saint-Augustin-de-Desmaures  
Québec  
Canada  
G3A 2C8

Sans frais: +1 (866) 365-2310  
T: +1 (418) 871-8722  
F: +1 (418) 871-9556  
C: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca

Exova  
121 Boulevard Hymus  
Pointe-Claire  
Québec  
Canada  
H9R 1E6

T: +1 (514) 697-3273  
F: +1 (514) 697-2090  
E: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca



## Certificat d'analyses

Client: **DESSAU (Québec)** Numéro de demande: **12-502921**

<b>Bon de commande</b>	<b>Votre Projet</b>	<b>Chargé de Projet</b>
<b>230693</b>	<b>P-0000640-210</b>	<b>Mme Marie-Hélène Michaud</b>

No Labo.	Échantillon(s)			
	2212079	2212080	2212081	2212082
Votre Référence	PLS-A10	PLS-A11	PLS-TN2	PLS-TN4
Matrice	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment
Prélevé par	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC
Lieu de prélèvement	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup
Prélevé le	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19
Reçu Labo	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20

Paramètre(s)				
Méthode				
Référence				
<b>Granulométrie (sous-traité)</b>	Préparation	-	-	-
Analyse effectuée en sous-traitance	Analyse	-	-	-
	No. séquence	NA	NA	NA
Granulométrie		Annexe	Annexe	Annexe
<b>Sédimentométrie (sous-traité)</b>	Préparation	-	-	-
Analyse effectuée en sous-traitance	Analyse	-	-	-
	No. séquence	NA	NA	NA
Sédimentométrie		Annexe	Annexe	Annexe

Note 1 : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour les analyses réalisées au site de Saint-Augustin-de-Desmaures.

*Catherine Blais*

Catherine Blais, chimiste

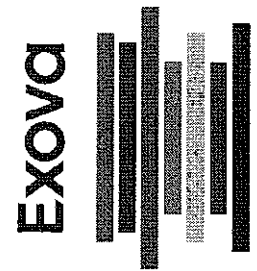


Exova  
237 rue de Liverpool  
Saint-Augustin-de-Desmaures  
Québec  
Canada  
G3A 2C8

Sans frais: +1 (866) 365-2310  
T: +1 (418) 871-8722  
F: +1 (418) 871-9556  
C: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca

Exova  
121 Boulevard Hymus  
Pointe-Claire  
Québec  
Canada  
H9R 1E6

T: +1 (514) 697-3273  
F: +1 (514) 697-2090  
E: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca



## Certificat d'analyses

Client: **DESSAU (Québec)**

Numéro de demande:

**12-502921**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
230693	P-0000640-210	Mme Marie-Hélène Michaud

	Échantillon(s)				
	No Labo.	2212071	2212072	2212073	2212074
Votre Référence	PLS-1	PLS-3	PLS-A2	PLS-A3	
Matrice	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment
Prélevé par	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC
Lieu de prélèvement	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup
Prélevé le	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19
Reçu Labo	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20
<b>Paramètre(s)</b>					
Méthode					
Référence					
<b>Carbone organique total par titrage</b>	Préparation	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26
Carbone organique total dans les solides. Dosage par titrage. E-A-EN-EN-CHI-PC-MD033 (MA 405-C 1.0)	Analyse	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26
	No. séquence	402378	402378	402378	402378
Carbone organique total	%	1.70	1.38	3.74	7.03
Matière organique par oxydation chimique	%	2.93	2.38	6.45	12.1
<b>Humidité (pour calcul)</b>	Préparation	2012-09-24	2012-09-24	2012-09-24	2012-09-24
Humidité (gravimétrie) E-A-EN-EN-SA-PC-SOP004	Analyse	2012-09-25	2012-09-25	2012-09-25	2012-09-25
	No. séquence	402028	402028	402028	402028
Humidité	%	39.0	41.1	59.0	63.6

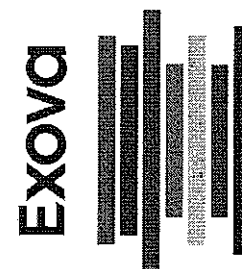


Exova  
237 rue de Liverpool  
Saint-Augustin-de-Desmaures  
Québec  
Canada  
G3A 2C8

Sans frais: +1 (866) 365-2310  
T: +1 (418) 871-8722  
F: +1 (418) 871-9556  
C: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca

Exova  
121 Boulevard Hymus  
Pointe-Claire  
Québec  
Canada  
H9R 1E6

T: +1 (514) 697-3273  
F: +1 (514) 697-2090  
E: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca



## Certificat d'analyses

Client: **DESSAU (Québec)**

Numéro de demande:

**12-502921**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
230693	P-0000640-210	Mme Marie-Hélène Michaud

Paramètre(s)	No Labo.	Échantillon(s)			
		2212075	2212076	2212077	2212078
Méthode					
Référence					
<b>Carbone organique total par titrage</b>	Préparation	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26
Carbone organique total dans les solides. Dosage par titrage. E-A-EN-EN-CHI-PC-MD033 (MA 405-C 1.0)	Analyse	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26
Carbone organique total	No. séquence	402378	402378	402378	402378
Matière organique par oxydation chimique	%	2.80	2.90	3.90	6.69
	%	4.83	5.00	6.72	11.5
<b>Humidité (pour calcul)</b>	Préparation	2012-09-24	2012-09-24	2012-09-24	2012-09-24
Humidité (gravimétrie) E-A-EN-EN-SA-PC-SOP004	Analyse	2012-09-25	2012-09-25	2012-09-25	2012-09-25
Humidité	No. séquence	402028	402028	402028	402028
	%	49.2	57.4	67.4	67.9

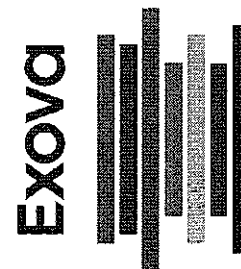


Exova  
237 rue de Liverpool  
Saint-Augustin-de-Desmaures  
Québec  
Canada  
G3A 2C8

Sans frais: +1 (866) 365-2310  
T: +1 (418) 871-8722  
F: +1 (418) 871-9556  
C: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca

Exova  
121 Boulevard Hymus  
Pointe-Claire  
Québec  
Canada  
H9R 1E6

T: +1 (514) 697-3273  
F: +1 (514) 697-2090  
E: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca



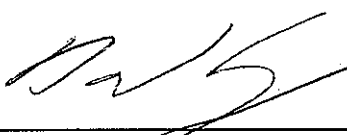

## Certificat d'analyses

Client: **DESSAU (Québec)** Numéro de demande: **12-502921**

<b>Bon de commande</b>	<b>Votre Projet</b>	<b>Chargé de Projet</b>
230693	P-0000640-210	Mme Marie-Hélène Michaud

		Échantillon(s)			
		No Labo.	2212079	2212080	2212081
Votre Référence		PLS-A10	PLS-A11	PLS-TN2	PLS-TN4
Matrice	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment
Prélevé par	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC	MHM - SC
Lieu de prélèvement	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup	Rivière-du-Loup
Prélevé le	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19	2012-09-19
Reçu Labo	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20	2012-09-20
<b>Paramètre(s)</b>					
Méthode					
Référence					
<b>Carbone organique total par titrage</b>	Préparation	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26
Carbone organique total dans les solides. Dosage par titrage.	Analyse	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26	2012-09-26
E-A-EN-EN-CH-PC-MD033 (MA 405-C 1.0)	No. séquence	402378	402378	402378	402378
Carbone organique total	%	3.58	4.07	2.39	2.85
Matière organique par oxydation chimique	%	6.17	7.02	4.12	4.91
<b>Humidité (pour calcul)</b>	Préparation	2012-09-24	2012-09-24	2012-09-24	2012-09-24
Humidité (gravimétrie)	Analyse	2012-09-25	2012-09-25	2012-09-25	2012-09-25
E-A-EN-EN-SA-PC-SOP004	No. séquence	402028	402028	402028	402028
Humidité	%	68.3	69.8	55.5	54.4

Note 1 : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour les analyses réalisées au site de Pointe-Claire.

  
  
 David Cajolet, chimiste

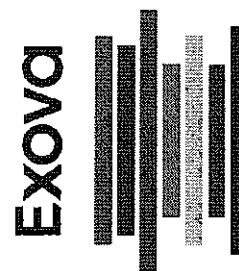


Exova  
237 rue de Liverpool  
Saint-Augustin-de-Desmaures  
Québec  
Canada  
G3A 2C8

Sans frais: +1 (866) 365-2310  
T: +1 (418) 871-8722  
F: +1 (418) 871-9556  
C: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca

Exova  
121 Boulevard Hymus  
Pointe-Claire  
Québec  
Canada  
H9R 1E6

T: +1 (514) 697-3273  
F: +1 (514) 697-2090  
E: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca



## Certificat d'analyses

Client: **DESSAU (Québec)**

Numéro de demande:

**12-502921**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
230693	P-0000640-210	Mme Marie-Hélène Michaud

### Résultats du Contrôle de Qualité (CQ)

Paramètres (No.Séquence)	Unité	LDR	Blanc	Contrôle certifié	
				Obtenu	Attendu (Intervalle)
<b>Carbone organique total par titrage</b>					
No Séquence: 402378					
Carbone organique total	%	< 0.01	< 0.01	4.21	3.52 - 5.28
Matière organique par oxydation chimique	%	< 0.01	< 0.01	NA	NA
<b>Humidité (pour calcul)</b>					
No Séquence: 402028					
Humidité	%	< 0.1	< 0.1	52.6	47.2 - 57.8

### Commentaires CQ

LDR : Limite de détection rapportée

Annexe 1 du certificat no.503904 - Page 1 de 1

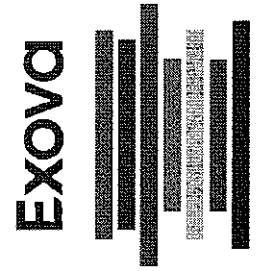
Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. La version officielle de ce certificat est protégée contre toutes modifications. Les échantillons mentionnés plus haut seront conservés pendant 30 jours à partir de la date d'émission du Certificat, à l'exception des paramètres microbiologiques ou selon les instructions écrites du client.

Exova  
237 rue de Liverpool  
Saint-Augustin-de-Desmaures  
Québec  
Canada  
G3A 2C8

Sans frais: +1 (866) 365-2310  
T: +1 (418) 871-8722  
F: +1 (418) 871-9556  
C: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca

Exova  
121 Boulevard Hymus  
Pointe-Claire  
Québec  
Canada  
H9R 1E6

T: +1 (514) 697-3273  
F: +1 (514) 697-2090  
E: ventes@exova.com  
W: www.exova.ca



## Certificat d'analyses

Client: **DESSAU (Québec)**

Numéro de demande: **12-502921**

Bon de commande	Votre Projet	Chargé de Projet
230693	P-0000640-210	Mme Marie-Hélène Michaud

### Résultats du Contrôle de Qualité (CQ) - 2e partie

Paramètres (No.Séquence)	Unité	Duplicata		Écart (%)
		Valeur 1	Valeur 2	
Humidité (pour calcul) No Séquence: 402028	(No éch)		(2212081)	
Humidité	%	55.5	54.8	1.3

**DESTINATAIRE**

**Madame Catherine Blais**  
**Exova**  
**237, rue de Liverpool**  
**Québec**  
**QC, CAN**  
**G3A 2C8**

**PROJET**

Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire

Québec

**Notre n° de dossier : P039237-0500**

**DOCUMENT(S) TRANSMIS**

Monsieur ,

Il nous fait plaisir de vous transmettre ce rapport relativement aux services rendus par LVM, pour le projet cité en titre. Les documents suivants sont joints en annexe:

Sols, gran. & autres matér.                      Rapports 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243 et 244

**REMARQUES****COPIE(S) CONFORME(S)**

Poste :                      Madame Céline Boutet, Exova (1 copie)

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de LVM.

Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport. Une partie des essais, ou la totalité, peut avoir été réalisée par des fournisseurs ou sous-traitants dûment qualifiés selon la procédure PQ-06 de notre manuel qualité.

Pour de plus amples informations, veuillez contacter Sylvie Hamel, Chef laboratoire responsable de votre projet au (418) 647-2435 Ext:231.

**Date de transmission**  
2012-10-04

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 233 BC : CT-010336  
Rév. 0  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :  
 N° d'échantillon : 233      N° d'échantillon client : 2212071      Échantillonné par : le client  
 Matériau :      Date d'échantillonnage : 2012-09-19  
 Profondeur :      Date de réception : 2012-09-24  
 Localisation : Rivière-du-Loup      Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)

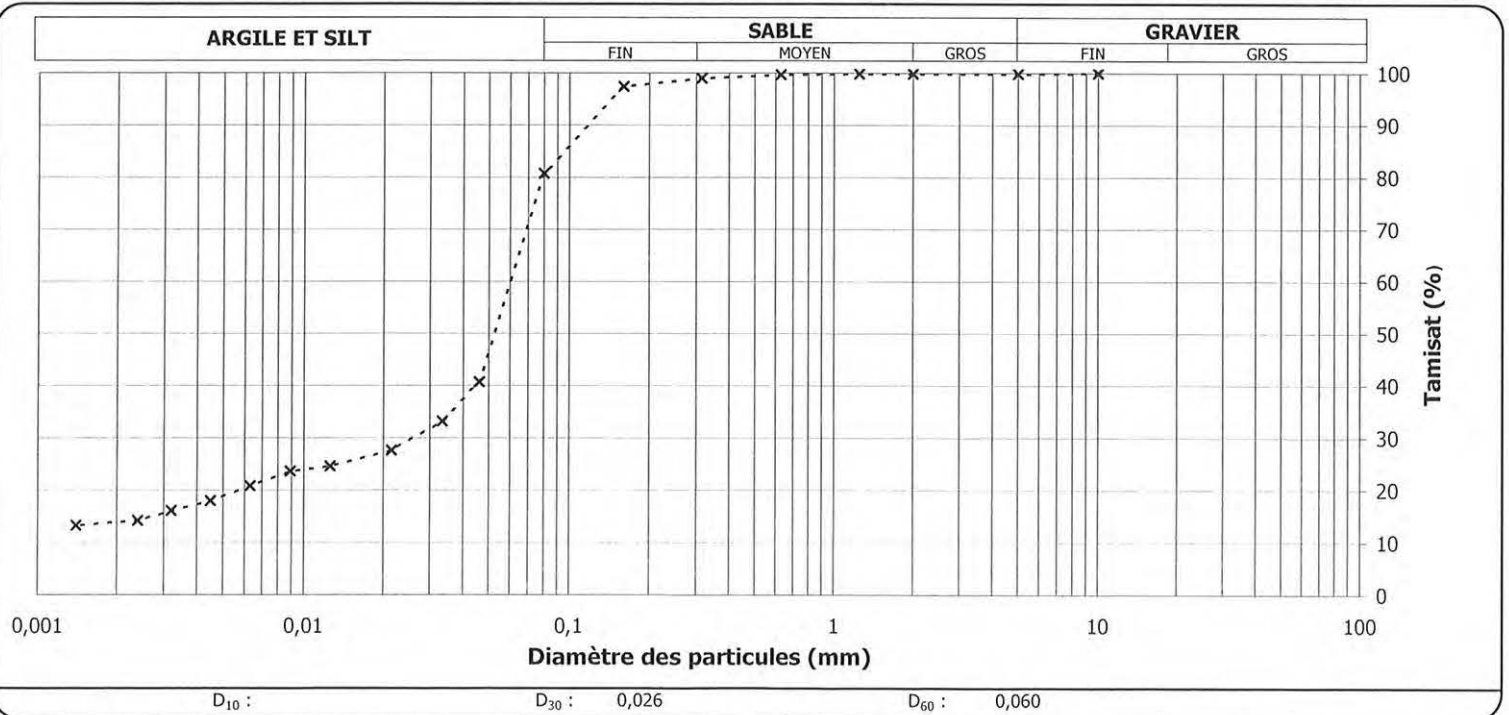
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		46,1 µm	40,7
40 mm		33,5 µm	33,2
31,5 mm		21,5 µm	27,6
20 mm		12,6 µm	24,6
14 mm		8,9 µm	23,6
10 mm	100	6,3 µm	20,8
5 mm	100	4,5 µm	18,0
2 mm	100	3,2 µm	16,1
1,25 mm	100	2,4 µm	14,2
0,630 mm	100	1,4 µm	13,3
0,315 mm	99		
0,160 mm	97		
0,080 mm	80,7		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 2,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 40,4 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 39,8 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 17,3 %. Présence de coquillages.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	19,2
Cailloux :	0,0
Silt :	66,9
Gravier :	0,1
Argile :	13,8



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 12-10-03

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 234 BC : CT-040336  
Rév. 0  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

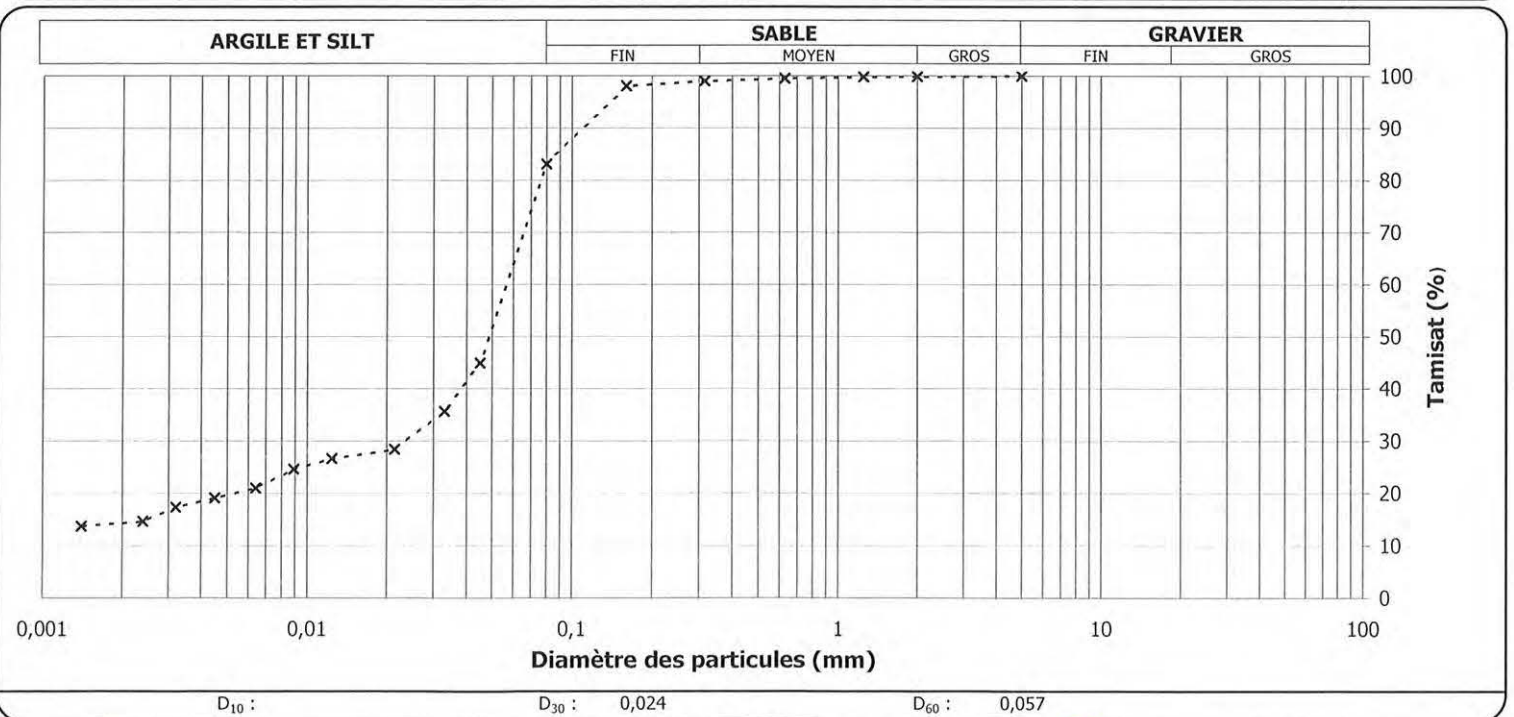
Provenance :  
 N° d'échantillon : 234      N° d'échantillon client : 2212072      Échantillonné par : le client  
 Matériau :      Date d'échantillonnage : 2012-09-19  
 Profondeur :      Date de réception : 2012-09-24  
 Localisation : Rivière-du-Loup      Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		45,1 µm	44,9
40 mm		33,0 µm	35,7
31,5 mm		21,4 µm	28,4
20 mm		12,4 µm	26,6
14 mm		8,9 µm	24,6
10 mm		6,4 µm	21,0
5 mm	100	4,5 µm	19,1
2 mm	100	3,2 µm	17,3
1,25 mm	100	2,4 µm	14,6
0,630 mm	100	1,4 µm	13,7
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	83,1		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 1,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 37,0 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 42,8 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 18,4 %.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	16,9
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	68,9
Argile :	14,2



**Préparé par :** *Sylvie Hamel*      **Date :** 2012-10-02  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*      **Date :** 12-10-03  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 235 BC : CT-040336  
Rév. 0  
**Page** 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 235      **N° d'échantillon client :** 2212073      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2012-09-19  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2012-09-24  
**Localisation :** Rivière-du-Loup      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

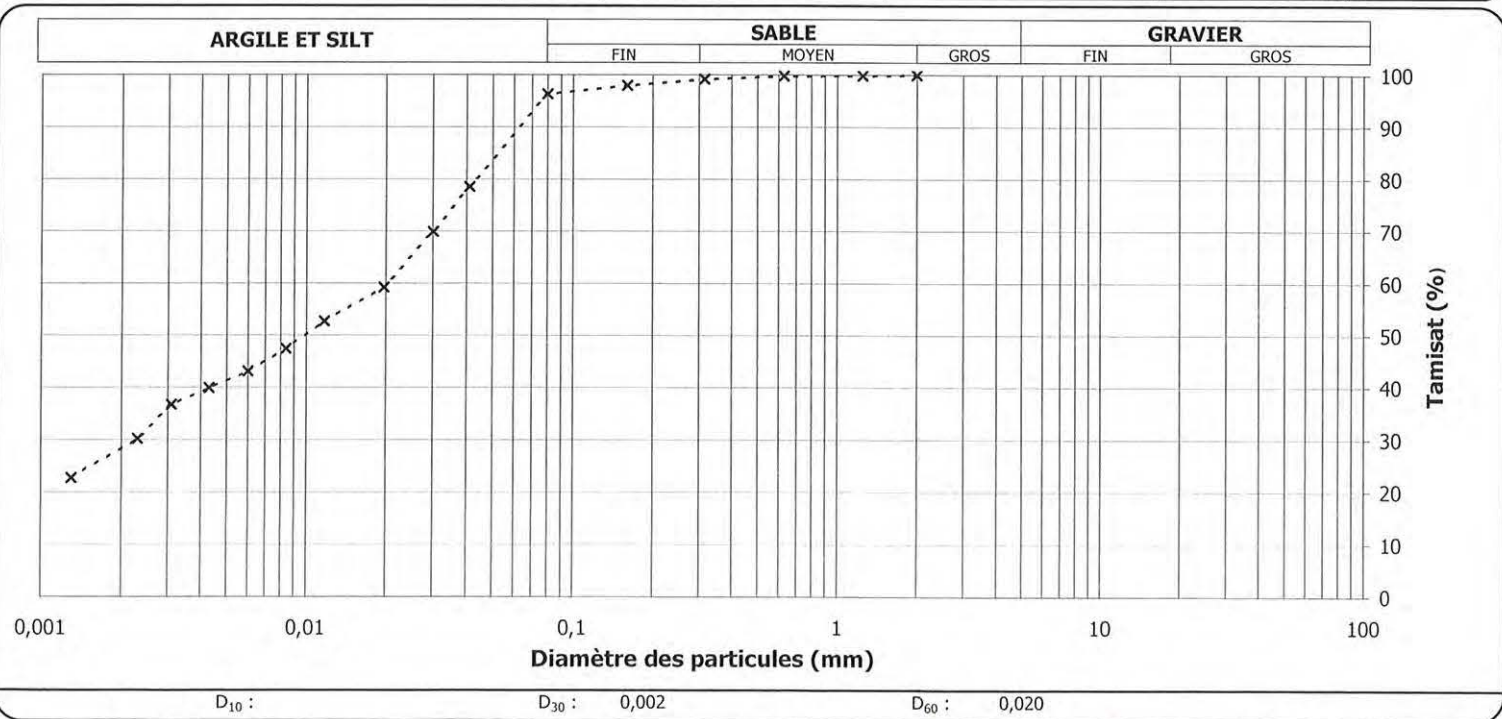
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,1 µm	78,5
40 mm		30,1 µm	69,9
31,5 mm		19,7 µm	59,2
20 mm		11,7 µm	52,7
14 mm		8,4 µm	47,4
10 mm		6,0 µm	43,1
5 mm		4,3 µm	39,9
2 mm	100	3,1 µm	36,7
1,25 mm	100	2,3 µm	30,2
0,630 mm	100	1,3 µm	22,7
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	96,3		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 1,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 11,1 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 48,0 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 39,1 %. Présence de matières organiques.

Proportion selon analyse (%)		
Sable :		3,7
Cailloux :	0,0	Silt : 68,4
Gravier :	0,0	Argile : 28,0



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 12-10-03

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 236 BC : CT-040336  
Rév. 0  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 236 **N° d'échantillon client :** 2212074 **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :** **Date d'échantillonnage :** 2012-09-19  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2012-09-24  
**Localisation :** Rivière-du-Loup **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

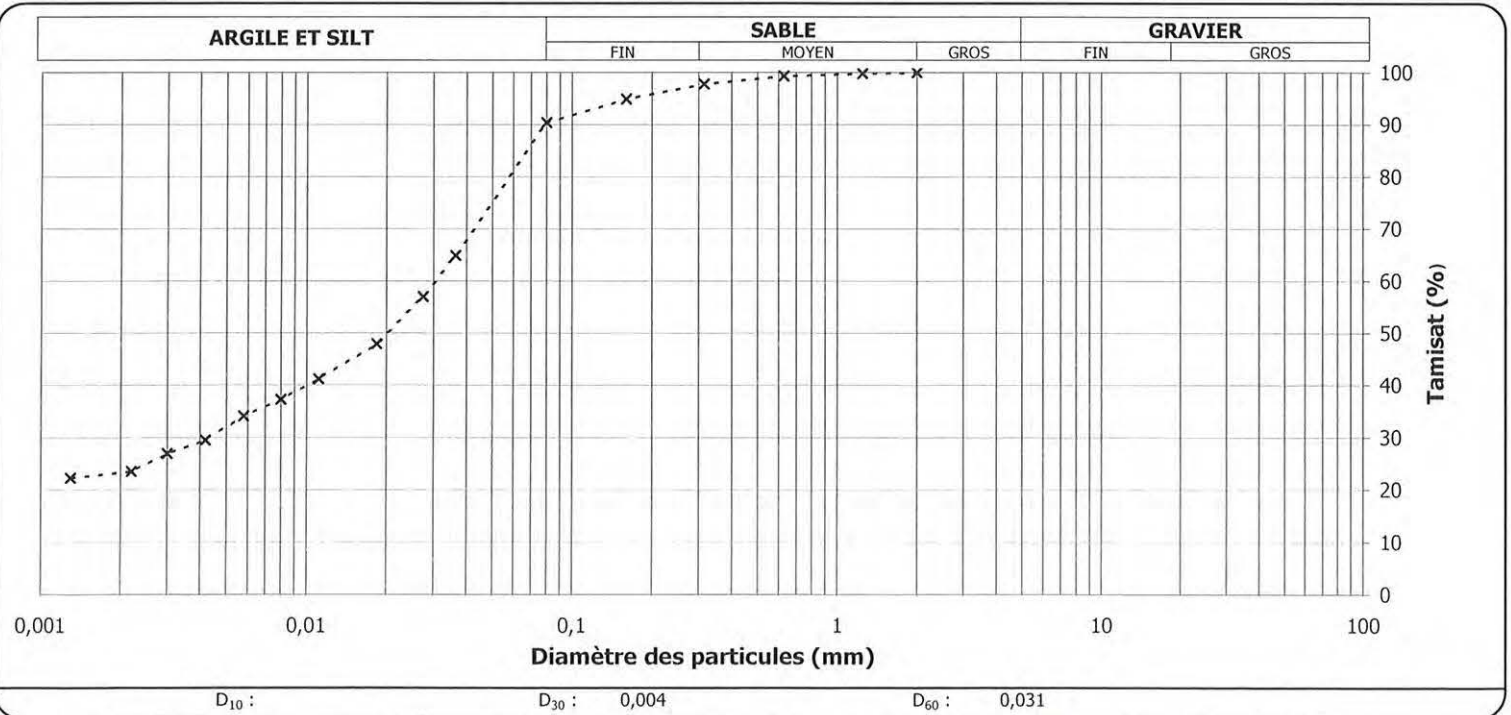
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		36,4 µm	64,9
40 mm		27,4 µm	57,0
31,5 mm		18,4 µm	47,9
20 mm		11,1 µm	41,2
14 mm		8,0 µm	37,3
10 mm		5,8 µm	34,1
5 mm		4,2 µm	29,5
2 mm	100	3,0 µm	26,9
1,25 mm	100	2,2 µm	23,5
0,630 mm	99	1,3 µm	22,3
0,315 mm	98		
0,160 mm	95		
0,080 mm	90,4		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 4,2 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 17,1 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 49,6 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 29,1 %.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	9,6
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	67,2
Argile :	23,2



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 12-10-03

<b>Client</b> : Exova	<b>Dossier</b> : P039237-0500
<b>Projet</b> : Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire	<b>Réf. client</b>
<b>Endroit</b> : Québec	<b>Rapport n°</b> : 237 <span style="float:right">Rév. 0</span>
	<b>BC : CT-040336</b> Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :	N° d'échantillon : 237	N° d'échantillon client : 2212075	Échantillonné par : le client
Matériau :		Date d'échantillonnage : 2012-09-19	
Profondeur :		Date de réception : 2012-09-24	
Localisation : Rivière-du-Loup		Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)	

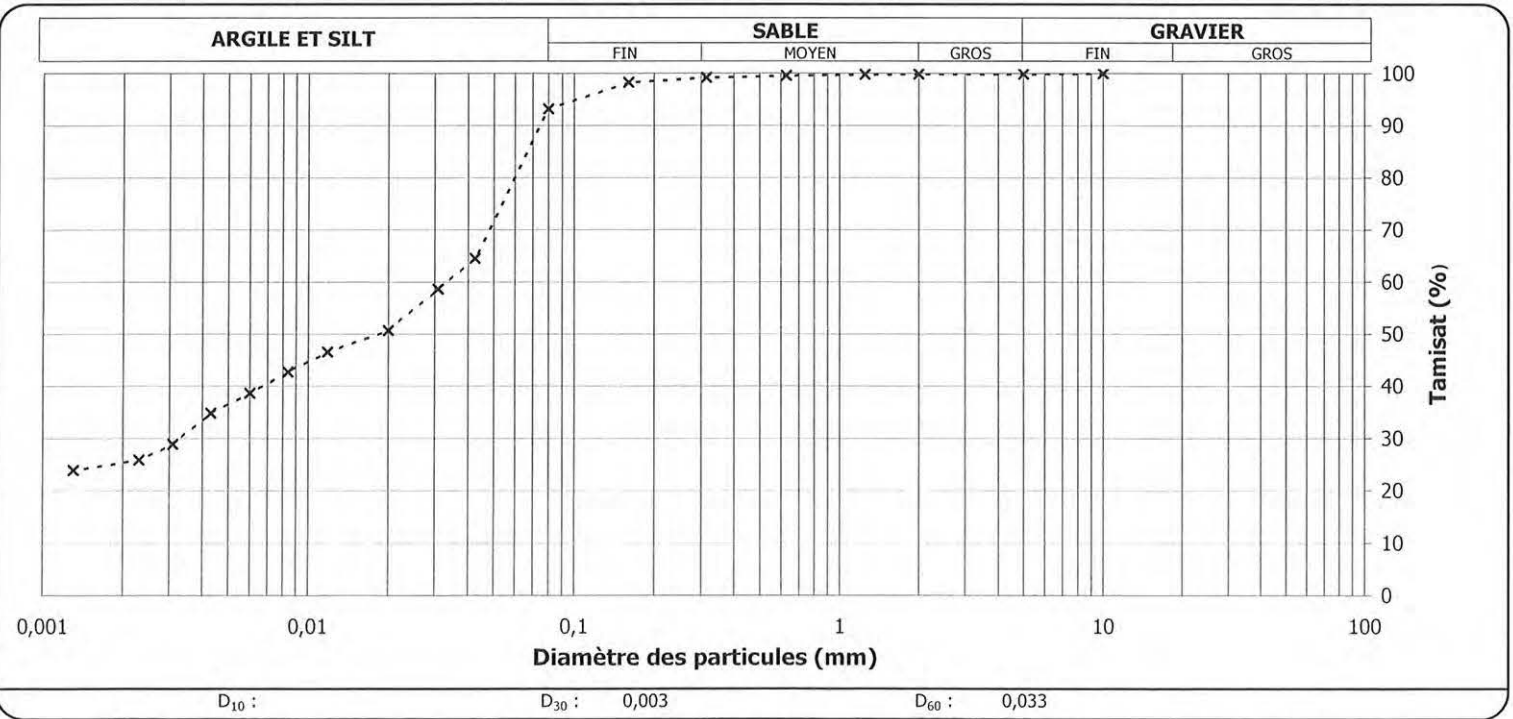
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		42,5 µm	64,5
40 mm		30,8 µm	58,6
31,5 mm		20,0 µm	50,7
20 mm		11,8 µm	46,6
14 mm		8,4 µm	42,7
10 mm	100	6,0 µm	38,7
5 mm	100	4,3 µm	34,8
2 mm	100	3,1 µm	28,9
1,25 mm	100	2,3 µm	25,9
0,630 mm	100	1,3 µm	23,9
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	93,2		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 1,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 20,4 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 44,6 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 33,3 %.Présence de coquillages et de M.O.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	6,7
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,1
Silt :	67,9
Argile :	25,3



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Date :** 12-10-03

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** BC : CT-040336  
 238 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

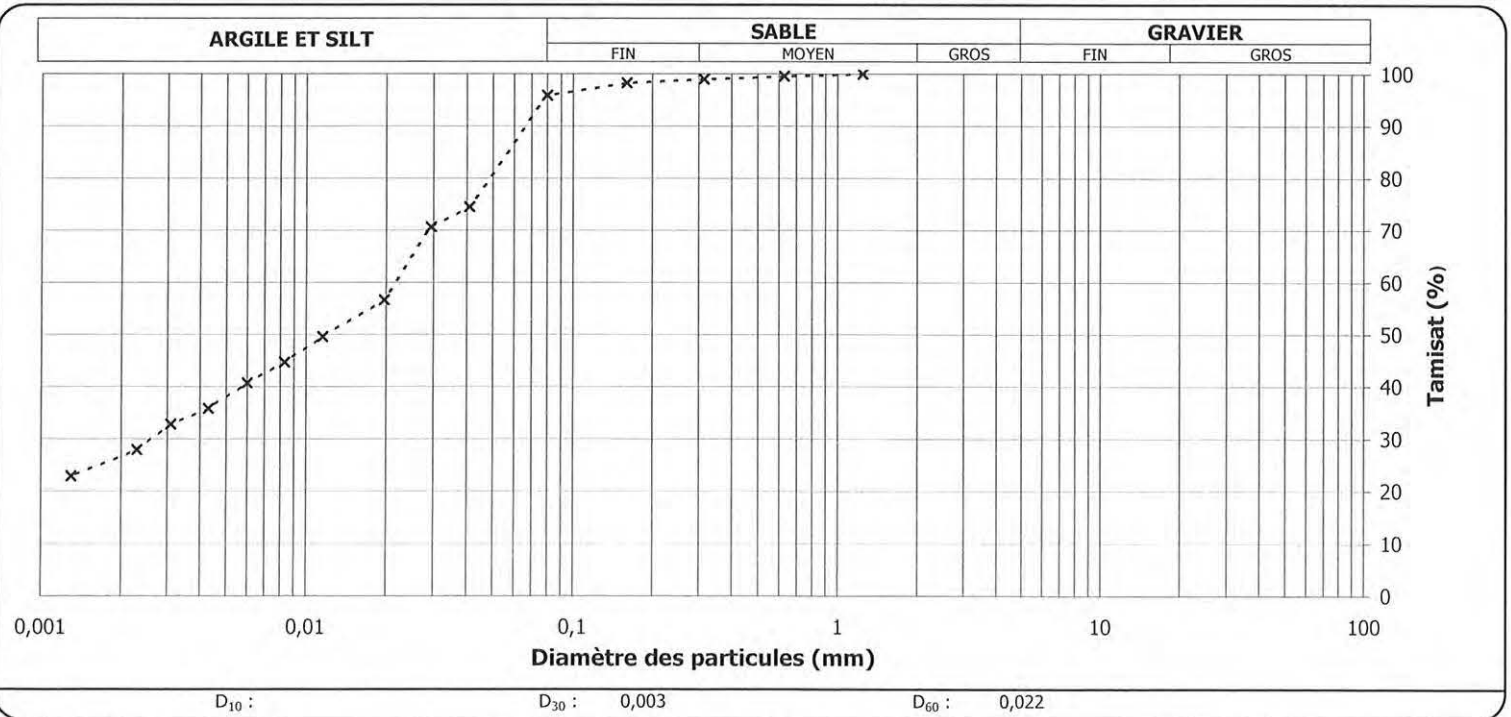
Provenance :  
 N° d'échantillon : 238 N° d'échantillon client : 2212076 Échantillonné par : le client  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2012-09-19  
 Profondeur : Date de réception : 2012-09-24  
 Localisation : Rivière-du-Loup Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		40,9 µm	74,5
40 mm		29,4 µm	70,6
31,5 mm		19,7 µm	56,6
20 mm		11,6 µm	49,6
14 mm		8,3 µm	44,7
10 mm		6,0 µm	40,7
5 mm		4,3 µm	35,8
2 mm		3,1 µm	32,8
1,25 mm	100	2,3 µm	27,9
0,630 mm	100	1,3 µm	22,9
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	95,9		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 1,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 13,3 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 49,9 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 35,1 %.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	4,1
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	69,5
Argile :	26,4



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 12-10-03

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 239 Rév. 0  
**BC : CT-040336**  
**Page 1 de 1**

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 239      **N° d'échantillon client :** 2212077      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2012-09-19  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2012-09-24  
**Localisation :** Rivière-du-Loup      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

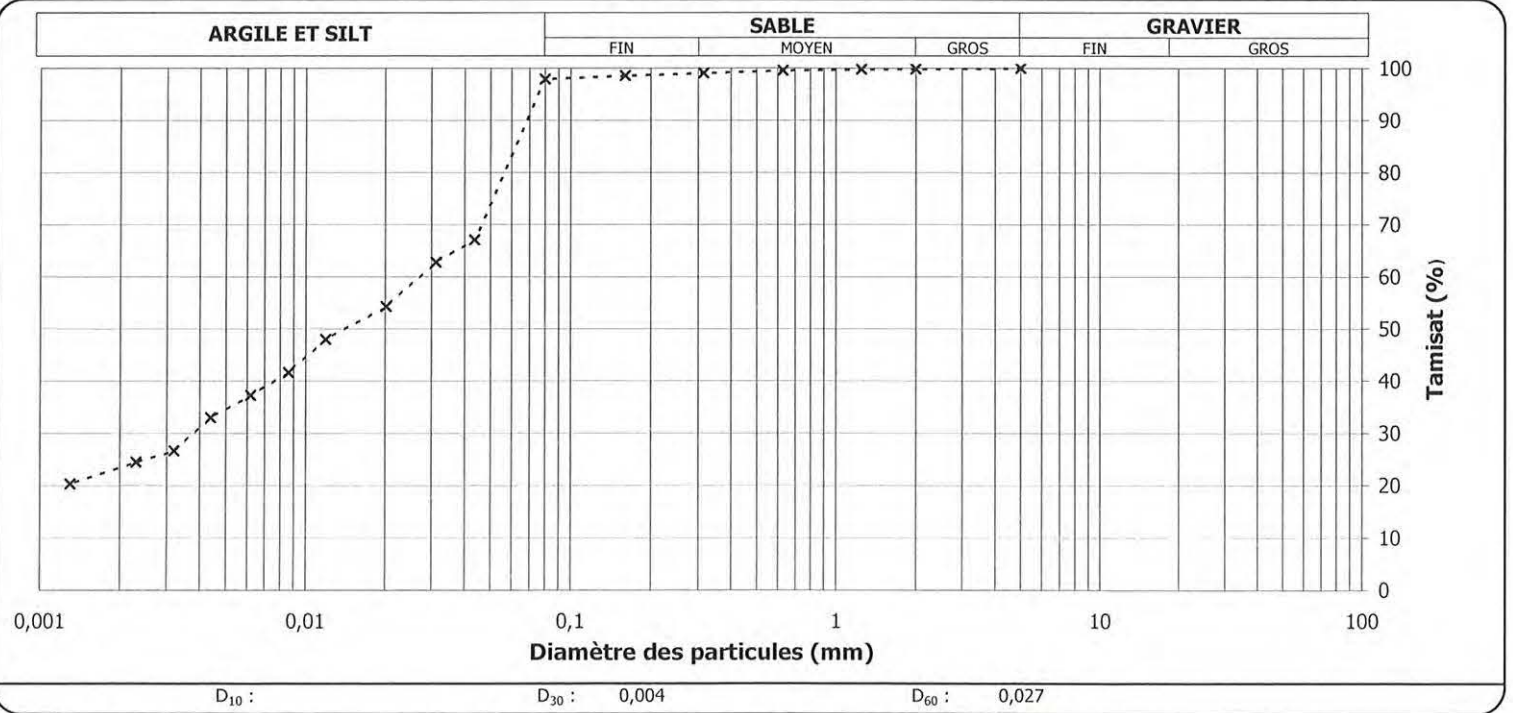
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamisé	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		43,5 µm	67,1
40 mm		31,2 µm	62,8
31,5 mm		20,2 µm	54,3
20 mm		11,9 µm	48,0
14 mm		8,6 µm	41,6
10 mm		6,2 µm	37,3
5 mm	100	4,4 µm	33,0
2 mm	100	3,2 µm	26,6
1,25 mm	100	2,3 µm	24,5
0,630 mm	100	1,3 µm	20,3
0,315 mm	99		
0,160 mm	99		
0,080 mm	97,9		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (> 2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (< 2 mm et > 0.2 mm) : 1,0 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 18,0 %, Limon (< 0.06 mm et > 0.004 mm) : 50,2 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 30,9 %.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	2,1
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	74,7
Argile :	23,2



**Préparé par :** *Sylvie Hamel*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire      **Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire      **Date :** 12-10-03

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 240 BC : CT-040336  
Rév. 0  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

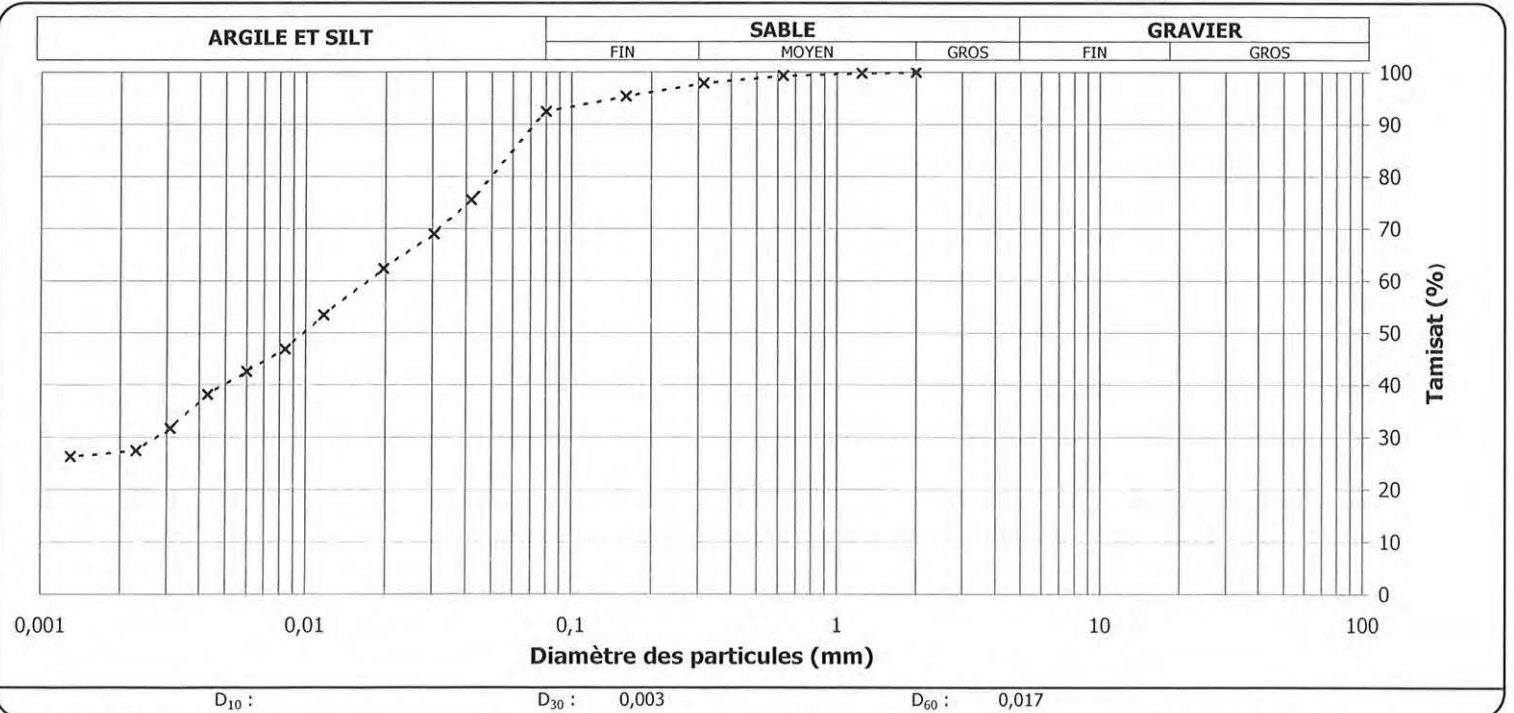
Provenance :  
 N° d'échantillon : 240      N° d'échantillon client : 2212078      Échantillonné par : le client  
 Matériau :      Date d'échantillonnage : 2012-09-19  
 Profondeur :      Date de réception : 2012-09-24  
 Localisation : Rivière-du-Loup      Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)


Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,9 µm	75,5
40 mm		30,4 µm	69,0
31,5 mm		19,7 µm	62,3
20 mm		11,7 µm	53,4
14 mm		8,4 µm	46,9
10 mm		6,0 µm	42,6
5 mm		4,3 µm	38,2
2 mm	100	3,1 µm	31,7
1,25 mm	100	2,3 µm	27,4
0,630 mm	99	1,3 µm	26,3
0,315 mm	98		
0,160 mm	95		
0,080 mm	92,5		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 4,2 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 12,2 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 47,0 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 36,6 %. Présence de matières organiques.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	7,5
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	65,4
Argile :	27,1



**Préparé par :**   
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :**   
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 12-10-03

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 241 BC : CT-040336  
Rév. 0  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 241 **N° d'échantillon client :** 2212079 **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :** **Date d'échantillonnage :** 2012-09-19  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2012-09-24  
**Localisation :** Rivière-du-Loup **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

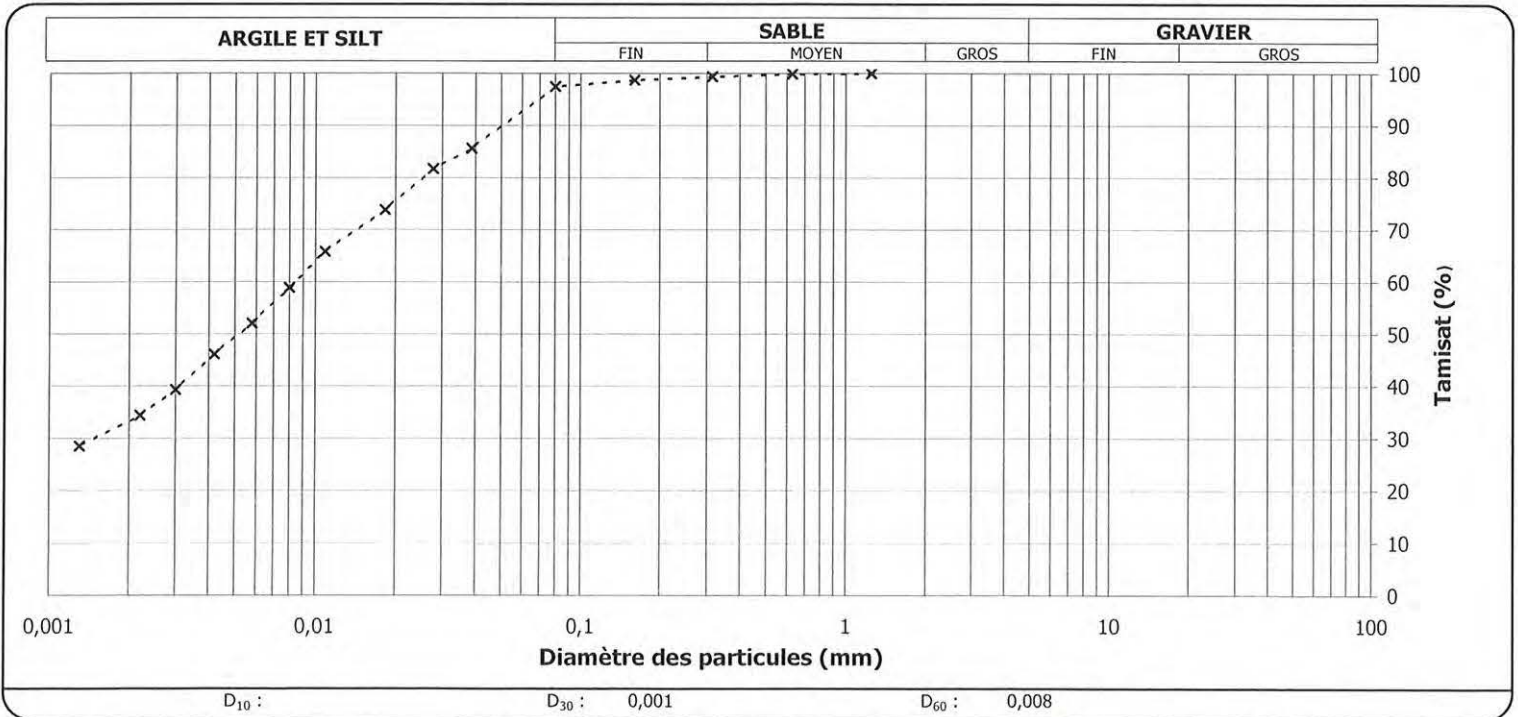
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		38,7 µm	85,6
40 mm		27,8 µm	81,7
31,5 mm		18,3 µm	73,8
20 mm		10,9 µm	65,8
14 mm		8,0 µm	58,9
10 mm		5,8 µm	52,0
5 mm		4,2 µm	46,1
2 mm		3,0 µm	39,3
1,25 mm	100	2,2 µm	34,4
0,630 mm	100	1,3 µm	28,5
0,315 mm	99		
0,160 mm	99		
0,080 mm	97,5		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 1,0 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 7,3 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 46,8 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 45,0 %.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	2,5
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	64,4
Argile :	33,1



**Préparé par :** **Date :** 2012-10-02  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Approuvé par :** **Date :** 12-10-03  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 242 Rév. 0  
**BC : CT-040336**  
**Page 1 de 1**

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 242      **N° d'échantillon client :** 2212080      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2012-09-19  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2012-09-24  
**Localisation :** Rivière-du-Loup      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

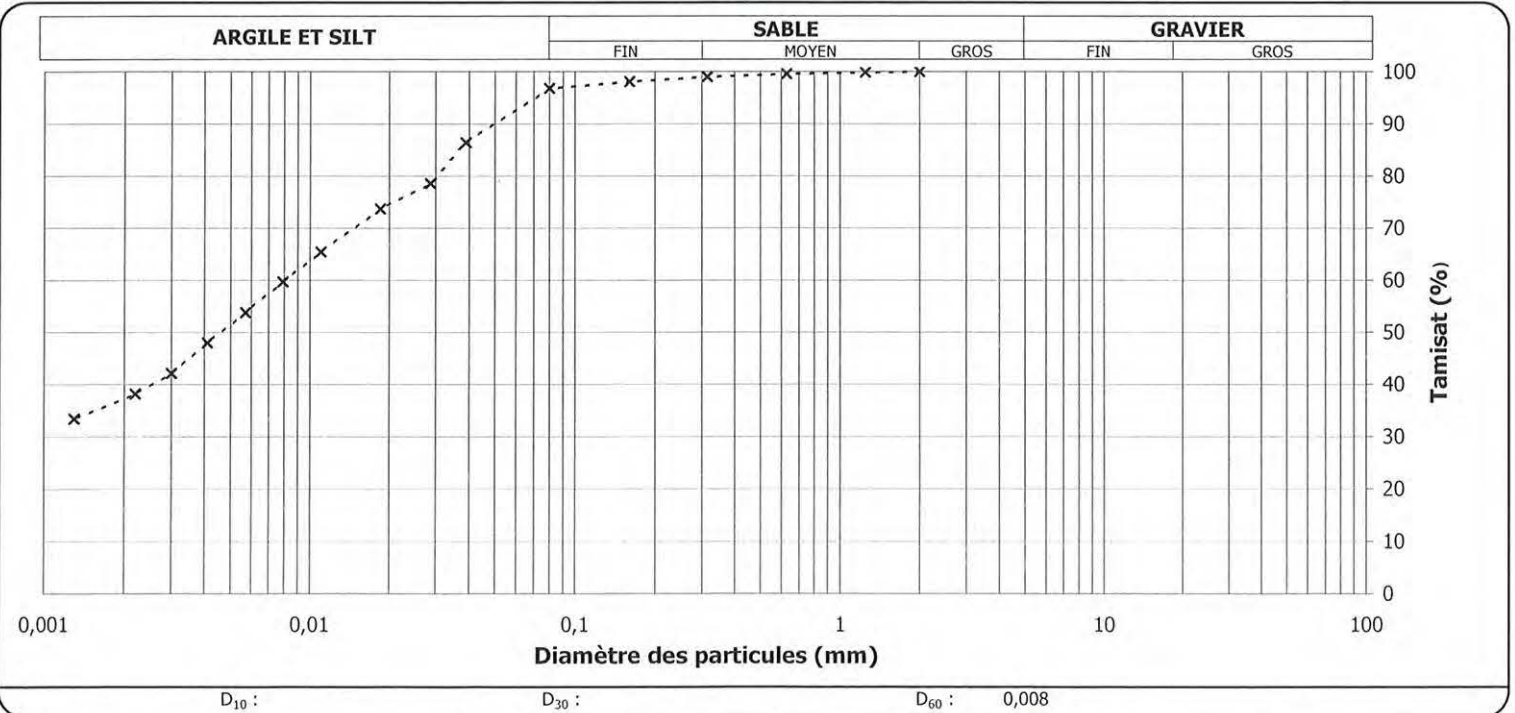
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		38,9 µm	86,4
40 mm		28,7 µm	78,6
31,5 mm		18,5 µm	73,7
20 mm		11,0 µm	65,4
14 mm		7,9 µm	59,7
10 mm		5,7 µm	53,8
5 mm		4,1 µm	48,0
2 mm	100	3,0 µm	42,1
1,25 mm	100	2,2 µm	38,2
0,630 mm	100	1,3 µm	33,4
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	96,8		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 1,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 6,5 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 44,3 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 47,5 %. Présence de matières organiques.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	3,2
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	59,7
Argile :	37,1



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire      **Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire      **Date :** 12-10-03

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 243 Rév. 0  
 BC : CT-040336  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

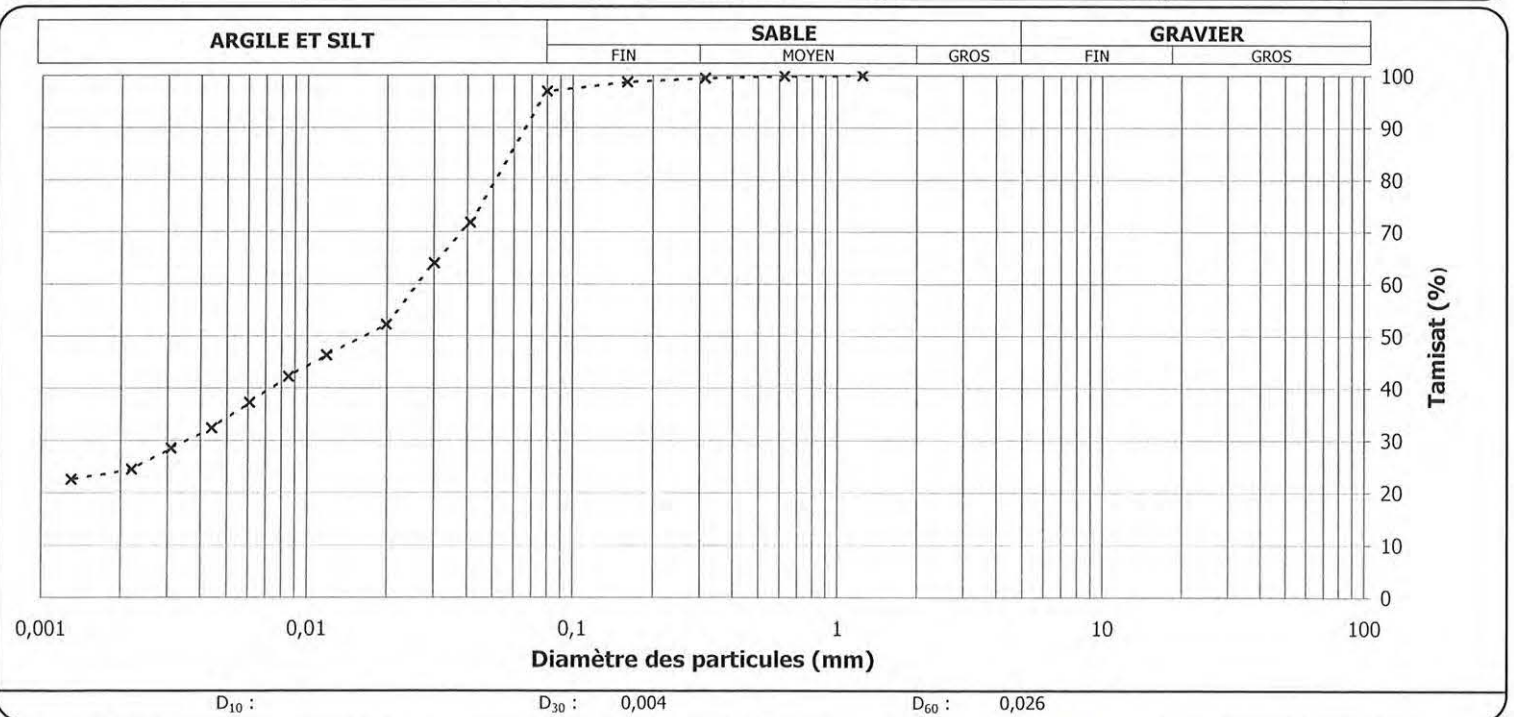
Provenance :  
 N° d'échantillon : 243      N° d'échantillon client : 2212081      Échantillonné par : le client  
 Matériau :      Date d'échantillonnage : 2012-09-19  
 Profondeur :      Date de réception : 2012-09-24  
 Localisation : Rivière-du-Loup      Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,1 µm	71,8
40 mm		30,1 µm	64,0
31,5 mm		19,9 µm	52,2
20 mm		11,8 µm	46,3
14 mm		8,5 µm	42,2
10 mm		6,1 µm	37,3
5 mm		4,4 µm	32,4
2 mm		3,1 µm	28,5
1,25 mm	100	2,2 µm	24,5
0,630 mm	100	1,3 µm	22,6
0,315 mm	100		
0,160 mm	99		
0,080 mm	97,0		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 1,0 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 15,0 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 52,8 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 31,2 %.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	3,0
Cailloux :	0,0
Silt :	72,9
Gravier :	0,0
Argile :	24,1



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 12-10-03

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 244 Rév. 0  
BC : CT-040336  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

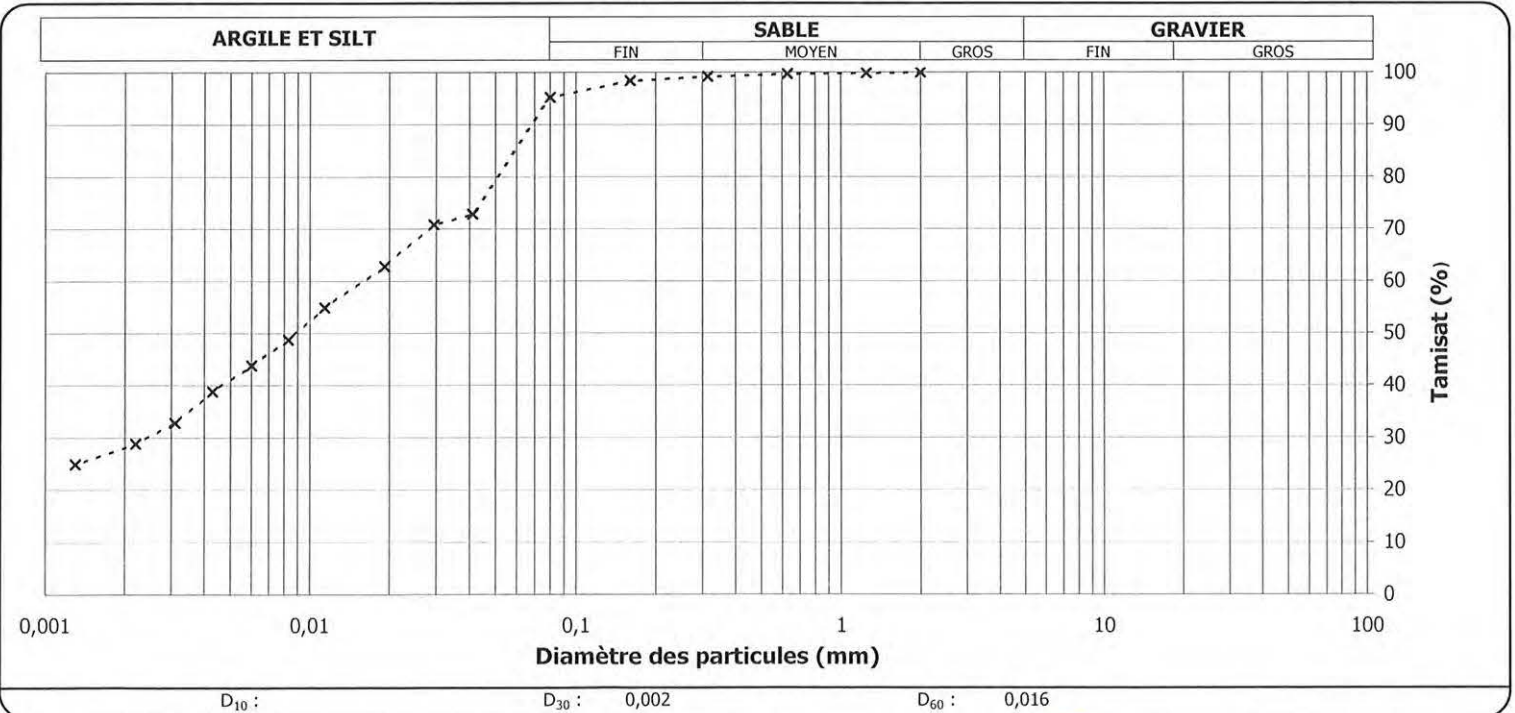
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 244      **N° d'échantillon client :** 2212082      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2012-09-19  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2012-09-24  
**Localisation :** Rivière-du-Loup      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,1 µm	72,8
40 mm		29,4 µm	70,8
31,5 mm		19,2 µm	62,8
20 mm		11,4 µm	54,9
14 mm		8,3 µm	48,7
10 mm		6,0 µm	43,8
5 mm		4,3 µm	38,8
2 mm	100	3,1 µm	32,8
1,25 mm	100	2,2 µm	28,8
0,630 mm	100	1,3 µm	24,9
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	95,2		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 1,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 14,6 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 46,4 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 37,3 %.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	4,8
Cailloux :	0,0
Silt :	67,3
Gravier :	0,0
Argile :	27,9



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2012-10-02

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 12-10-03

## **Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2013**

### **Rapport final**

Mars 2014  
N/Réf. : 068-P-0000640-220-EN-R-0001-00

**DESSAU**



## Transports Québec

### Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2013

Rapport final | 068-P-0000640-220-EN-R-0001-00

Préparé par :



---

Simon Chouinard

Professionnel en environnement

Approuvé par :

---

Fabien Bolduc, biol. M. Sc.

Chef d'équipe



## TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>3</b>
2.1	Suivi visuel .....	3
2.2	Relevés d'arpentage .....	3
2.3	Dynamique sédimentaire .....	5
2.4	Reprise de la spartine .....	5
<b>3</b>	<b>RÉSULTATS ET DISCUSSION</b> .....	<b>7</b>
3.1	Suivi visuel .....	7
3.2	Relevés d'arpentage .....	7
3.3	Dynamique sédimentaire .....	7
3.3.1	Relevés topographiques.....	11
3.3.2	Analyses en laboratoire.....	15
3.3.2.1	<i>Carbone organique total (COT)</i> .....	15
3.3.2.2	<i>Analyses granulométriques</i> .....	16
3.4	Végétation .....	19
3.4.1	Suivi des bandes de spartine transplantée .....	19
3.4.2	Suivi de la reprise naturelle de spartine .....	20
3.5	Stabilité du talus.....	20
<b>4</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>22</b>

### Tableaux

Tableau 1	Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments dans le marais de Rivière-du-Loup, 2013 .....	6
Tableau 2	Élévations enregistrées sur la digue en enrochement, Rivière-du-Loup, 2013.....	8
Tableau 3	Suivi de l'épaisseur de sédiments sur les plaques de sédimentation entre 2010 et octobre 2013.....	13

### Carte

Carte 1	Localisation du secteur et des éléments d'étude, Rivière-du-Loup – 2013.....	4
---------	--	---

## TABLE DES MATIÈRES

### Figures

Figure 1	Élévation du littoral dans les bassins protégés par le brise-lames, 2013.....	9
Figure 2	Élévation géodésique relevée aux plaques de sédimentation du marais de Rivière-du-Loup en 2013 .....	12
Figure 3	Granulométrie observée aux stations échantillonnées en 2013 .....	18

### Annexes

Annexe 1	Rapport photographique
Annexe 2	Résultats d'analyses en laboratoire sur les sédiments

## Propriété et confidentialité

« Ce document est la propriété de Dessau et est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de Dessau et de du ministère des Transports du Québec.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants de Dessau qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment qualifiés selon la procédure relative à l'approvisionnement de notre manuel qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
0A	2014-01-16	Version préliminaire
00	2014-03-27	Version définitive



## 1 INTRODUCTION

À l'automne 2010, le ministère des Transports du Québec a procédé à la mise en place d'une protection de rive submersible sur la batture du Saint-Laurent, en partie en milieu émergé et en partie en zone de marnage, du côté nord de l'autoroute 20 à environ 1,5 km à l'ouest de l'embouchure de la rivière du Loup. Cette protection a pour objectif de protéger l'autoroute 20 contre le processus d'érosion des rives en cours dans ce secteur. Elle vise également à retenir les sédiments près de la rive et, à moyen terme, la réhabilitation du marais de Rivière-du-Loup.

La protection de rive réalisée est constituée de deux structures principales en enrochement et d'une plage. Les structures sont :

- ▶ Une plage de 500 m de long contre le talus actuellement en érosion. Cet élément est composé d'un noyau en enrochement visant à protéger l'autoroute 20, en cas d'érosion temporaire de la plage. Ce noyau a été recouvert de matériaux plus fins (sable et gravier), dans le but d'accélérer le processus de sédimentation et de végétalisation du secteur protégé, tout en contribuant à fournir les matériaux de base du futur marais. Un recouvrement de matériaux fins (silt et argile) a été effectué avec le matériel excavé de la clé du brise-lames;
- ▶ Un brise-lames principal submersible ou butée de pied de 330 m de long parallèle au rivage, à environ 130 m de la microfalaise en érosion actuelle, qui sert à protéger le secteur au sud de ce brise-lames contre les vagues, tout en favorisant la stabilisation du couvert de glace en hiver;
- ▶ Une digue transversale, perpendiculaire au brise-lames et à la rive, d'approximativement 120 m de long, servant de chemin d'accès lors de la construction du brise-lames et de réducteur de l'écoulement (courants induits par la marée ou par les vagues), afin de favoriser la déposition et la rétention des sédiments fins en circulation dans le secteur.

Ce projet a été accepté comme habitat de réserve par le ministère des Pêches et Océans Canada, sous certaines conditions. Un protocole pour l'état de référence et le suivi a également été produit dans le cadre de la demande d'autorisation du projet (Meunier et Gosselin, 2009).

---

<sup>\*</sup> Meunier, Céline et Carolle Gosselin, 2009. Restauration du marais de Rivière-du-Loup. Mise à jour du protocole pour l'état de référence et le suivi. Saint-Romuald (Lévis) : Cima +, rapport produit pour le compte du Ministère des Transports du Québec, 15 pages.

Les activités nécessaires au suivi biophysique des travaux effectués en 2010 portent donc sur six éléments, soit :

- ▶ La stabilité de la structure (suivi visuel);
- ▶ La topographie et la bathymétrie;
- ▶ La dynamique sédimentaire (deux fois par an);
- ▶ La végétation;
- ▶ La faune benthique et la nature des sédiments;
- ▶ La faune ichtyenne.

Le programme de suivi s'échelonne jusqu'en 2016 et sera réalisé à quatre reprises. Le suivi prévu pour l'année 2013 porte sur les quatre premiers éléments listés ci-dessus, tout comme pour le suivi effectué en 2012. Le présent rapport comprend une description de la méthodologie employée lors des différentes activités du suivi environnemental.

## 2 MÉTHODOLOGIE

Le programme de suivi biophysique des aménagements implantés en 2010 vise à s'assurer que ceux-ci résistent aux éléments climatiques (glaces, vagues, précipitations, etc.). Ce programme, qui s'échelonne jusqu'en 2016, vise également à s'assurer que la densité de la végétation de la spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*), qui a fait l'objet de transplantation dans l'estran au printemps 2013, soit comparable à celle retrouvée en milieu naturel. Le programme de suivi vise également à vérifier si les aménagements réalisés dans le cadre d'un projet pilote peuvent contribuer à la restauration d'un habitat (marais à spartine) avec des fonctions biologiques intéressantes (habitat de réserve en vertu de la *Loi sur les Pêches*). La carte 1 présente le secteur d'étude ainsi que les éléments étudiés.

### 2.1 SUIVI VISUEL

Un relevé visuel de la structure en enrochement a été effectué au printemps, en même temps que les relevés réalisés les 28 mai et 8 octobre 2013. Les observations ainsi faites permettent de s'assurer de la stabilité de la structure et que les aménagements ne subissent pas de dégradation. Lorsque réalisé au printemps, ce suivi visuel permet également de détecter des bris possibles qui auraient pu être occasionnés par les glaces et/ou leur dérive printanière.

Un rapport photographique de la structure et du secteur où ont eu lieu des travaux de végétalisation en juin 2013 est intégré au rapport de suivi à l'annexe 1.

Mentionnons qu'un suivi visuel des glaces a également été réalisé à l'hiver 2012-2013.

### 2.2 RELEVÉS D'ARPENTAGE

Des relevés par arpentage topographique ont été réalisés les 28 mai et 8 octobre 2013 sur toute la structure en enrochement afin de vérifier la stabilité de celle-ci. Rappelons qu'en mai 2012, la structure en enrochement a été relevée dans son intégralité. Les relevés ont donc été réalisés sur des transects de la largeur de la digue, à intervalle de 10 m. En septembre 2012, seuls quelques points de mesure ont été relevés afin de valider la stabilité de la structure en enrochement, par rapport au relevé de mai 2012. En mai et octobre 2013, la structure a été relevée sur la ligne centrale des digues principale et transversale, à intervalle de 10 m, à l'aide d'un appareil DGPS Leica (récepteur GS-14/CS-15), possédant une précision de 0,010 m en position (X et Y) et de 0,015 en élévation (Z).

Les cotes relevées ont été comparées entre elles ainsi qu'aux plans « Tel que construit » de janvier 2011, fournis par Transports Québec, dont les données ont été récoltées à la suite des travaux de construction réalisés en 2010.

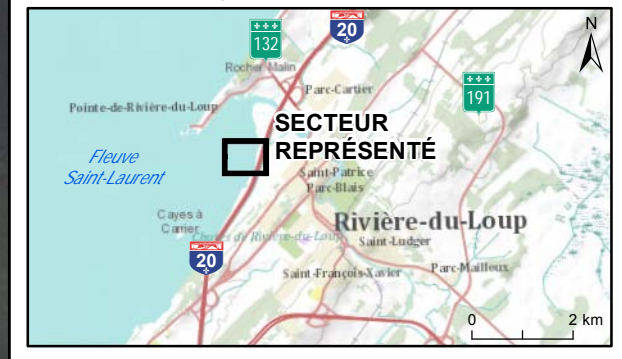
10cm  
5  
4  
3  
2  
1  
0

FORMAT ORIGINAL : 11" x 17"  
Fichier : \\QU\EBEC-SF\projets\0681P-00006-00\_Marais\_RDL\G012\_DocProj\Concept\6\_Geomatique\2\_Carte\1\_MXD\068-P-0000640-210-GO-D-0001-0A\_Loc\_201310122.mxd



- Infrastruture**
- Digue en enrochement
- Inventaire**
- Station d'échantillonnage des sédiments
  - PLS-4 Identification de la station

Sources :  
 - Image satellite : (c) 2010 Microsoft Corporation and its data suppliers  
 - Inventaire terrain : Dessau, 2012



Client  
Ministère des Transports du Québec

Projet  
Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2013

Titre  
**Carte 1**  
**Localisation du secteur et des éléments d'étude, Rivière-du-Loup – 2013**

Préparé par : Marie-Hélène Michaud N/D : 068-P-0000640-0220-GO-D-0001-00  
 Dessiné par : Karine Fortier Échelle : 1:2 500  
 Vérifié par : Fabien Bolduc Date : Mars 2014

0 100 m  
Projection MTM, fuseau 7, NAD 83

### 2.3 DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

Des relevés par arpentage topographique ont été effectués sur 20 plaques témoins, implantées dans la zone lors des travaux d'aménagements en 2010, afin de valider la dynamique sédimentaire à ces endroits. Ces relevés ont été menés les 28 mai et 8 octobre 2013. Le tableau 1 présente le nom et la localisation des stations d'échantillonnage où une plaque de sédimentation est présente et la localisation est illustrée à la carte 1. L'élévation altimétrique du niveau des sédiments a ainsi été comparée à l'élévation des plaques de sédiments aux mêmes coordonnées X et Y relevées en 2010 afin de déterminer le taux d'accrétion ou d'érosion des sédiments. Pour évaluer la granulométrie des sédiments, des échantillons ont été récoltés sur 12 stations, identifiées au tableau 1.

Les relevés ont été réalisés à l'aide d'un système DGPS Leica (récepteur GS-14/CS-15), possédant une précision de 0,010 m en position (X et Y) et de 0,015 en élévation (Z). Les échantillons ont été envoyés dans un laboratoire afin d'y effectuer les analyses suivantes : granulométrie, sédimentométrie et carbone organique total (COT).

Des relevés topographiques ont également été réalisés au site d'étude, soit à l'intérieur de la digue en enrochement et à l'extérieur de celle-ci, le long des transects perpendiculaires à la rive indiqués au protocole de suivi, afin de vérifier la présence de zones d'érosion ou de sédimentation

### 2.4 REPRISE DE LA SPARTINE

Les suivis visuels des visites de terrain de 2012 avaient permis de décrire l'état de la végétation et d'identifier les endroits où de plus denses recouvrements de spartines alterniflores étaient localisés dans le marais de Rivière-du-Loup. Le marais avait alors été parcouru sur près d'un kilomètre de part et d'autre de la digue en enrochement. À la suite de ces observations, des sites de prélèvements avaient été identifiés pour la revégétalisation à l'intérieur de la digue.

Les travaux de plantation de spartine ayant été effectués en juin 2013, des relevés visuels ont été effectués de façon à bien décrire le patron de distribution de la végétation à l'intérieur de la digue le 8 octobre 2013 et ainsi faire une analyse de la reprise. Une évaluation de la reprise naturelle a également été faite.

Tableau 1 Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments dans le marais de Rivière-du-Loup, 2013

STATION	COORDONNÉES MTM NAD 83 ZONE 7		GRANULOMÉTRIE
	Est	Nord	
PLS-1	375246	5300740	X
PLS-2	375341	5300710	
PLS-3	375437	5300679	X
PLS-4	375532	5300650	
PLS-A1	375618	5300536	
PLS-A2	375648	5300526	X
PLS-A3	375668	5300520	X
PLS-A4	375568	5300665	X
PLS-A5	375614	5300645	
PLS-A6	375621	5300641	X
PLS-A7	375658	5300622	X
PLS-A8	375683	5300615	
PLS-A9	375712	5300608	X
PLS-A10	375682	5300719	X
PLS-A11	375708	5300714	X
PLS-A12	375733	5300708	
PLS-TN1	375652	5300999	
PLS-TN2	375698	5301000	X
PLS-TN3	375750	5301001	
PLS-TN4	375796	5300997	X

## 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 SUIVI VISUEL

Le suivi visuel de la digue en enrochement n'a démontré aucun signe évident de dégradation. Les photos 1 à 12 de l'annexe 1 en témoignent. Également, la colonisation de la structure par les algues se continue, les espèces observées lors des relevés étaient *Ulothrix flacca* (Chlorophycée) et *Porphyra umbilicalis* (Rhodophycée). Ces algues sont très abondantes sur toute la structure en dessous de la limite supérieure de la marée, comme démontré à la photo 11 de l'annexe 1. Lors de la visite hivernale du 8 mars 2013, on observe la présence des glaces sur la structure même et un couvert de glace toujours présent à l'intérieur de la digue. Cette dernière semble faire son travail en empêchant les blocs de glace de se rendre au rivage (photos 19 et 20).

### 3.2 RELEVÉS D'ARPENTAGE

Les relevés topographiques effectués sur la structure en enrochement en mai et octobre 2013 ont été comparés aux données d'élévation provenant du plan « Tel que construit » datant de janvier 2011 et fourni par Transports Québec, ainsi qu'avec les données prises lors des campagnes de 2012.

La digue ne semble pas s'être affaissée depuis sa construction car les élévations comparées sont semblables et le niveau général est similaire ou supérieur en 2011, 2012 et 2013. À noter que les élévations relevées en mai ainsi qu'en octobre 2013 étaient également sensiblement les mêmes. Le tableau 2 présente le comparatif de quelques élévations relevées en mai et octobre 2013 sur la digue en enrochement, en comparaison avec les données du plan « Tel que construit ».

Les profils de la plage à l'intérieur des bassins protégés par le brise-lames sont présentés à la figure 1. Les relevés effectués en mai et septembre 2013 pour chacun des bassins y sont comparés avec le profil de référence d'avant les travaux d'aménagement, soit en 2008. Globalement, on remarque une élévation du littoral dans les bassins depuis l'aménagement du brise-lames, démontrant ainsi que la structure favorise la sédimentation dans les zones protégées. De même, pour les deux profils mesurés, il ne semble pas y avoir eu d'érosion du talus au cours de la saison 2013.

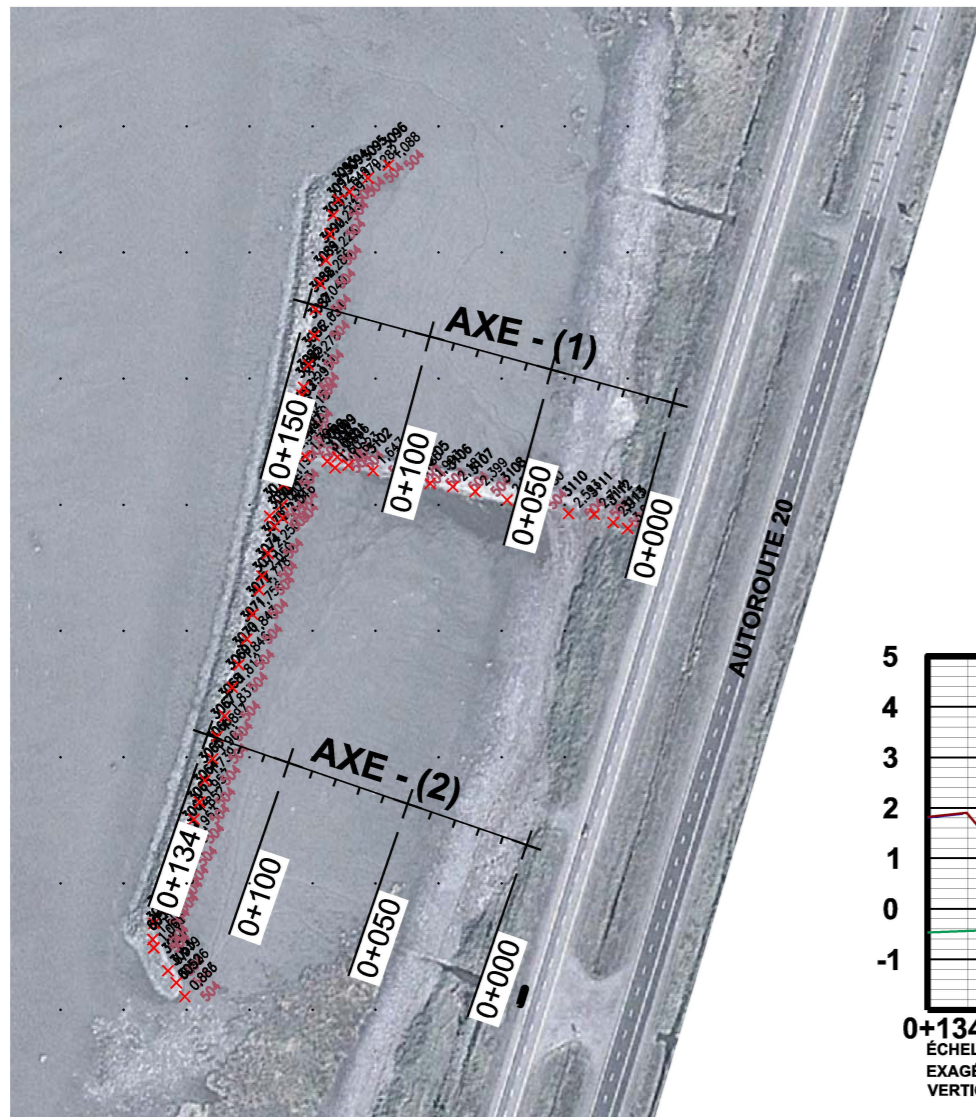
### 3.3 DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

Les photos 13 et 14 de l'annexe 1 présentent quelques vues prises lors des relevés effectués sur les plaques pour mesurer l'épaisseur de sédiments.

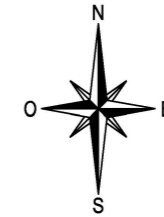
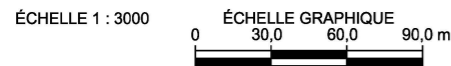
Tableau 2 Élévations enregistrées sur la digue en enrochement et le brise-lames, Rivière-du-Loup, 2013

EMPLACEMENT SUR LA DIGUE	PLAN TEL QUE CONSTRUIT (2011) ET SEPTEMBRE 2012				RELEVÉS DE 2013				DIFFÉRENTIEL (M) MAI / OCT 2013
	COORDONNÉES MTM NAD 83, ZONE 7		ÉLÉVATION GÉODÉSIQUE (m)		COORDONNÉES MTM NAD 83, ZONE 7		ÉLÉVATION GÉODÉSIQUE (m)		
	EST	NORD	janvier 2011	Septembre 2012	EST	NORD	mai 2013	octobre 2013	
Centre de la digue transversale	375 687	5 300 700	1,50	1,673	375 693	5 300 699	1,904	1,8910	-0,013
Près de la jonction entre la digue transversale et le brise-lames	375 654	5 300 709	1,50	1,557	375 654	5 300 707	1,796	1,788	-0,008
Aile nord-est du brise-lames	375 649	5 300 721	2,15	2,094	375 651	5 300 720	2,218	2,198	-0,020
Aile sud-ouest du brise-lames	375 637	5 300 656	1,65	1,994	375 645	5 300 659	2,050	2,029	-0,021

10 cm  
5  
4  
3  
2  
1  
0



**PLAN DE LOCALISATION**



CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ DE DESSAU ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE DESSAU.

00	2014-03-25	SUIVI DES TRAVAUX D'ENROCHEMENT 2013	F.B.	F.B.
RÉV.	A - M - J DATE	DESCRIPTION	Préparé Par	Vérifié Par
ÉMISSIONS / RÉVISIONS				
TOUTES LES DIMENSIONS DEVRONT ÊTRE PRISES ET VÉRIFIÉES AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX				

Légende

- Ligne de profil du terrain (2008)
- Ligne de profil du terrain (mai 2013)
- Ligne de profil du terrain (octobre 2013)

Client

Références du client  
PROJET 154-07-0350 / DOSSIER 6501-11-QH03

Projet

**SUIVI DES TRAVAUX D'ENROCHEMENT ET DE RESTAURATION DU MARAIS**

RIVIÈRE-DU-LOUP (QUÉBEC)

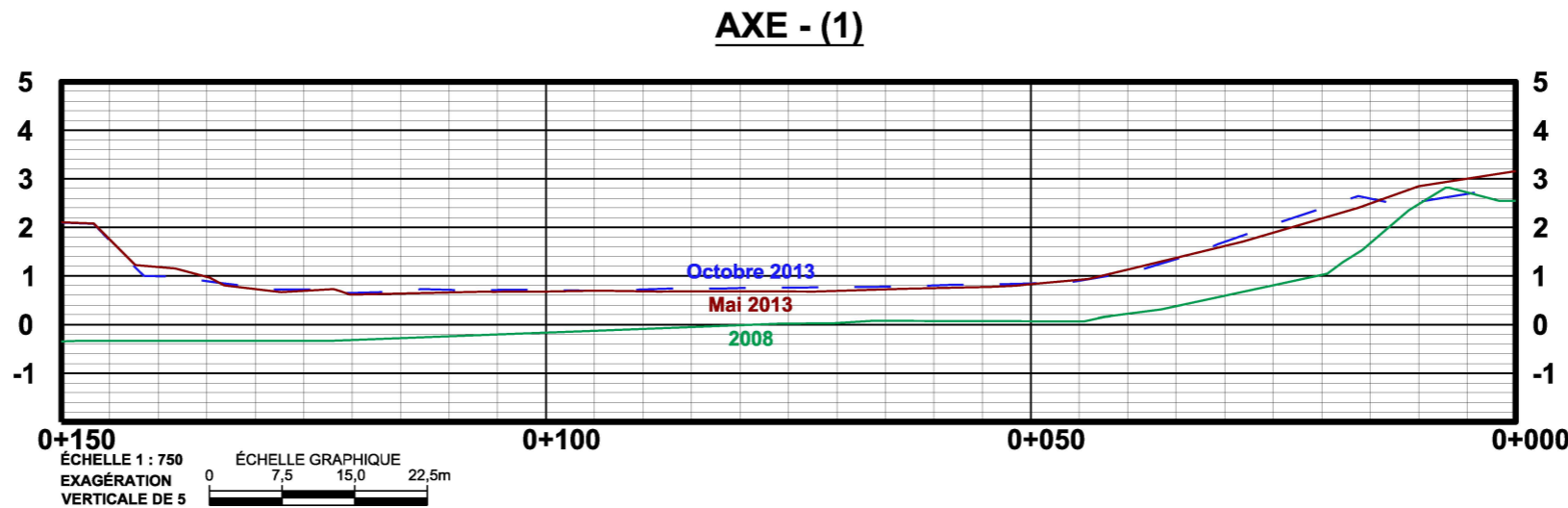
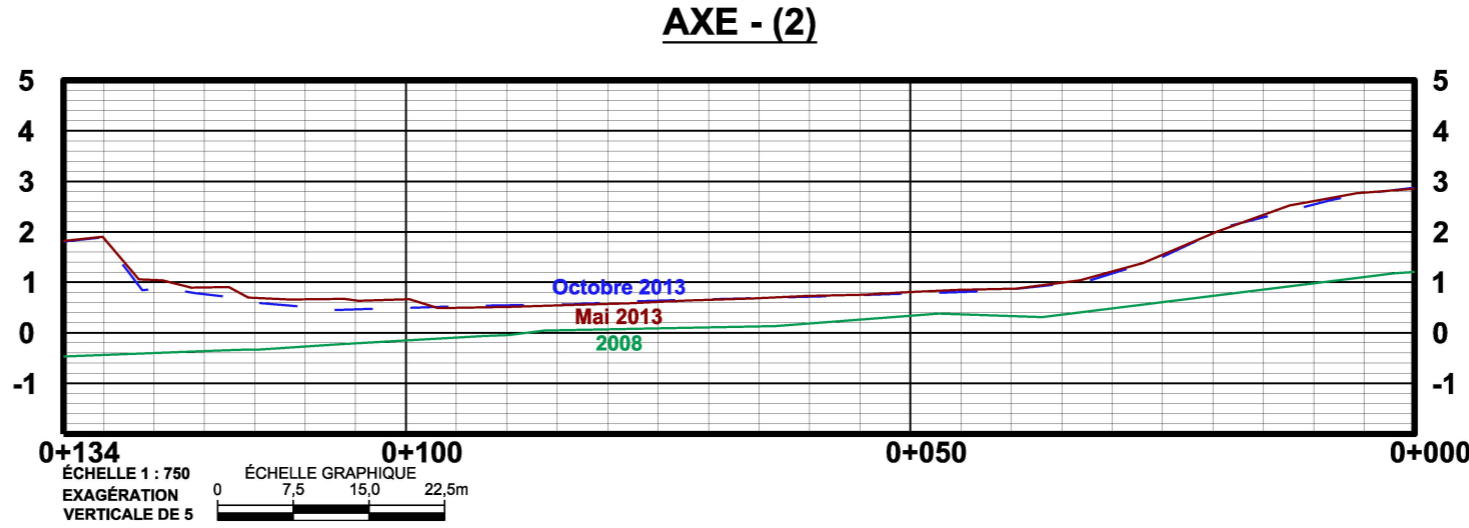
Titre

**PLAN ET PROFILS**

**DESSAU** Dessau inc.  
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250  
Québec (Québec) G2K 2G2  
Téléphone : 418.626.1688  
Télécopieur : 418.626.5464

Préparé	<b>F. Bolduc</b>	Discipline	<b>Environnement</b>
Dessiné	<b>G. Godmaire</b>	Échelle	<b>Indiquée</b>
Vérifié	<b>F. Bolduc</b>	Date	<b>2014-03-25</b>
Chargé de projet	<b>F. Bolduc</b>	No. de séquence	<b>01 de 01</b>

Serv. resp.	Projet	Otp	Disc.	Type	No Dessin	Rév.
<b>068</b>	<b>P-0000640</b>	<b>0 00 220</b>	<b>EN</b>	<b>D</b>	<b>0101</b>	<b>00</b>



Fichier: (\\OUEBEC-SF5\projets) G:\068\p-0000640\_Marais RDL\25\_CAD\VEN\OTP\_0-00-220\068-P-0-00-220-EN-0101-00\_11x17.dwg  
Imprimé le: 2014/03/25 01:18



### 3.3.1 Relevés topographiques

Les données des relevés topographiques effectués sur les plaques de sédimentation sont présentées au tableau 3. Les données de 2011 et précédentes ont été fournies par Transports Québec. Une comparaison a également été effectuée avec les élévations mesurées lors des relevés précédents afin d'obtenir la variation de l'élévation de la surface des sédiments entre chaque relevé.

De façon générale, toutes les plaques de sédimentation relevées en 2013 étaient enfouies sous une couche de sédiments variant d'environ 30 à 500 mm, sauf pour les stations PLS-TN3 et PLS-TN4 où les plaques de sédimentation étaient visibles à la surface des sédiments (photo 14, annexe 1).

La figure 2 illustre l'élévation géodésique relevée à l'emplacement de chacune des plaques de sédimentation pour les deux relevés effectués en 2013, en comparaison avec le relevé de septembre 2012 et celui de novembre 2010 (après aménagement). Selon ces relevés, l'érosion semble être stabilisée dans le secteur extérieur du brise-lames en comparaison aux élévations de l'année 2012. En comparant l'évolution de l'élévation des sédiments depuis novembre 2010, on constate une légère accumulation, sauf pour la plaque PLS2 qui semble avoir subi de l'érosion au cours de l'été 2013. La différence entre les relevés d'octobre 2013 et novembre 2010 (tableau 3) indique une sédimentation, pour une moyenne de près de 13 mm pour le secteur extérieur du brise-lames. Le processus de sédimentation semble plus marqué près de la digue (PLS-A6) mais également à sa station la plus éloignée (PLS-1). L'accumulation des sédiments près de la digue, tel qu'observable sur l'image satellite de la carte 1, confirme le ralentissement des courants au pourtour de celle-ci, favorisant la sédimentation des particules fines.

Pour les secteurs à l'intérieur du brise-lames, la sédimentation au cours de l'été 2013 est plus importante aux stations situées du côté intérieur nord-est (figure 2). Depuis la mise en place du brise-lames, l'accumulation est évidente à l'intérieur de la zone protégée, particulièrement près de la structure et dans la portion centrale. L'accumulation à l'intérieur de la digue s'est donc poursuivie tout au long de la période estivale 2013, particulièrement dans le secteur Nord-est. Dans le cas du secteur centre, l'accumulation de sédiment semble être plus rapide durant la période hivernale (tableau 3 et figure 2). Les trois secteurs à l'intérieur de la digue en enrochement subissent clairement le processus de sédimentation. En effet, l'accumulation moyenne observée depuis la construction de la digue pour ces deux secteurs est de plus de 350 mm, de septembre 2012 à octobre 2013. Il s'est donc accumulé plus de 50 mm de sédiments en moyenne. Ce phénomène est le plus marquant pour le secteur Nord-Est, où plus de 625 mm de sédiments se sont accumulés depuis 2010 à la station PLS-A10 (tableau 3). Pour 2013, la section centrale (PLS-A7, A8 et A9) a été celle où le plus de sédiments se sont accumulés avec une moyenne de plus de 100 mm.

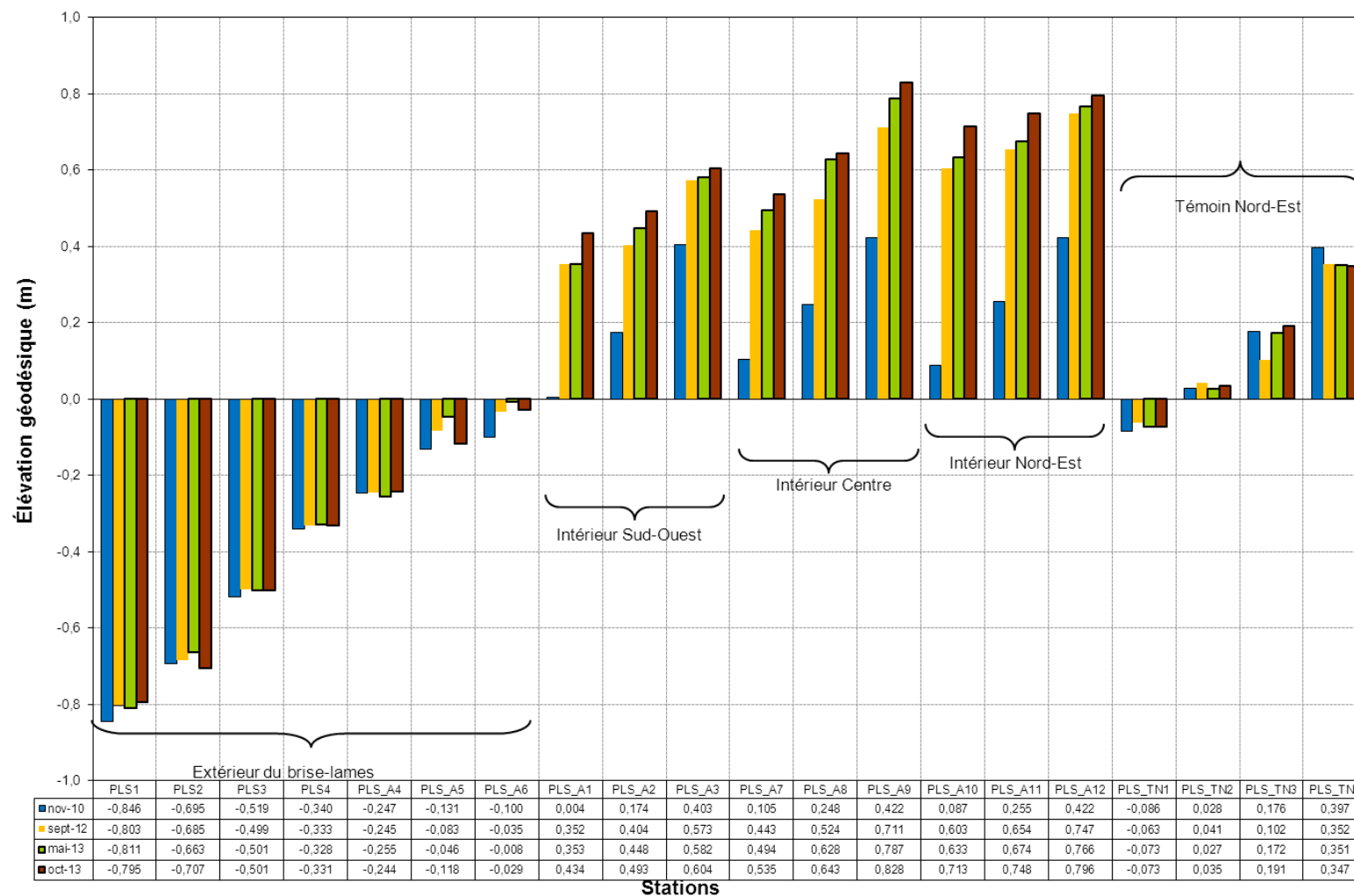


Figure 2 Élévation géodésique relevée aux plaques de sédimentation du marais de Rivière-du-Loup en 2013

Tableau 3 Suivi de l'épaisseur de sédiments sur les plaques de sédimentation entre 2010 et octobre 2013

STATION	ÉLÉVATION DU SUBSTRAT (m) NOV-10	ÉVOLUTION (m) ENTRE NOVEMBRE 2010 ET MAI 2011	ÉLÉVATION DU SUBSTRAT (m) MAY-11	ÉVOLUTION (m) ENTRE MAI 2011 ET SEPTEMBRE 2011	ÉLÉVATION DU SUBSTRAT (m) SEP-11	ÉVOLUTION (m) ENTRE SEPTEMBRE 2011 ET MAI 2012	ÉLÉVATION DU SUBSTRAT (m) MAY-12	ÉVOLUTION (m) ENTRE MAI 2012 ET SEPTEMBRE 2012	ÉLÉVATION DU SUBSTRAT (m) SEP-12	ÉVOLUTION (m) ENTRE SEPTEMBRE 2012 ET MAI 2013	ÉLÉVATION DU SUBSTRAT (m) MAY-13	ÉVOLUTION (m) ENTRE MAI 2013 ET OCTOBRE 2013	ÉLÉVATION DU SUBSTRAT (m) OCT-13	ÉVOLUTION (m) ENTRE SEPTEMBRE 2012 ET OCTOBRE 2013	ÉVOLUTION (m) ENTRE NOVEMBRE 2010 ET OCTOBRE 2013
PLS1	-0,846	0,044	-0,803	0,008	-0,794	-0,081	-0,875	0,072	-0,803	-0,008	-0,811	0,016	-0,795	0,008	0,051
PLS2	-0,695	0,026	-0,670	-0,004	-0,674	0,008	-0,666	-0,019	-0,685	0,022	-0,663	-0,044	-0,707	-0,022	-0,012
PLS3	-0,519	0,023	-0,497	0,006	-0,491	-0,006	-0,497	-0,002	-0,499	-0,002	-0,501	0,000	-0,501	-0,002	0,018
PLS4	-0,340	0,008	-0,332	0,002	-0,331	-0,005	-0,336	0,003	-0,333	0,005	-0,328	-0,003	-0,331	0,002	0,009
PLS_A4	-0,247	0,001	-0,246	0,009	-0,236	0,010	-0,226	-0,019	-0,245	-0,010	-0,255	0,011	-0,244	0,001	0,003
PLS_A5	-0,131	0,037	-0,094	-0,016	-0,109	0,019	-0,090	0,007	-0,083	0,037	-0,046	-0,072	-0,118	-0,035	0,013
PLS_A6	-0,100	0,044	-0,056	-0,015	-0,070	0,053	-0,017	-0,018	-0,035	0,027	-0,008	-0,021	-0,029	0,006	0,071
PLS_A1	0,004	0,052	0,056	0,142	0,197	0,179	0,376	-0,024	0,352	0,001	0,353	0,081	0,434	0,082	0,430
PLS_A2	0,174	0,105	0,280	0,014	0,293	0,100	0,393	0,011	0,404	0,044	0,448	0,045	0,493	0,089	0,319
PLS_A3	0,403	0,351	0,754	-0,203	0,551	0,062	0,613	-0,040	0,573	0,009	0,582	0,022	0,604	0,031	0,201
PLS_A7	0,105	0,163	0,268	0,045	0,313	0,117	0,430	0,013	0,443	0,051	0,494	0,041	0,535	0,092	0,430
PLS_A8	0,248	0,140	0,388	0,042	0,430	0,095	0,525	-0,001	0,524	0,104	0,628	0,015	0,643	0,119	0,395
PLS_A9	0,422	0,216	0,638	-0,011	0,627	0,071	0,698	0,013	0,711	0,076	0,787	0,041	0,828	0,117	0,406
PLS_A10	0,087	0,320	0,407	0,062	0,469	0,139	0,608	-0,005	0,603	0,030	0,633	0,080	0,713	0,110	0,626
PLS_A11	0,255	0,215	0,470	0,067	0,537	0,102	0,639	0,015	0,654	0,020	0,674	0,074	0,748	0,094	0,493
PLS_A12	0,422	0,145	0,567	0,042	0,608	0,143	0,751	-0,004	0,747	0,019	0,766	0,030	0,796	0,049	0,374
PLS_TN1	-0,086	0,027	-0,059	-0,014	-0,073	0,185	0,112	-0,175	-0,063	-0,010	-0,073	0,000	-0,073	-0,010	0,013
PLS_TN2	0,028	-0,030	-0,002	0,024	0,023	0,008	0,030	0,011	0,041	-0,014	0,027	0,008	0,035	-0,006	0,007
PLS_TN3	0,176	-0,005	0,171	0,001	0,171	0,000	0,171	-0,069	0,102	0,070	0,172	0,019	0,191	0,089	0,016
PLS_TN4	0,397	-0,019	0,377	0,013	0,390	-0,019	0,371	-0,019	0,352	-0,001	0,351	-0,004	0,347	-0,005	-0,050



Finalement, le secteur témoin Nord qui présentait une faible sédimentation vers le large et une érosion vers la rive en comparaison avec l'état de référence (2008) semble lui aussi s'être stabilisé. Cette érosion dans le secteur témoin Nord peut supposer l'accentuation du micro-talus et la poursuite de l'érosion côtière naturelle dans le secteur non protégé par le brise-lames (photo 18, annexe 1).

### 3.3.2 Analyses en laboratoire

Les résultats des analyses effectuées en laboratoire sont présentés au tableau de l'annexe 2. Les certificats d'analyse sont également présentés à l'annexe 2.

#### 3.3.2.1 Carbone organique total (COT)

Le carbone organique total (COT) désigne le total du carbone contenu dans les sédiments ayant une origine organique (résidus de matière vivante animale ou végétale). La teneur en COT des sédiments peut réduire la biodisponibilité des substances organiques non polaires et, par conséquent, leur toxicité pour les organismes benthiques, entre autres.

De façon générale, les teneurs mesurées au printemps et à l'automne 2013 sont sensiblement les mêmes. Comme pour la saison 2012, la station PLS-3 est celle où la plus faible teneur en COT a été observée et la station PLS-A3 est celle où la plus forte teneur en COT a été enregistrée, et ce, lors des deux campagnes de relevés en ce qui a trait à la plus faible teneur. La plus forte concentration de carbone au printemps se retrouvait à la station PLS-A9.

Les concentrations de COT sont plus élevées en 2013 qu'en 2012. Depuis 2008 (CIMA, 2010<sup>\*</sup>), la portion organique des sédiments présents dans la zone protégée par le brise-lames est passée de valeurs variant entre 0,36 % et 0,94 % à plus de 6,29 % pour la station PLS-A3 en octobre 2013. Cette augmentation de la fraction organique dans les sédiments diminue ainsi les risques de toxicité des organismes benthiques par les métaux, entre autres.

#### Mai 2013

Les teneurs en COT mesurées en mai 2013 varient entre 1,37 % (PLS-3) et 5,71 % (PLS-A9). La teneur moyenne retrouvée pour les stations échantillonnées dans le secteur à l'extérieur de la digue en enrochement est de 2,26 %, soit la plus faible valeur moyenne. Le taux moyen de COT mesuré dans la zone sud-ouest du secteur de la digue en enrochement est de 4,74 %, soit le plus haut taux, alors que le secteur nord-est de la digue présente une teneur moyenne de 4 %. Finalement, le secteur témoin nord indique une concentration moyenne de 2,78%.

---

<sup>\*</sup> Meunier, Céline, Carolle Gosselin et Robert Hamelin, 2009. Réalisation d'un projet pilote de restauration du marais de Rivière-du-Loup. Étude de faisabilité. Saint-Romuald (Lévis) : Cima +, rapport produit pour le compte du Ministère des Transports du Québec, 94 pages et 3 annexes,

### Octobre 2013

Les teneurs en COT mesurées en octobre de la même année varient entre 1,30 % (PLS-3) et 6,29 % (PLS-A3). La teneur moyenne retrouvée pour les stations échantillonnées dans le secteur à l'extérieur de la digue en enrochement est de 1,83 %, soit la plus faible valeur moyenne. Le taux moyen de COT mesuré dans la zone sud-ouest du secteur de la digue en enrochement est de 5,04 %, soit le plus haut taux, alors que le secteur nord-est de la digue présente une teneur moyenne de 4 %. Finalement, le secteur témoin nord indique une concentration moyenne de 2,11 %.

#### 3.3.2.2 *Analyses granulométriques*

La granulométrie des sédiments est un facteur influençant la biodisponibilité et la toxicité des contaminants pour les organismes aquatiques. Des études ont démontrées que la toxicité par les métaux, entre autres, est plus faible lorsque la proportion de silt (< 0,63 mm) est élevée.

Le substrat du marais de Rivière-du-Loup situé à l'intérieur du brise-lames est constitué de sédiments majoritairement fins et en voie de consolidation. Seule la station PLS-A9 en mai a présenté des particules supérieures à 2 mm (gravier) dans une proportion de 3,2 %, le gravier étant absent dans le reste des échantillons de sédiments de mai et d'octobre 2013. Les résultats des analyses granulométriques sont présentés à la Figure 3. Pour des fins de comparaison, en raison d'irrégularités dans les résultats fournis par le laboratoire lors de la campagne de mai, le sable fin et le sable grossier seront regroupés, vous retrouverez tout de même les données de la campagne d'octobre 2013 de façon distincte. Tous les résultats de proportion de sable grossier dans les échantillons d'octobre 2013 se situent sous la barre des 6 %. Les résultats obtenus lors des échantillonnages de mai et septembre lors de la saison 2012 étaient très similaires.

En 2008 (CIMA, 2009), la proportion de sable et de gravier pour les trois échantillons réalisés se situait à 8 % ou plus. L'augmentation de la proportion de sédiments fins à l'intérieur de la zone protégée par le brise-lames, entre autres, pourrait donc être bénéfique et réduire la toxicité des contaminants pour les organismes benthiques.

### Mai 2013

Pour ce qui est du sable grossier et sable fin, la proportion la plus importante a été mesurée à la station PLS-1 (41,1 %), la station PLS-A3 n'ayant pas été retenue pour des raisons de non-conformité dans les résultats. Ainsi, les plus fortes teneurs moyennes en particules sableuses sont retrouvées dans le secteur à l'extérieur de la digue en enrochement et dans le secteur sud-ouest à l'intérieur de celle-ci, alors que la plus faible teneur moyenne de particules de sable se retrouve dans la portion nord-est de la digue.

Dans le cas du limon, la teneur moyenne la plus élevée se retrouve dans la zone à l'extérieur de la digue, où la teneur maximale a été enregistrée à la station PLS-A6 (48,7 %). La

proportion la plus faible a pour sa part été mesurée également à l'extérieur de la digue, la plus faible valeur pour ce paramètre se trouve à la station PLS-3 (13,7 %).

L'argile et les colloïdes est le paramètre granulométrique présentant la plus forte teneur dans tous les échantillons de sédiments récoltés à l'intérieur de la digue. En effet, les proportions varient entre 44,3 % (PLS-A2) et 57,0 % (PLS-A11). La plus forte teneur moyenne a été mesurée dans le secteur Nord-est, alors que la plus faible teneur moyenne a été répertoriée dans le secteur situé à l'extérieur de la digue en enrochement.

## **Octobre 2013**

Le patron de distribution des classes de particules est sensiblement la même en octobre qu'en mai, excepté que les proportions diffèrent un peu entre les deux campagnes de relevés. On peut également retrouver la présence de gravier (1 %) dans deux échantillons situés à l'extérieur de la digue.

La proportion la plus importante de sable grossier a été mesurée à la station PLS-A9 (5,2 %), résultat similaire à la saison 2012. Les plus fortes teneurs en sable grossier se retrouvent près de la rive. Les plus fortes teneurs de sable fin se retrouvent quant à elles aux stations PLS-1 (42,3 %) et PLS-2 (40,9 %), soit les stations se trouvant le plus au large de la digue. Ainsi, les plus fortes teneurs moyennes en particules sableuses sont retrouvées dans ce même secteur au large de la digue en enrochement et dans le secteur sud-ouest à l'intérieur de celle-ci. La plus faible teneur moyenne de particules de sable se retrouve pour sa part dans la portion nord-est de la digue.

Le limon est le paramètre granulométrique présentant la plus forte teneur, ou une proportion très importante, dans tous les échantillons de sédiments récoltés pour la campagne de relevés d'octobre. En effet, les proportions varient entre 49,0 % (PLS-A3) et 26,5% (PLS-TN4). La plus forte teneur moyenne en limon a été mesurée dans le secteur Sud-ouest en octobre, alors que la plus faible teneur moyenne a été répertoriée dans le secteur témoin.

Finalement, la teneur moyenne en argile et colloïdes la plus élevée a été mesurée dans la zone nord-est de la digue, où la teneur maximale atteint 54,5 % à la station PLS-A11. La proportion moyenne la plus faible a également été mesurée au secteur à l'extérieur de la digue en octobre, où la plus faible valeur pour ce paramètre a été observée à la station PLS-3 (15,5 %).

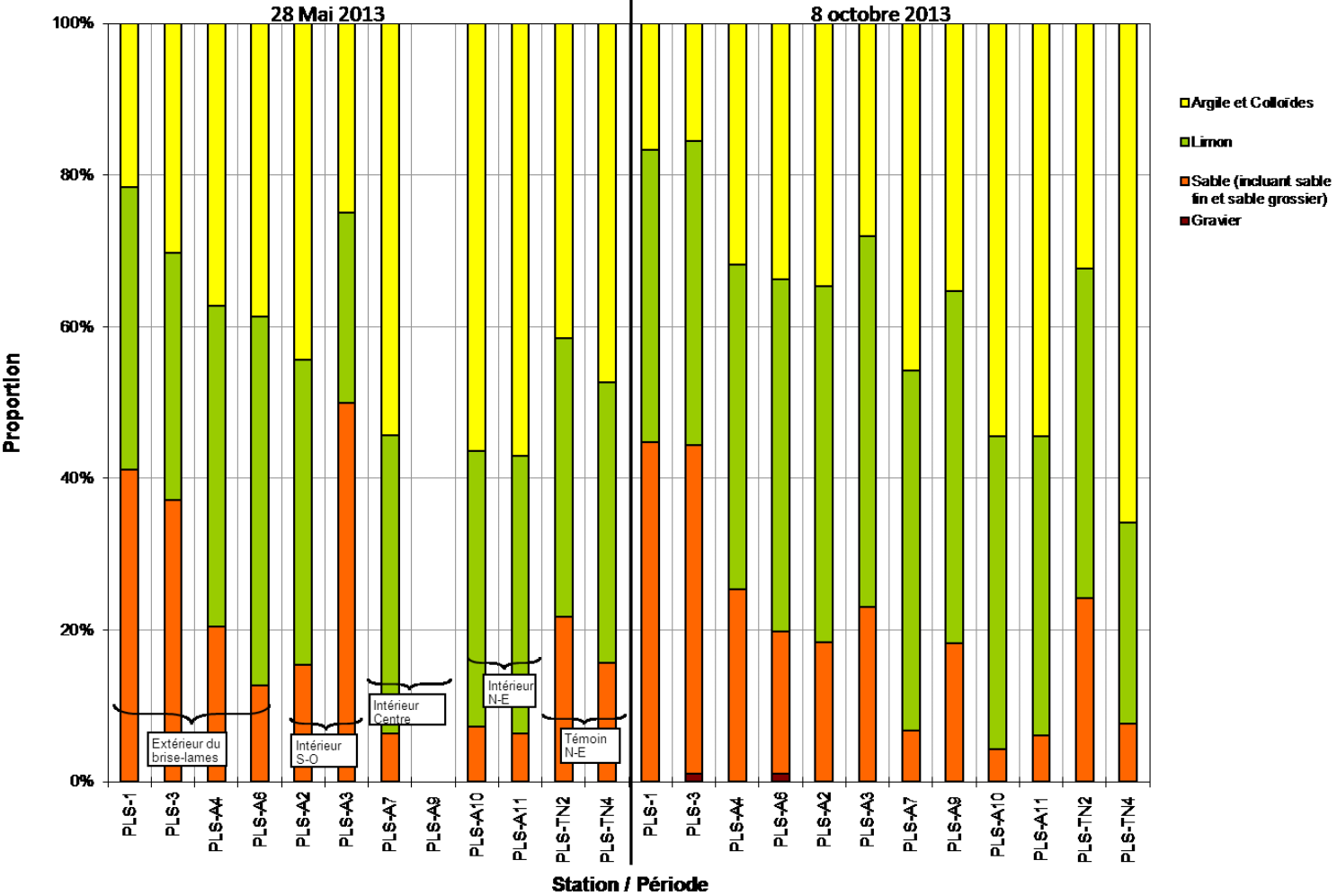


Figure 3 Granulométrie observée aux stations échantillonnées en 2013

### 3.4 VÉGÉTATION

Les travaux de plantation de spartine ayant été effectués en juin 2013, le suivi a donc été effectué à partir de l'automne 2013. Également, la reprise naturelle de la spartine à l'intérieur de la digue en enrochement a fait l'objet d'un suivi visuel.

Dans le cadre de la restauration du marais, une plantation de spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) a été réalisée à l'intérieur de la structure en enrochement au printemps 2013, afin de favoriser la reprise végétale dans le marais. Ces travaux incluaient le prélèvement de plants de spartine provenant de « bancs donateurs », le transport de ces plants ainsi que la plantation de ceux-ci selon un patron défini au site récepteur.

La plantation a été réalisée dans la zone protégée par le brise-lames, sur deux transects parallèles à la rive (environ 300 m de longueur) et quatre transects perpendiculaires (environ 90 m de longueur). Les plants de spartines, recueillies dans le banc donneur à l'aide plantoir à bulbes de a légèrement été modifié lors de la visite de terrain suivant la réunion de démarrage du 3 juin 2013. En effet, les bandes de plantation parallèles à la rive ont été déplacées de sorte que les plants de spartine seraient plantés dans des sédiments un peu plus consolidés, soit près de la rive et près de la digue principale. Il a été supposé sur le site que la reprise végétale serait plus facile aux endroits où les sédiments étaient plus compacts. Cette hypothèse s'est appuyée sur les observations effectuées lors des suivis précédents. En effet, une reprise naturelle de la spartine à l'intérieur de la digue en enrochement a été observée aux endroits où les sédiments étaient plus compacts, soit le long de la face intérieure de la digue principale et le long de la digue transversale. Les bandes de plantations perpendiculaires à la rive n'ont pour leur part pas été déplacées.

#### 3.4.1 Suivi des bandes de spartine transplantée

La croissance et la survie des plants de spartine transplantés à l'intérieur de la digue en enrochement en juin 2013 feront l'objet d'un suivi afin de s'assurer d'un taux de survie minimal dans le but de favoriser la reprise végétale au marais. Un premier suivi a eu lieu en octobre 2013, à la fin de la saison de croissance.

##### **Intérieur Nord-Est**

Lors de cette visite, la presque totalité des plants ayant été transplantés dans la section nord-est avaient disparus (photo 21, annexe 1). Comme le taux de sédimentation et la granulométrie des sédiments observés dans ce secteur est comparable à ceux observés du côté sud-ouest de la digue transversale (figures 1, 2 et 3), ces facteurs ne peuvent probablement pas expliquer à eux seule la disparition des bandes de spartine transplantée dans la section nord-est.

Il est à noter que des traces de bernache du Canada ou autre sauvagine (photo 25, l'annexe 1) ont été observées à l'intérieur de la zone de plantation de la spartine. Ces oiseaux mangent une grande variété de feuilles, de fleurs, de tiges, de racines, de graines et de baies, il est donc possible qu'ils soient venus au marais pour s'alimenter. Quelques individus ont même été observés dans le marais un peu plus en amont du site de plantation (photo 26, annexe 1).

### **Intérieur Centre et Sud-Ouest**

Les bandes de transplantation longeant la plage et le brise-lames dans la section sud-ouest semblait bien implantée (photos 22 à 24, annexe 1). Toutefois, la bande transversale de la section présentait cependant une moins bonne reprise (environ 80%) que les bandes longitudinales où les sédiments sont plus compacts.

## **3.4.2 Suivi de la reprise naturelle de spartine**

Les observations d'octobre 2013 à l'intérieur de la digue confirment une augmentation de la reprise lente et naturelle de la spartine observée les années précédentes. La reprise semble s'amorcer aux endroits où les sédiments sont assez consolidés, principalement en bordure des empièvements, pour s'étendre progressivement.

### **Intérieur Nord-Est**

Des colonies isolées de spartine alterniflore de différentes dimensions sont présentes le long de la plage, le recouvrement total semble supérieur aux observations faites en 2012. La reprise le long des roches du brise-lames est la plus significative (photo 17). Quelques tiges isolées ont été observées à l'intérieur du bassin, mais aucune tige n'était présente le long de la digue transversale.

### **Intérieur Centre et Sud-Ouest**

Des colonies de spartine alterniflore sont également observées dans ce bassin le long de la plage, mais en moins grande quantité que dans le bassin Nord-est, avec une accumulation de débris végétaux. Des plaques de spartine alterniflore de différentes dimensions, probablement transportées par les glaces et les marées, se retrouvent dans la portion centrale de ce bassin (photo 22). Le marais débute dans le secteur du bras surbaissé du brise-lame et s'avance dans l'estran sur environ 40 m. À l'intérieur de ce bassin, le marais semble établi sur quelque 50 m à partir du prolongement vers la côte de ce bras surbaissé, comme le montre la photo 8 (annexe 1). Des rigoles ou chenaux d'écoulement se sont formés au centre de ce bassin (photo 15).

## **3.5 STABILITÉ DU TALUS**

En date du 8 mai 2013, la végétation aux abords de l'autoroute 20 depuis le secteur des travaux en direction de la zone témoin Nord était parfois inexistante. Quelques talles de

phragmites étaient présentes ainsi que quelques arbres (épinettes blanches, peupliers faux-trembles). Sur le haut du talus, la spartine pectinée était présente également. Cependant, la strate herbacée était presque inexistante dans l'emprise de l'autoroute 20, sur presque toute la longueur des travaux de stabilisation de la rive qui ont été effectués dans la zone d'étude. Il faut toutefois noter que la période de l'année où ont été effectuées ces observations (début mai) n'est pas la plus propice pour l'identification de végétaux.

À l'extérieur des travaux de stabilisation effectués en 2010, le talus situé entre le marais inférieur et le marais supérieur montrait également des signes d'érosion importante (photo 18, annexe 1).

## 4 CONCLUSION

La digue en enrochement implantée en 2010 est stable et la colonisation, durant la saison estivale, par les algues de type rhodophycées et chlorophycées continue sa progression. Les élévations enregistrées en 2013 sont similaires ou supérieures à celles mesurées en 2012 et celles prises à la suite des travaux de construction, selon les plans « Tel que construit » de janvier 2011.

Les différents relevés effectués dans le marais de Rivière-du-Loup permettent d'affirmer que la digue en enrochement favorise l'accumulation de sédiments entre la rive et celle-ci. En effet, le taux moyen d'accumulation de sédiments observé à cet endroit est de 81 mm lors de la dernière année et de plus de 300 mm depuis la construction de la digue, soit entre 2010 et 2013. Le plus haut taux de sédimentation a été observé à la station PLS-A10 et il est de 626 mm en trois ans. La station PLS-A3, tout comme l'année 2012, a accumulé moins de sédiments que les autres stations, elle est située à un endroit plus exposé aux courants et près de la sortie d'un ponceau traversant l'autoroute. Le taux de sédimentation en trois ans est le plus faible à cet endroit mais compte tout de même plus de 200 mm. De plus, la proportion de sable grossier est la plus importante à cet endroit, signe que l'influence des courants y est plus importante.

Le suivi des bandes de transplantation de spartine le 8 octobre 2013 démontre que la reprise est généralement bonne pour les bandes situées dans la portion au sud-ouest de la digue transversale. Par contre, dans la section au nord-est, les bandes de transplantation sont disparues. Le taux de sédimentation et la granulométrie des sédiments ne peuvent expliquer à eux seuls la différence dans le succès de reprise entre la portion nord-est et la portion sud-ouest. La présence de sauvagine se nourrissant de ce type de végétation pourrait être un facteur expliquant, en partie du moins, la faible reprise de la spartine transplantée du côté nord-est. D'autre part, la reprise naturelle de la spartine alterniflore est amorcée à l'intérieur de la zone protégée par le brise-lames, tel qu'il a été observé en octobre 2013. En effet, on remarque que la reprise naturelle de la végétation s'effectue de manière plus prononcée le long de la plage et des roches du brise-lames, où l'accumulation de sédiments est plus importante.

L'efficacité des travaux de végétalisation de la spartine sera réévaluée au printemps et à l'automne 2014, en réalisant des placettes échantillons dans toute la zone, afin de recueillir des données comparables avec les suivis ultérieurs.

## Annexe 1 Reportage photographique

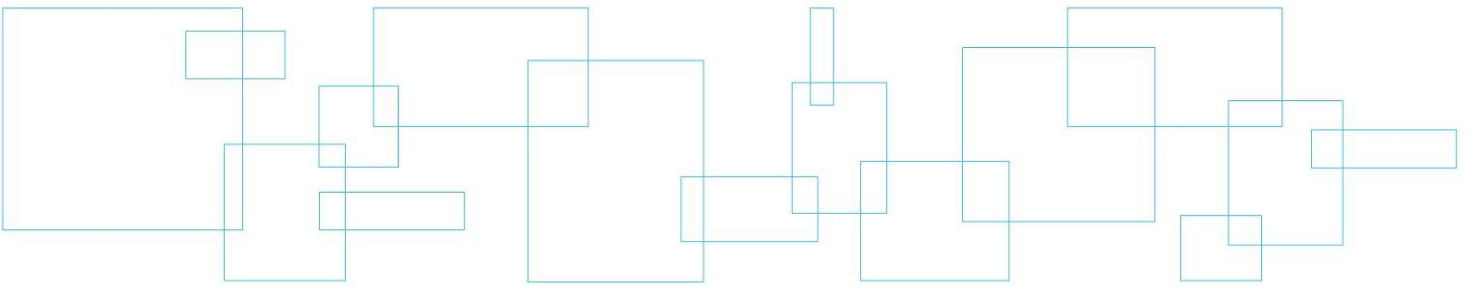






Photo 1 : Vue du côté nord-est de la digue transversale, 28 mai 2013



Photo 2 : Vue du côté sud-ouest de la digue transversale, 28 mai 2013



Photo 3 : Vue vers le nord-est et l'intérieur du brise-lames, 8 octobre 2013



Photo 4 : Vue vers le nord-est et l'extérieur du brise-lames, 8 octobre 2013



Photo 5 : Vue vers le sud-ouest et l'intérieur du brise-lames, 8 octobre 2013. Une zone de plantation de spartine est présente en marge du brise-lame.



Photo 6 : Vue vers le sud-ouest et l'extérieur du brise-lames, 8 octobre 2013



Photo 7 : Vue du côté extérieur du brise-lames, depuis l'extrémité sud-ouest en direction nord-est, 8 octobre 2013



Photo 8 : Vue de l'ailette de l'extrémité sud-ouest du brise-lames, 8 octobre 2013



Photo 9 : Vue de l'extérieur (sud-ouest) de l'ailette sud-ouest, 8 octobre 2013



Photo 10 : Aspect de la spartine dans les bancs donneurs en mai 2013



Photo 11 : Vue rapprochée des algues fixées aux roches de la digue *Porphyra umbilicalis* (Rhodophycée), mai 2013



Photo 12 : Aspect visuel de la surface des sédiments dans le marais de Rivière-du-Loup à marée basse, mai 2013



Photo 13 : Travaux d'arpentage des plaques sédimentaires dans le marais de Rivière-du-Loup, mai 2013.



Photo 14 : Vue d'une plaque à sédiments non recouverte du secteur témoin nord, octobre 2013



Photo 15 : Canaux d'écoulement dans le bassin sud, mai 2013



Photo 16 : Vue sur les bancs donneurs de spartine en mai 2013



Photo 17 : Reprise naturelle de la végétation (spartine alterniflore) à l'intérieur du brise-lames, 5 septembre 2012



Photo 18 : Vue du talus en érosion en bordure de l'autoroute 20, mai 2013



Photo 19 : Vue d'ensemble de la partie centrale, mars 2013



Photo 20 : Détail du côté nord de la digue, mars 2013



Photo 21 : Détail du côté nord-est de la digue, octobre 2013



Photo 22 : Détail du côté sud-ouest de la digue côté plage, octobre 2013. Une zone de plantation de spartine est présente en marge de la rive. Le succès de reprise est intéressant.



Photo 23 : Détail du côté sud-ouest de la digue, en bordure du brise-lames, octobre 2013. Bonne reprise des plantations de spartine.



Photo 24 : Détail du côté sud-ouest de la digue, ligne transversale de plantation de spartine, octobre 2013. La reprise est bonne (80 %).



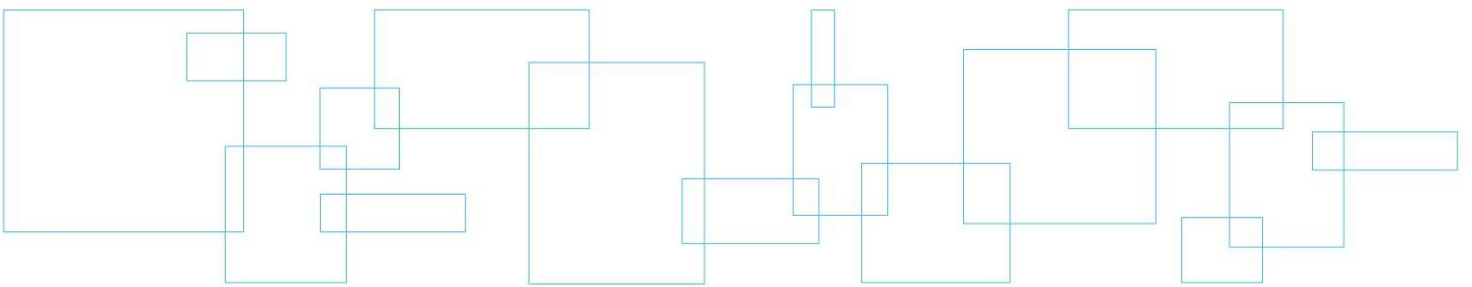
Photo 25 : Traces de bernaches du Canada ou autre sauvagine au site récepteur. Ces oiseaux se nourrissent de racine de spartine et pourraient donc avoir un impact sur le succès des plantations.



Photo 26 : Bernaches du Canada observées en amont du site récepteur.



## **Annexe 2 Résultats d'analyses en laboratoire sur les sédiments**





Résultats des analyses effectuées en laboratoire sur les échantillons de sédiments prélevés en mai et octobre 2013 au marais de Rivière-du-Loup

MAI 2013		UNITÉS	PLS-1	PLS-3	PLS-A4	PLS-A6	PLS-A2	PLS-A3	PLS-A7	PLS-A9	PLS-A10	PLS-A11	PLS-TN2	PLS-TN4
Humidité		%	44,3	41,4	55,5	60,8	54,9	50,6	68,5	71,7	75,0	72,1	59,1	58,7
Carbone organique total (COT)		%	1,44	1,37	2,68	3,53	4,12	3,03	4,35	5,71	5,30	4,17	3,03	2,53
Matière organique par oxydation chimique		%	2,48	2,36	4,62	6,09	7,10	5,22	7,50	9,84	9,14	7,19	5,22	4,36
Granulométrie	Gravier (> 2 mm)	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sable grossier et sable fin (< 2 mm et > 0,06 mm)	%	41,1	37,1	20,5	-	15,4	50,0	-	-	-	-	21,7	-
	Sable grossier (< 2 mm et > 0,2 mm)	%	-	-	-	0,0	-	-	0,0	25,5	0,0	0,0	-	0,0
	Sable fin (< 0,2 mm et > 0,06 mm)	%	-	-	-	12,7	-	-	6,4	71,3	7,3	6,4	-	15,6
	Limon (<0,06 mm et > 0,004)	%	37,3	32,7	42,3	48,7	40,3	25,0	39,3	-	36,3	36,6	36,8	37,0
	Argile et colloïdes (< 0,004 mm)	%	21,6	30,2	37,3	38,7	44,3	25,0	54,3	-	56,4	57,0	41,5	47,4
Commentaires										Échantillon essentiellement composé de matières organiques*				
OCTOBRE 2013		UNITÉS	PLS-1	PLS-3	PLS-A4	PLS-A6	PLS-A2	PLS-A3	PLS-A7	PLS-A9	PLS-A10	PLS-A11	PLS-TN2	PLS-TN4
Humidité		%	34,7	34,6	40,6	46,5	62,5	52,9	54	59,4	60,7	60,8	41,6	38,9
Carbone organique total (COT)		%	1,44	1,30	1,98	2,59	5,15	6,29	3,89	4,83	4,57	3,44	2,54	1,67
Matière organique par oxydation chimique		%	2,48	2,24	3,41	4,47	8,88	10,8	6,71	8,33	7,88	5,93	4,38	2,88
Granulométrie	Gravier (> 2 mm)	%	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sable grossier (< 2 mm et > 0,2 mm)	%	2,5	2,5	3,5	0,7	3,5	4,2	1,7	5,2	0,7	2,5	4,2	0,7
	Sable fin (< 0,2 mm et > 0,06 mm)	%	42,3	40,9	21,8	18,0	14,9	18,8	5,0	12,9	3,6	3,6	19,9	6,8
	Limon (<0,06 mm et > 0,004)	%	38,5	40,1	42,9	46,5	46,9	49,0	47,5	46,5	41,2	39,4	43,5	26,5
	Argile et colloïdes (< 0,004 mm)	%	16,7	15,5	31,8	33,7	34,7	28,0	45,8	35,3	54,4	54,5	32,3	65,9
Commentaires														

\* : Le % indiqué à sable fin est la somme de sable fin + limon + argile et colloïdes



### DESTINATAIRE

**Madame Catherine Blais**  
**Exova**  
**237, rue de Liverpool**  
**Québec**  
**QC, CAN**  
**G3A 2C8**

### PROJET

Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire

Québec

**Notre n° de dossier : P039237-0500**

### DOCUMENT(S) TRANSMIS

Monsieur ,

Il nous fait plaisir de vous transmettre ce rapport relativement aux services rendus par LVM, pour le projet cité en titre. Les documents suivants sont joints en annexe:

Sols, gran. & autres matér.                      Rapports 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271 et 272

### REMARQUES

### COPIE(S) CONFORME(S)

**Poste :** Madame Céline Boutet, Exova (1 copie)

**Courriel :** Madame Catherine Blais, Exova (catherine.blais@exova.com)  
 Madame Céline Boutet, Exova (celine.boutet@exova.com)

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de LVM.  
 Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport. Une partie des essais, ou la totalité, peut avoir été réalisée par des fournisseurs ou sous-traitants dûment qualifiés selon la procédure PQ-06 de notre manuel qualité.

Pour de plus amples informations, veuillez contacter Sylvie Hamel, Chef laboratoire responsable de votre projet au (418) 647-2435 Ext:231.

**Date de transmission**  
 2013-06-12

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 261 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

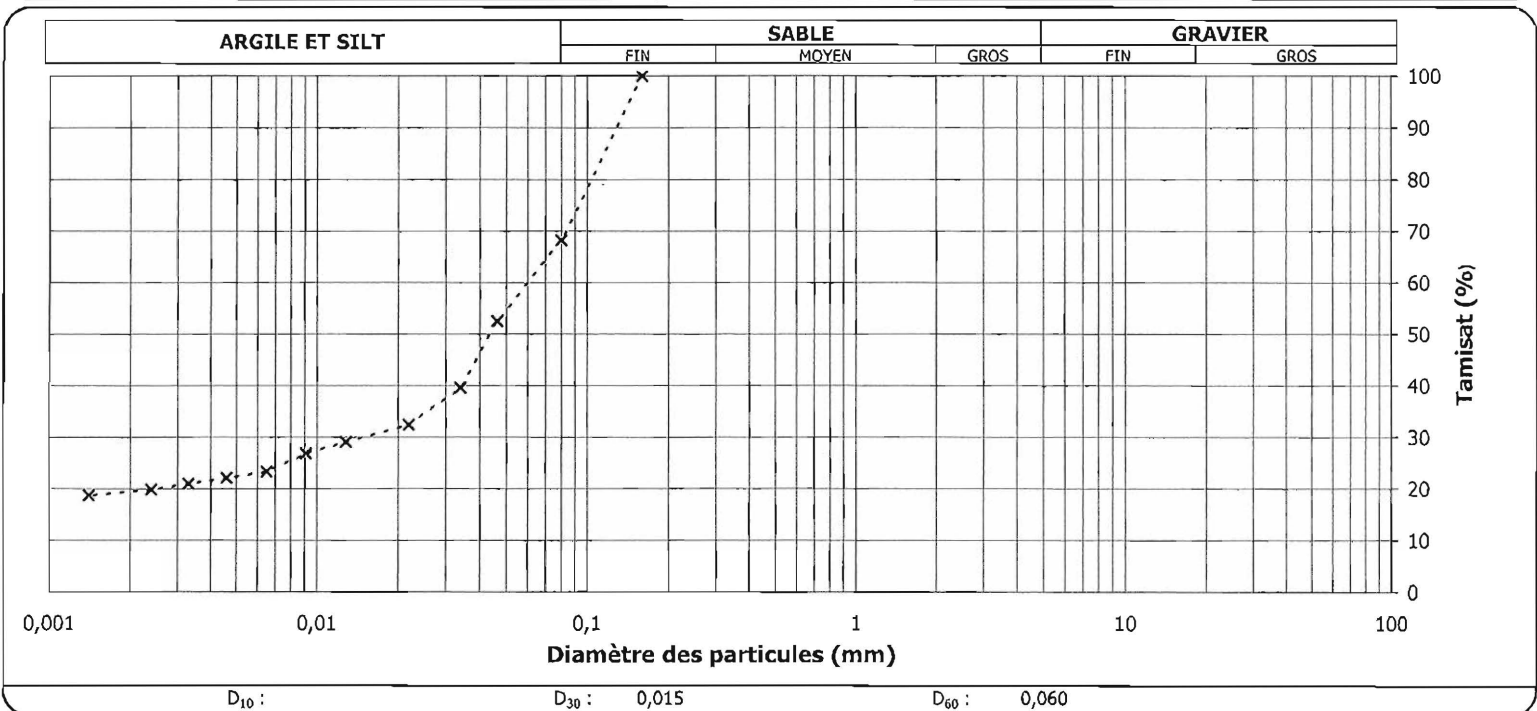
Provenance :  
 N° d'échantillon : 261      N° d'échantillon client : 2357263      Échantillonné par : le client  
 Matériau :      Date d'échantillonnage : 2013-05-28  
 Profondeur :      Date de réception : 2013-05-31  
 Localisation : Rivière-du-Loup      Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		46,3 µm	52,5
40 mm		34,0 µm	39,6
31,5 mm		21,9 µm	32,4
20 mm		12,8 µm	29,1
14 mm		9,1 µm	26,8
10 mm		6,5 µm	23,3
5 mm		4,6 µm	22,1
2 mm		3,3 µm	21,0
1,25 mm		2,4 µm	19,8
0,630 mm		1,4 µm	18,7
0,315 mm			
0,160 mm	100		
0,080 mm	68,2		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (> 2 mm) : 0,0 %, Sable grossier et Sable fin (< 2 mm et > 0.06 mm) : 41,1 %, Limon (< 0.06 mm et > 0.004 mm) : 37,3 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 21,6 %.

**Proportion selon analyse (%)**  
 Sable :  
 Cailloux :  
 Gravier :  
 Silt :  
 Argile :



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 262 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

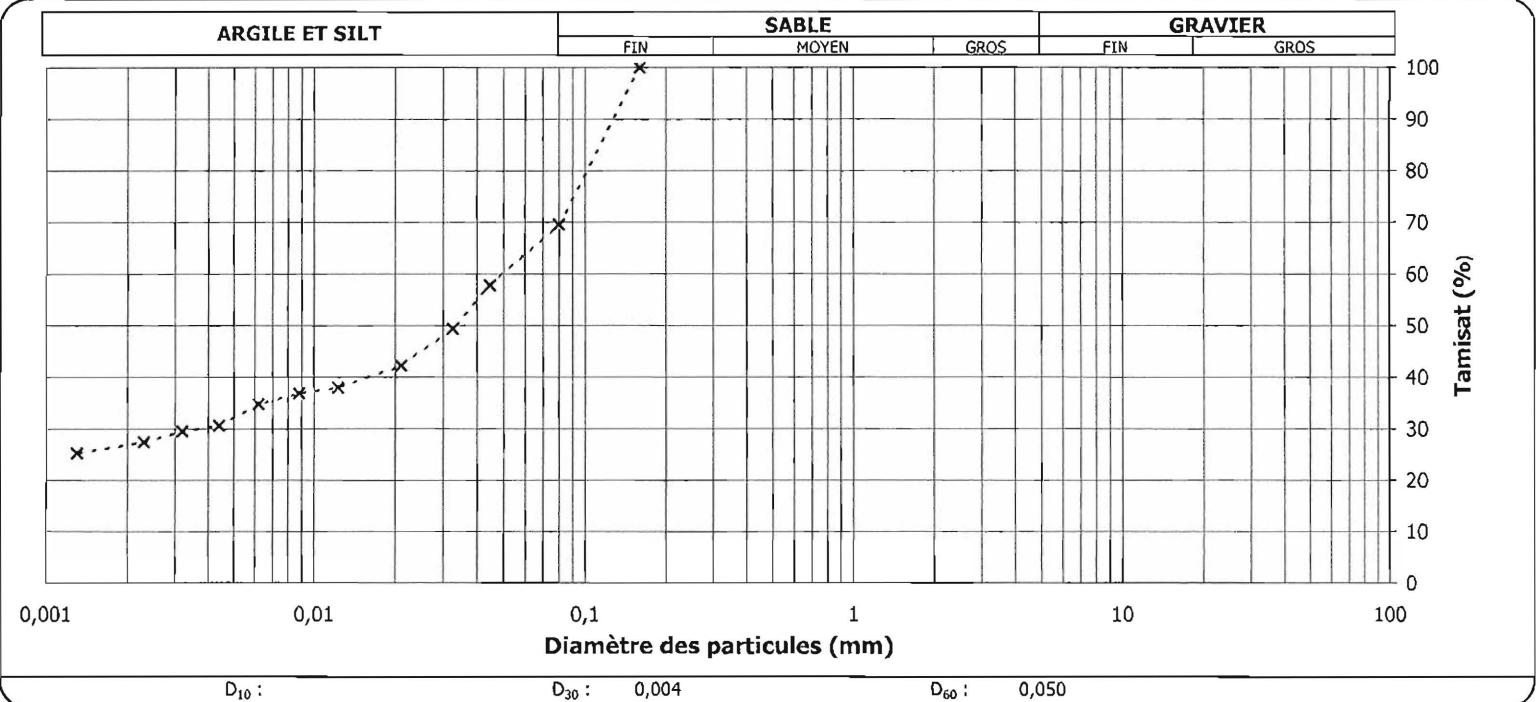
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 262      **N° d'échantillon client :** 2357264      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-05-28  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-05-31  
**Localisation :** Rivière-du-Loup      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		44,7 µm	57,8
40 mm		32,6 µm	49,4
31,5 mm		21,1 µm	42,2
20 mm		12,3 µm	38,0
14 mm		8,8 µm	36,9
10 mm		6,2 µm	34,8
5 mm		4,4 µm	30,6
2 mm		3,2 µm	29,5
1,25 mm		2,3 µm	27,4
0,630 mm		1,3 µm	25,3
0,315 mm			
0,160 mm	100		
0,080 mm	69,6		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (> 2 mm) : 0,0 %, Sable grossier et Sable fin (< 2 mm et > 0.06 mm) : 37,1 %, Limon (< 0.06 mm et > 0.004 mm) : 32,7 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 30,2 %.

**Proportion selon analyse (%)**  
 Sable :  
 Cailloux :  
 Gravier :  
 Silt :  
 Argile :



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 263 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

### ÉCHANTILLONNAGE

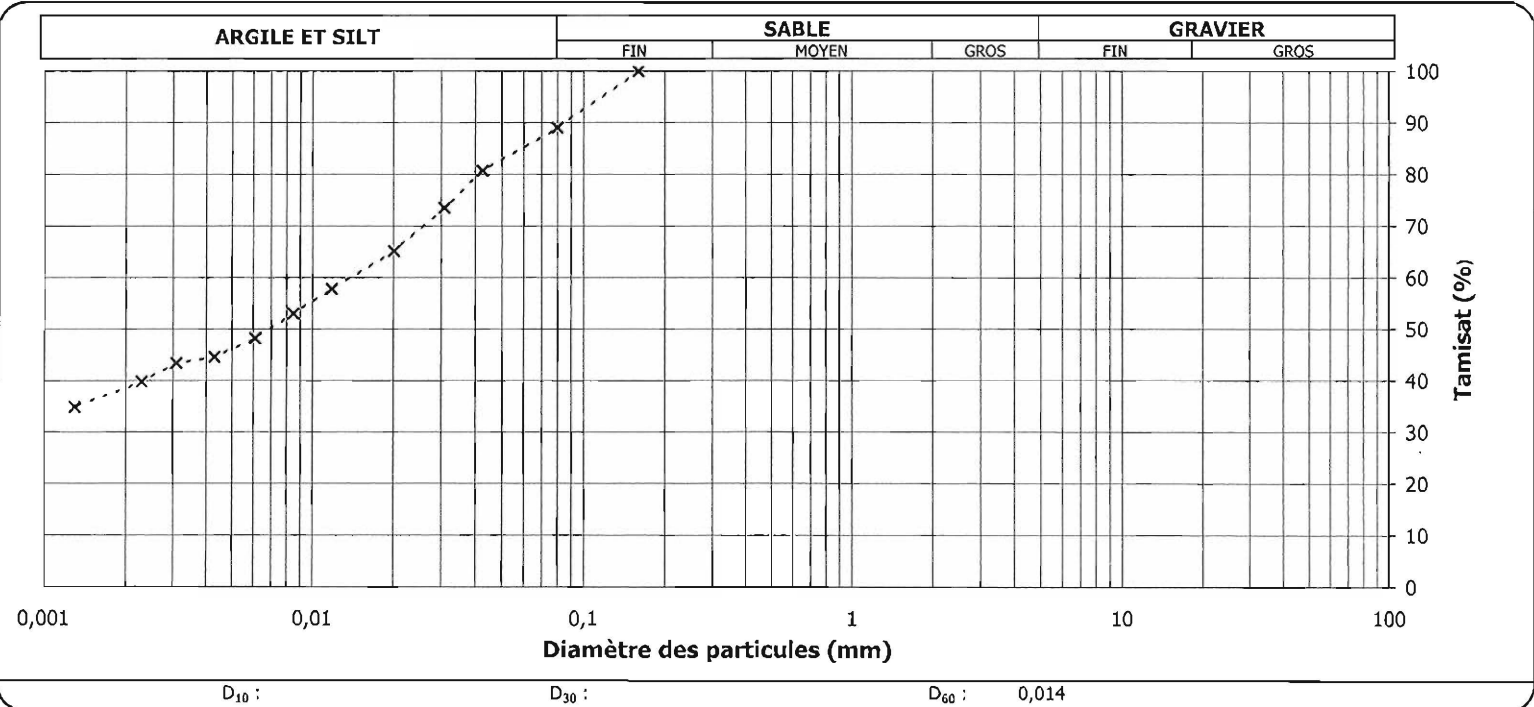
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 263 **N° d'échantillon client :** 2357265 **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :** **Date d'échantillonnage :** 2013-05-28  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2013-05-31  
**Localisation :** Rivière-du-Loup **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		42,6 µm	80,7
40 mm		30,9 µm	73,5
31,5 mm		20,1 µm	65,1
20 mm		11,8 µm	57,8
14 mm		8,5 µm	53,0
10 mm		6,1 µm	48,2
5 mm		4,3 µm	44,6
2 mm		3,1 µm	43,4
1,25 mm		2,3 µm	39,8
0,630 mm		1,3 µm	34,9
0,315 mm			
0,160 mm	100		
0,080 mm	89,0		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier et Sable fin (<2 mm et > 0.06 mm) : 15,4 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm) : 40,3 %, Argile et colloïde(< 0.004 mm) : 44,3 %.

**Proportion selon analyse (%)**  
 Sable :  
 Cailloux :  
 Gravier :  
 Silt :  
 Argile :



**Préparé par :** *Sylvie Hamel*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

<b>Client</b> : Exova	<b>Dossier</b> : P039237-0500
<b>Projet</b> : Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire	<b>Réf. client</b>
<b>Endroit</b> : Québec	<b>Rapport n°</b> : 264 <span style="float:right">Rév. 0</span>
	<b>Page</b> 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :	N° d'échantillon : 264	N° d'échantillon client : 2357266	Échantillonné par : le client
Matériau :	Date d'échantillonnage : 2013-05-28		
Profondeur :	Date de réception : 2013-05-31		
Localisation : Rivière-du-Loup	Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)		

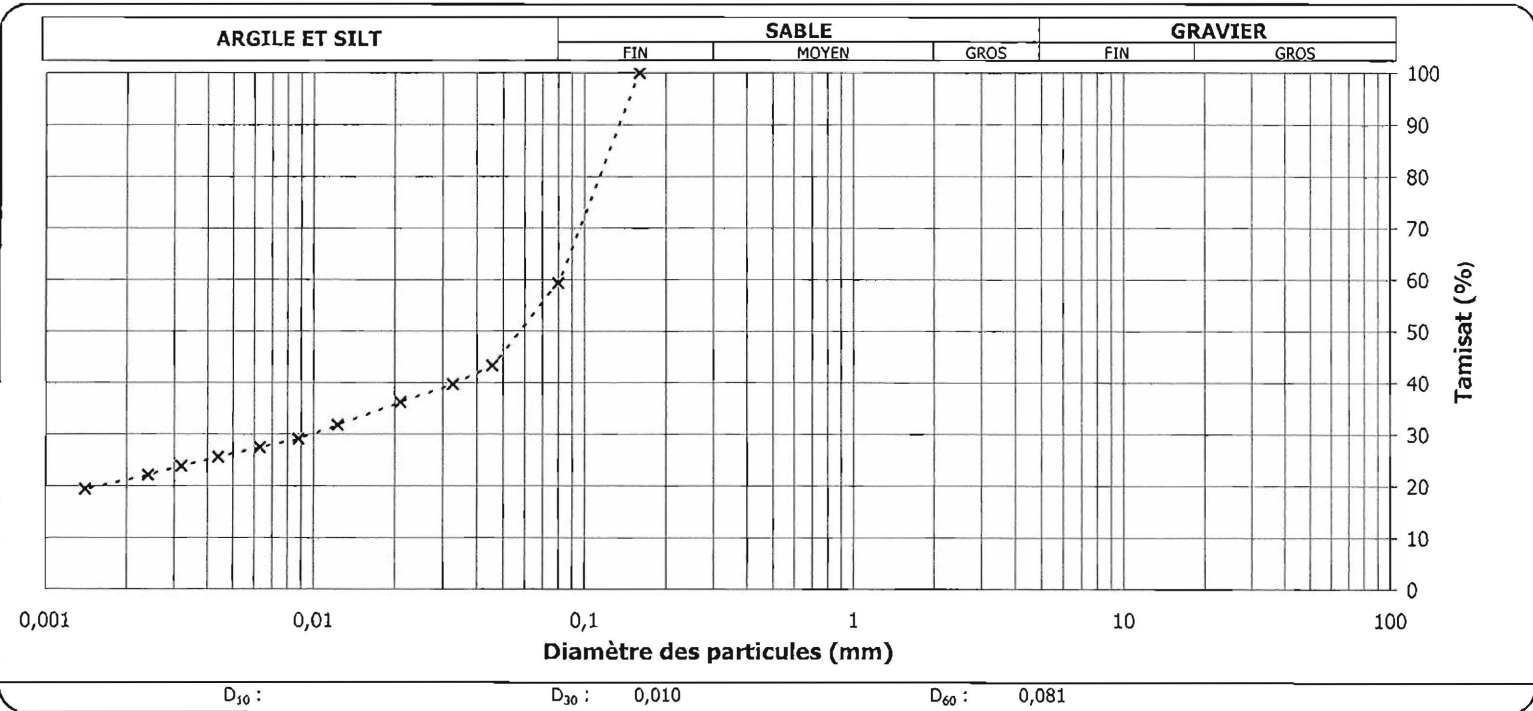
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		45,7 µm	43,3
40 mm		32,7 µm	39,7
31,5 mm		21,0 µm	36,2
20 mm		12,3 µm	31,8
14 mm		8,8 µm	29,1
10 mm		6,3 µm	27,4
5 mm		4,4 µm	25,6
2 mm		3,2 µm	23,8
1,25 mm		2,4 µm	22,1
0,630 mm		1,4 µm	19,4
0,315 mm			
0,160 mm	100		
0,080 mm	59,3		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier et Sable fin (<2 mm et > 0.06 mm) : 50,0 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm) : 25,0 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 25,0 %.

<b>Proportion selon analyse (%)</b>	
Cailloux :	Sable :
Gravier :	Silt :
	Argile :



<b>Préparé par :</b>  Sylvie Hamel, Chef laboratoire	<b>Date :</b> 2013-06-11
--	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Sylvie Hamel, Chef laboratoire	<b>Date :</b> 2013-06-11
---	-----------------------------

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 265 Rév. 0  
**Page :** 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 265      **N° d'échantillon client :** 2357267      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-05-28  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-05-31  
**Localisation :** Rivière-du-Loup      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

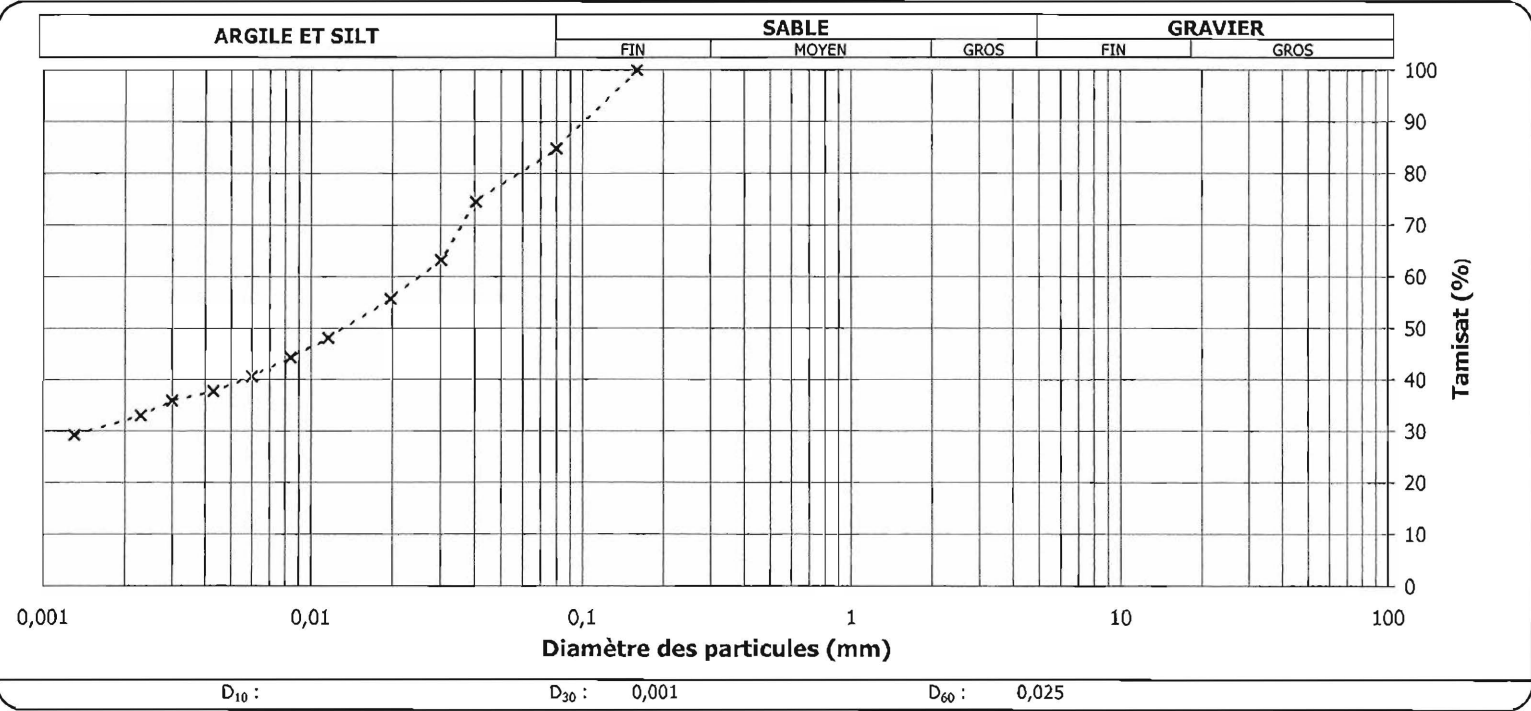
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		40,5 µm	74,5
40 mm		30,2 µm	63,2
31,5 mm		19,7 µm	55,7
20 mm		11,6 µm	48,1
14 mm		8,4 µm	44,3
10 mm		6,0 µm	40,6
5 mm		4,3 µm	37,7
2 mm		3,0 µm	35,9
1,25 mm		2,3 µm	33,0
0,630 mm		1,3 µm	29,2
0,315 mm			
0,160 mm	100		
0,080 mm	84,7		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm): 0,0 %, Sable grossier et Sable fin (<2 mm et > 0.06 mm) : 20,5 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm) : 42,3 %, Argile et colloïde(< 0.004 mm) : 37,3 %.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	
Cailloux :	
Gravier :	
Silt :	
Argile :	



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

<b>Client</b> : Exova	<b>Dossier</b> : P039237-0500
<b>Projet</b> : Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire	<b>Réf. client</b>
<b>Endroit</b> : Québec	<b>Rapport n°</b> : 266 <span style="float:right">Rév. 0</span>
	<b>Page</b> 1 de 1

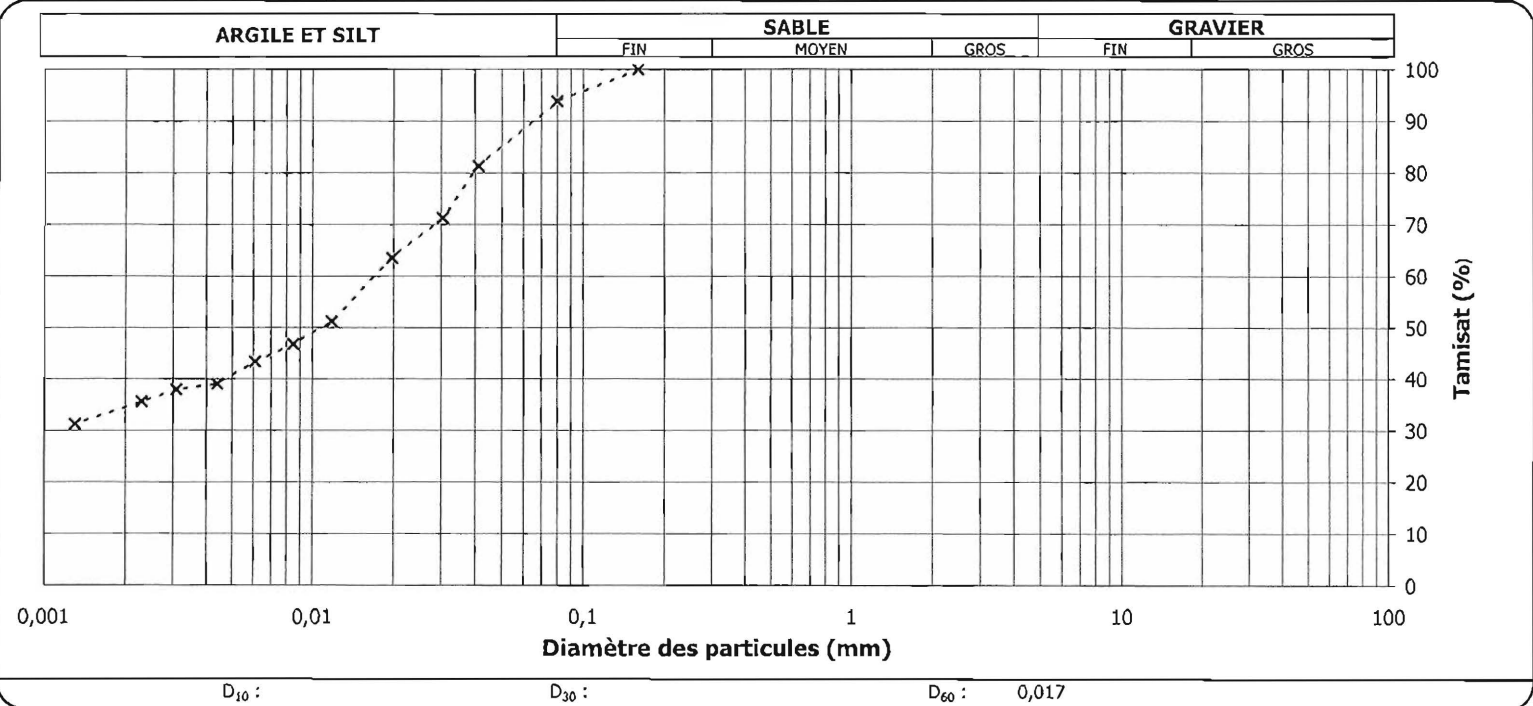
### ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :	N° d'échantillon : 266	N° d'échantillon client : 2357268	Échantillonné par : le client
Matériau :	Date d'échantillonnage : 2013-05-28		
Profondeur :	Date de réception : 2013-05-31		
Localisation : Rivière-du-Loup	Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)		

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,3 µm	81,3
40 mm		30,4 µm	71,3
31,5 mm		19,8 µm	63,5
20 mm		11,8 µm	51,2
14 mm		8,5 µm	46,8
10 mm		6,1 µm	43,4
5 mm		4,4 µm	39,0
2 mm		3,1 µm	37,9
1,25 mm		2,3 µm	35,6
0,630 mm		1,3 µm	31,2
0,315 mm			
0,160 mm	100		
0,080 mm	93,8		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

REMARQUES	
Gravier ( >2 mm ) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 0,0 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 12,7 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm) : 48,7 %, Argile et colloïde( < 0.004 mm ) : 38,7 %.	
<b>Proportion selon analyse (%)</b>	
Cailloux : 0,0	Sable : 6,2
Gravier : 0,0	Silt : 59,5
	Argile : 34,3



<b>Préparé par :</b>  Sylvie Hamel, Chef laboratoire	<b>Date :</b> 2013-06-11
--	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Sylvie Hamel, Chef laboratoire	<b>Date :</b> 2013-06-11
---	-----------------------------

<b>Client</b> : Exova	<b>Dossier</b> : P039237-0500
<b>Projet</b> : Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire	<b>Réf. client</b>
<b>Endroit</b> : Québec	<b>Rapport n°</b> : 267 <span style="float:right">Rév. 0</span>
	<b>Page</b> 1 de 1

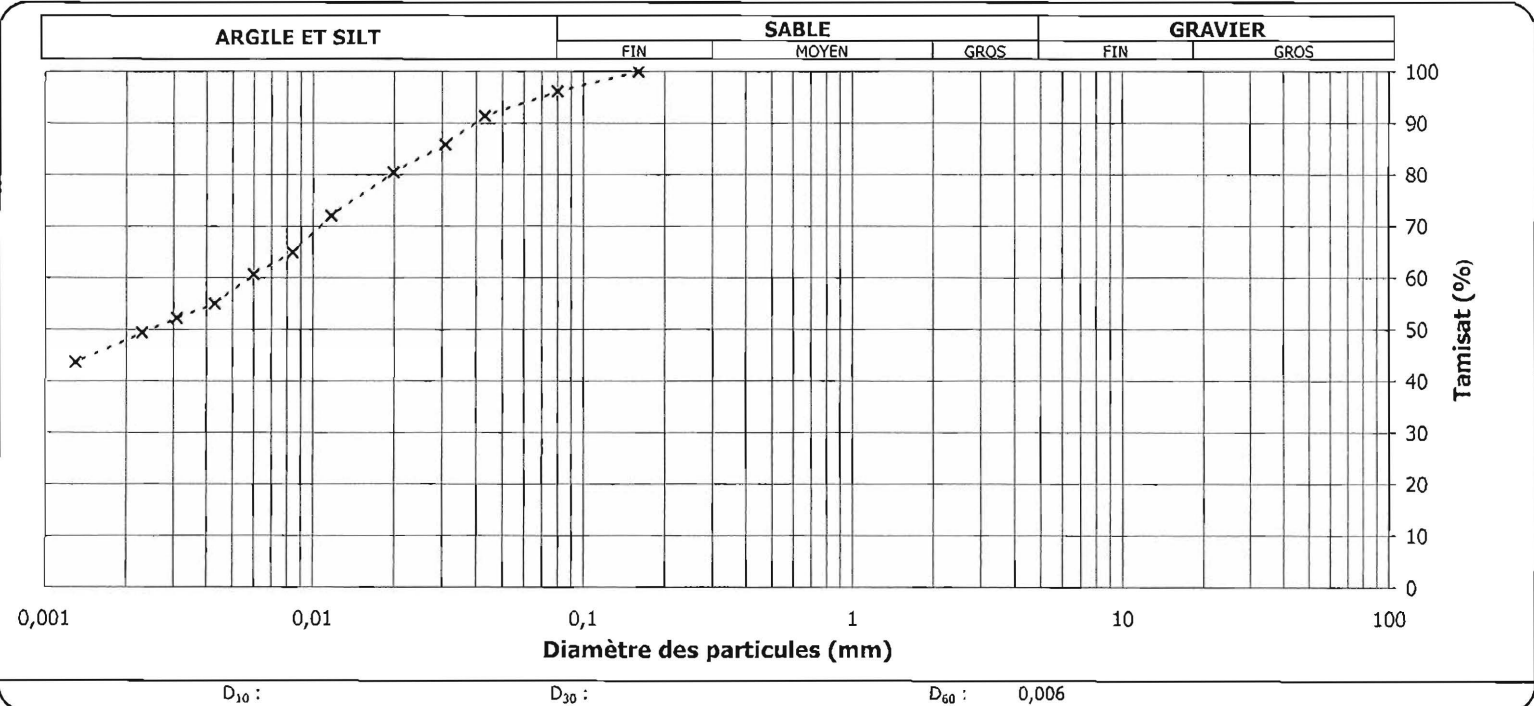
### ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :	N° d'échantillon : 267	N° d'échantillon client : 2357269	Échantillonné par : le client
Matériau :	Date d'échantillonnage : 2013-05-28		
Profondeur :	Date de réception : 2013-05-31		
Localisation : Rivière-du-Loup	Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)		

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)		AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)		
112 mm					
80 mm					
56 mm		43,1 µm	91,4		
40 mm		30,9 µm	85,8		
31,5 mm		19,9 µm	80,4		
20 mm		11,7 µm	72,0		
14 mm		8,4 µm	64,9		
10 mm		6,0 µm	60,7		
5 mm		4,3 µm	55,0		
2 mm		3,1 µm	52,2		
1,25 mm		2,3 µm	49,4		
0,630 mm		1,3 µm	43,7		
0,315 mm					
0,160 mm	100				
0,080 mm	96,2				

REMARQUES	
Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 0,0 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 6,4 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm) : 39,3 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 54,3 %.	
<b>Proportion selon analyse (%)</b>	
Sable :	3,8
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	48,5
Argile :	47,7



<b>Préparé par :</b>  Sylvie Hamel, Chef laboratoire	<b>Date :</b> 2013-06-11
<b>Approuvé par :</b>  Sylvie Hamel, Chef laboratoire	<b>Date :</b> 2013-06-11

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 268 Rév. 0  
Page 1 de 1

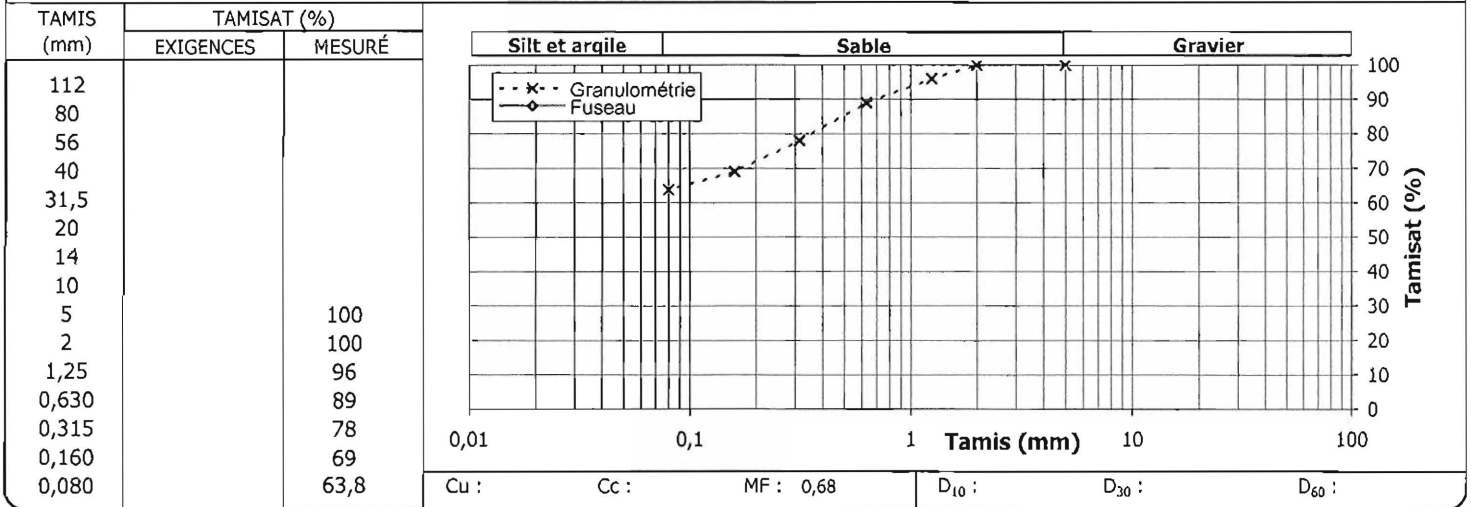
### Échantillonnage

N° d'échantillon : 268  
 N° d'échantillon client : 2357270  
 Type de matériau :  
 Source première; ville :  
 Endroit échantillonné : Rivière-du-Loup;

### Spécification n° 1

Référence :  
 Usage :  
 Calibre : Régulier  
 Classe :  
 Prélevé le : 2013-05-28  
 Par : le client  
 Reçu le : 2013-05-31

### Analyse granulométrique (LC 21-040)



Masse vol. sèche maximale kg/m <sup>3</sup>	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

### Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux :	Sable :
Gravier :	Silt et argile :

### Autres essais

### Exigé

### Mesuré

### Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.  
 Échantillon essentiellement composé de matières organiques. Gravier (>2 mm) : 3,2 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 25,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 71,3%, \* Le % indiqué à "sable fin" est la somme de "sable fin + limon + argile et colloïde".

UN ASTÉRISQUE ACCOMPAGNE TOUT RÉSULTAT NON CONFORME

**Préparé par :**

Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Date :**

2013-06-11

**Approuvé par :**

Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Date :**

2013-06-11

<b>Client</b> : Exova	<b>Dossier</b> : P039237-0500
<b>Projet</b> : Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire	<b>Réf. client</b>
<b>Endroit</b> : Québec	<b>Rapport n°</b> : 269 <span style="float:right">Rév. 0</span>
	<b>Page</b> 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :	N° d'échantillon : 269	N° d'échantillon client : 2357271	Échantillonné par : le client
Matériau :	Date d'échantillonnage : 2013-05-28		
Profondeur :	Date de réception : 2013-05-31		
Localisation : Rivière-du-Loup	Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)		

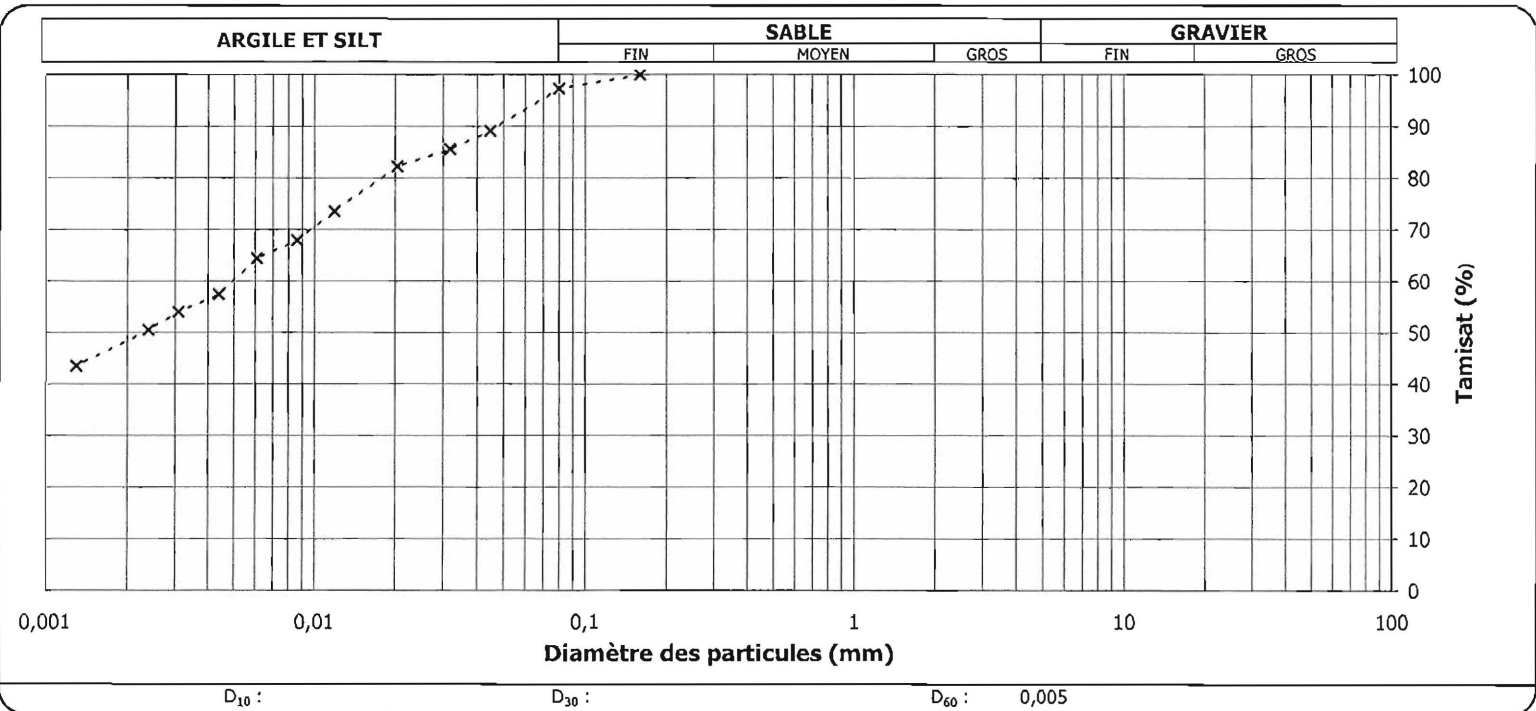
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		44,7 µm	89,1
40 mm		31,9 µm	85,6
31,5 mm		20,4 µm	82,2
20 mm		11,9 µm	73,5
14 mm		8,6 µm	67,9
10 mm		6,1 µm	64,4
5 mm		4,4 µm	57,4
2 mm		3,1 µm	54,0
1,25 mm		2,4 µm	50,5
0,630 mm		1,3 µm	43,5
0,315 mm			
0,160 mm	100		
0,080 mm	97,3		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 0,0 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 7,3 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 36,3 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 56,4 %.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	2,7
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	49,3
Argile :	48,0



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Date :** 2013-06-11

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Date :** 2013-06-11

<b>Client</b> : Exova	<b>Dossier</b> : P039237-0500
<b>Projet</b> : Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire	<b>Réf. client</b>
<b>Endroit</b> : Québec	<b>Rapport n°</b> : 270 <span style="float:right">Rév. 0</span>
	<b>Page</b> 1 de 1

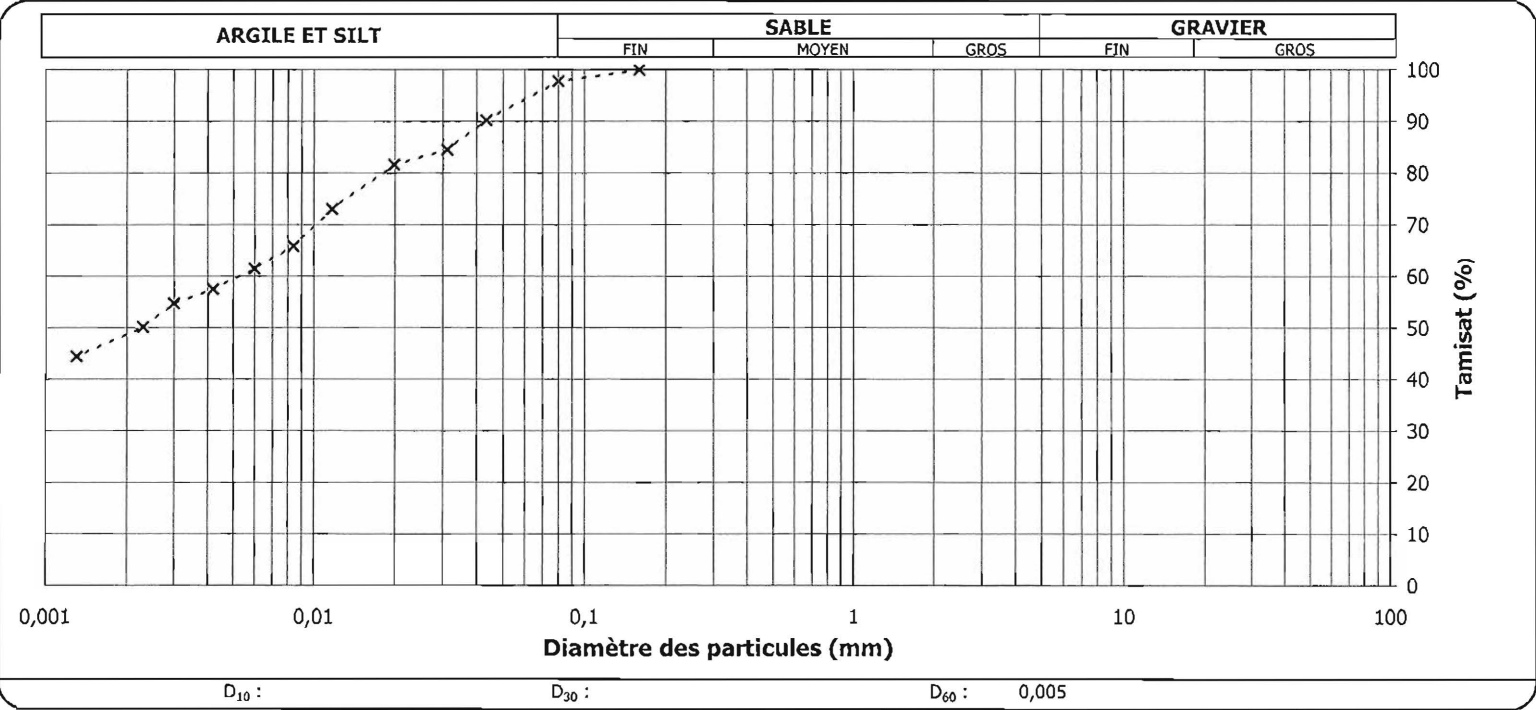
### ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :	N° d'échantillon : 270	N° d'échantillon client : 2357272	Échantillonné par : le client
Matériau :	Date d'échantillonnage : 2013-05-28		
Profondeur :	Date de réception : 2013-05-31		
Localisation : Rivière-du-Loup	Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)		

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)		AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)		
112 mm				Lavage au 80 µm (LC 21-040) (%)	97,8
80 mm					
56 mm		43,5 µm	90,2		
40 mm		31,2 µm	84,5		
31,5 mm		19,9 µm	81,6		
20 mm		11,7 µm	73,0		
14 mm		8,4 µm	65,8		
10 mm		6,0 µm	61,5		
5 mm		4,2 µm	57,5		
2 mm		3,0 µm	54,7		
1,25 mm		2,3 µm	50,1		
0,630 mm		1,3 µm	44,4		
0,315 mm					
0,160 mm	100				
0,080 mm	97,8				

REMARQUES	
Gravier ( >2 mm ) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm ) : 0,0 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 6,4 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 36,6 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 57,0 %.	
<b>Proportion selon analyse (%)</b>	
Sable :	2,2
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	49,4
Argile :	48,4



<b>Préparé par</b> :  Sylvie Hamel, Chef laboratoire	<b>Date</b> : 2013-06-11
<b>Approuvé par</b> :  Sylvie Hamel, Chef laboratoire	<b>Date</b> : 2013-06-11

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 271 Rév. 0  
**Page :** 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

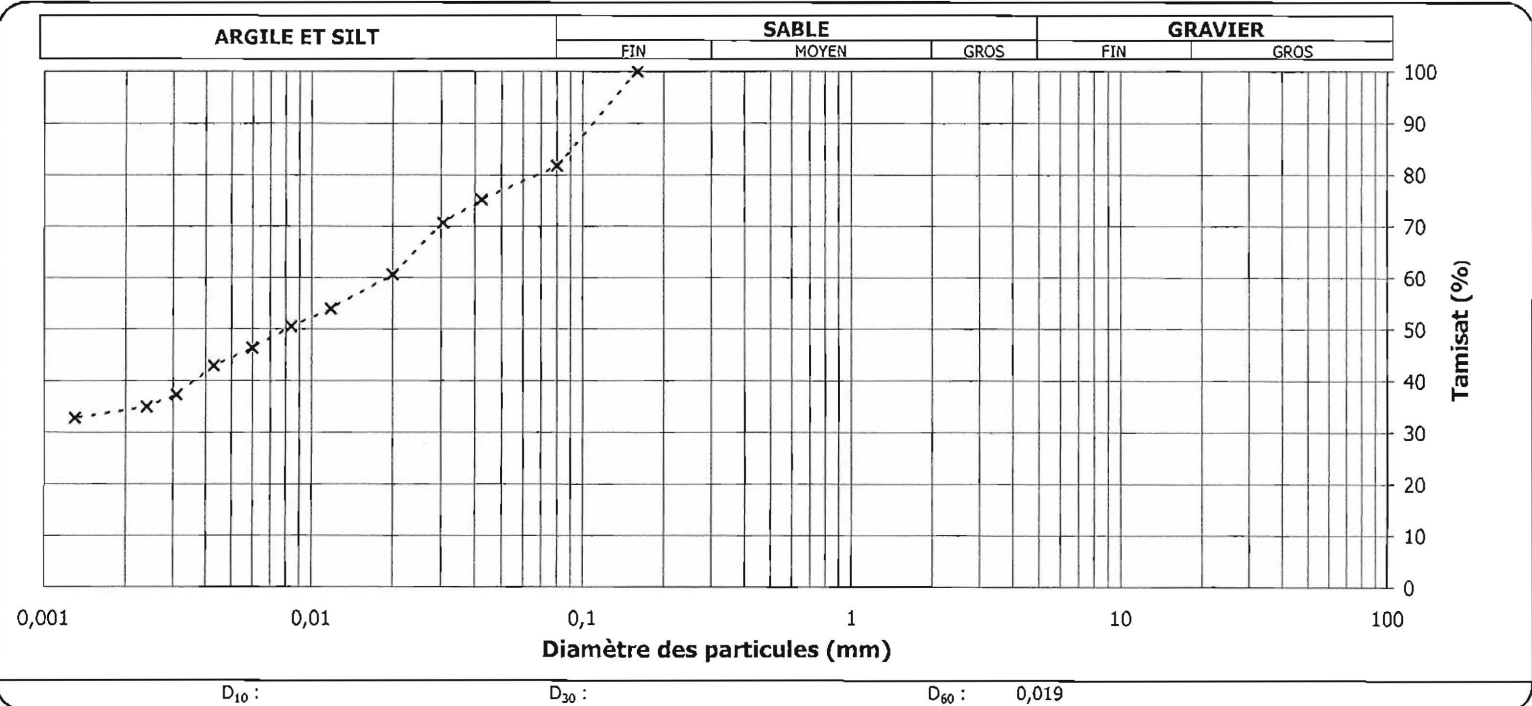
Provenance :  
 N° d'échantillon : 271      N° d'échantillon client : 2357273      Échantillonné par : le client  
 Matériau :      Date d'échantillonnage : 2013-05-28  
 Profondeur :      Date de réception : 2013-05-31  
 Localisation : Rivière-du-Loup      Densité relative des particules < 2 mm : 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		42,4 µm	75,2
40 mm		30,6 µm	70,7
31,5 mm		20,0 µm	60,6
20 mm		11,8 µm	53,9
14 mm		8,4 µm	50,5
10 mm		6,0 µm	46,3
5 mm		4,3 µm	42,9
2 mm		3,1 µm	37,3
1,25 mm		2,4 µm	35,0
0,630 mm		1,3 µm	32,8
0,315 mm			
0,160 mm	100		
0,080 mm	81,8		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier et Sable fin (<2 mm et > 0.06 mm) : 21,7 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm) : 36,8 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 41,5 %.

**Proportion selon analyse (%)**  
 Sable :  
 Cailloux :  
 Gravier :  
 Silt :  
 Argile :



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en Laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P039237-0500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 272 Rév. 0  
**Page :** 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 272      **N° d'échantillon client :** 2357274      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-05-28  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-05-31  
**Localisation :** Rivière-du-Loup      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

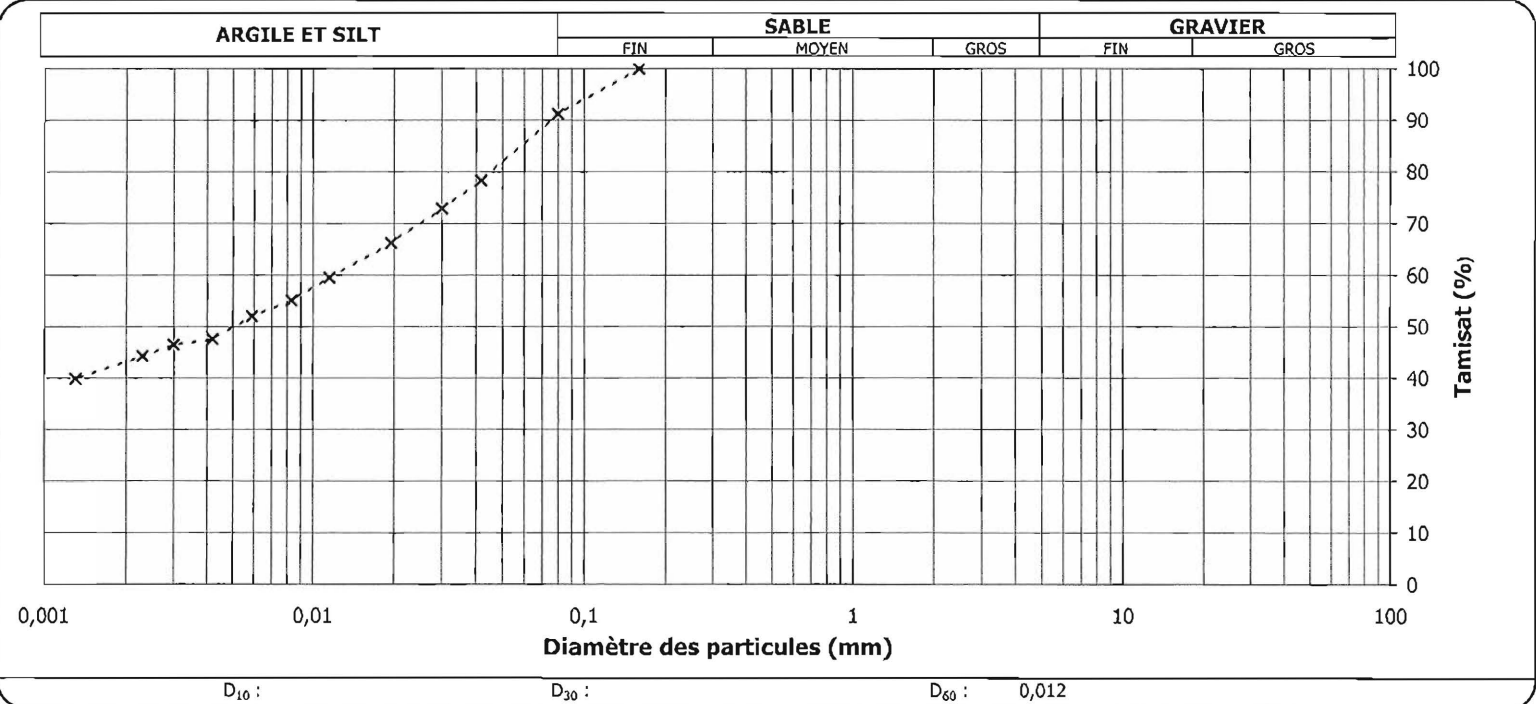
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,8 µm	78,3
40 mm		30,1 µm	72,8
31,5 mm		19,5 µm	66,2
20 mm		11,5 µm	59,5
14 mm		8,3 µm	55,1
10 mm		5,9 µm	52,0
5 mm		4,2 µm	47,6
2 mm		3,0 µm	46,5
1,25 mm		2,3 µm	44,3
0,630 mm		1,3 µm	39,9
0,315 mm			
0,160 mm	100		
0,080 mm	91,2		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier ( >2 mm ) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm ) : 0,0 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 15,6 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 37,0 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm ) : 47,4 %.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	8,8
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	48,2
Argile :	43,0



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-06-11



### DESTINATAIRE

**Madame Catherine Blais**  
**Exova**  
**237, rue de Liverpool**  
**Québec**  
**QC, CAN**  
**G3A 2C8**

### PROJET

Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
  
Québec

**Notre n° de dossier : P-0003210-0-01-500**

### DOCUMENT(S) TRANSMIS

Monsieur ,

Il nous fait plaisir de vous transmettre ce rapport relativement aux services rendus par LVM, pour le projet cité en titre. Les documents suivants sont joints en annexe:

Sols, gran. & autres matér.                      Rapports 031, 032, 033, 034, 035, 036, 037, 038, 039, 040, 041 et 042

### REMARQUES

### COPIE(S) CONFORME(S)

Courriel :                      Madame Céline Boutet, Exova (celine.boutet@exova.com)

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de LVM.

Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport. Une partie des essais, ou la totalité, peut avoir été réalisée par des fournisseurs ou sous-traitants dûment qualifiés selon la procédure PQ-06 de notre manuel qualité.

Pour de plus amples informations, veuillez contacter Sylvie Hamel, Chef laboratoire responsable de votre projet au (418) 647-2435 Ext:231.

**Date de transmission**  
2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 31 Rév. 0  
Page 1 de 1

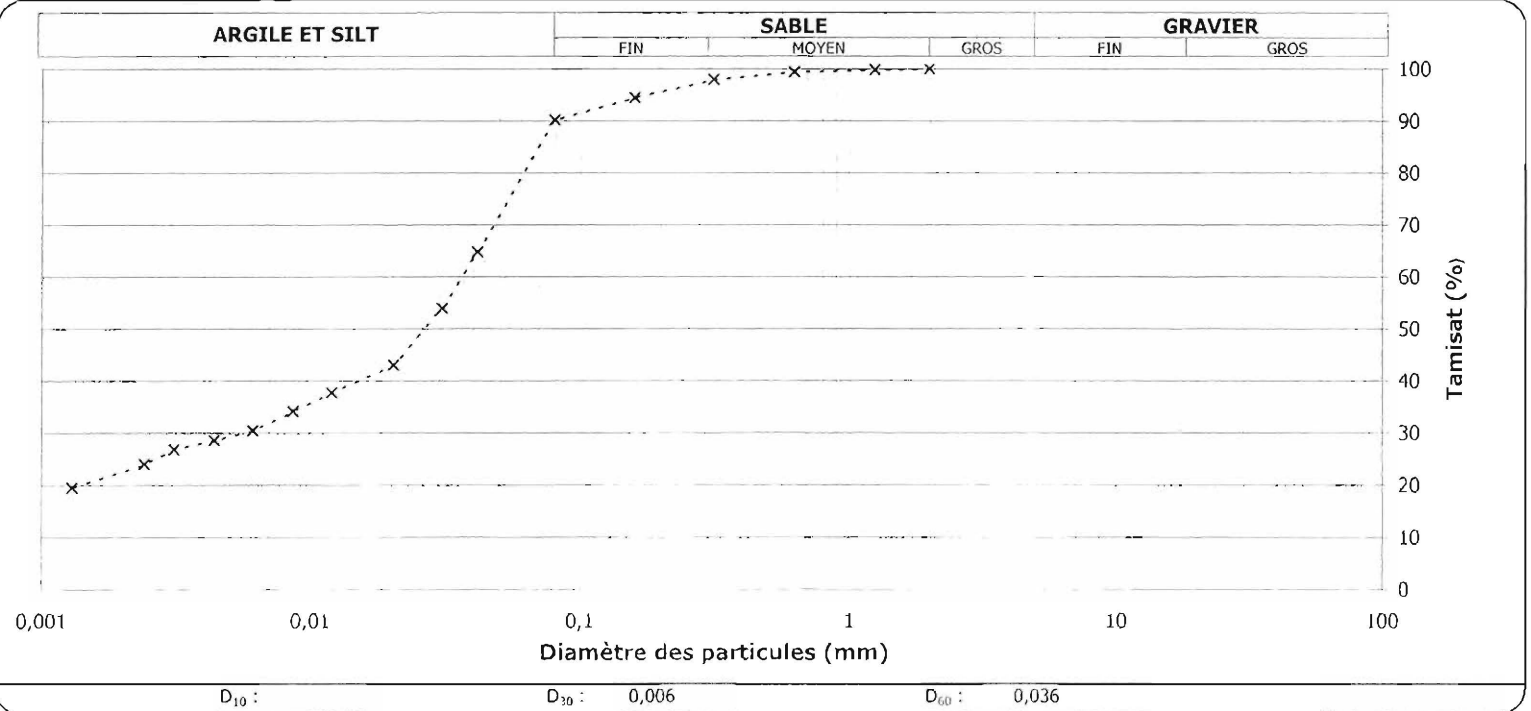
### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 31      **N° d'échantillon client :** 2455821      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :**      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)		AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Tamais	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)		
112 mm					
80 mm					
56 mm		41,5 µm	64,8		
40 mm		30,8 µm	53,9		
31,5 mm		20,4 µm	43,0		
20 mm		12,0 µm	37,7		
14 mm		8,6 µm	34,1		
10 mm		6,1 µm	30,4		
5 mm		4,4 µm	28,6		
2 mm	100	3,1 µm	26,8		
1,25 mm	100	2,4 µm	24,0		
0,630 mm	99	1,3 µm	19,5		
0,315 mm	98				
0,160 mm	95				
0,080 mm	90,2				

REMARQUES	
Gravier (>2 mm): 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm): 4,2 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm): 18,8 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm): 49,0 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm): 28,0%.	
<b>Proportion selon analyse (%)</b>	
Sable :	9,8
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	67,8
Argile :	22,4



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-23

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 32 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

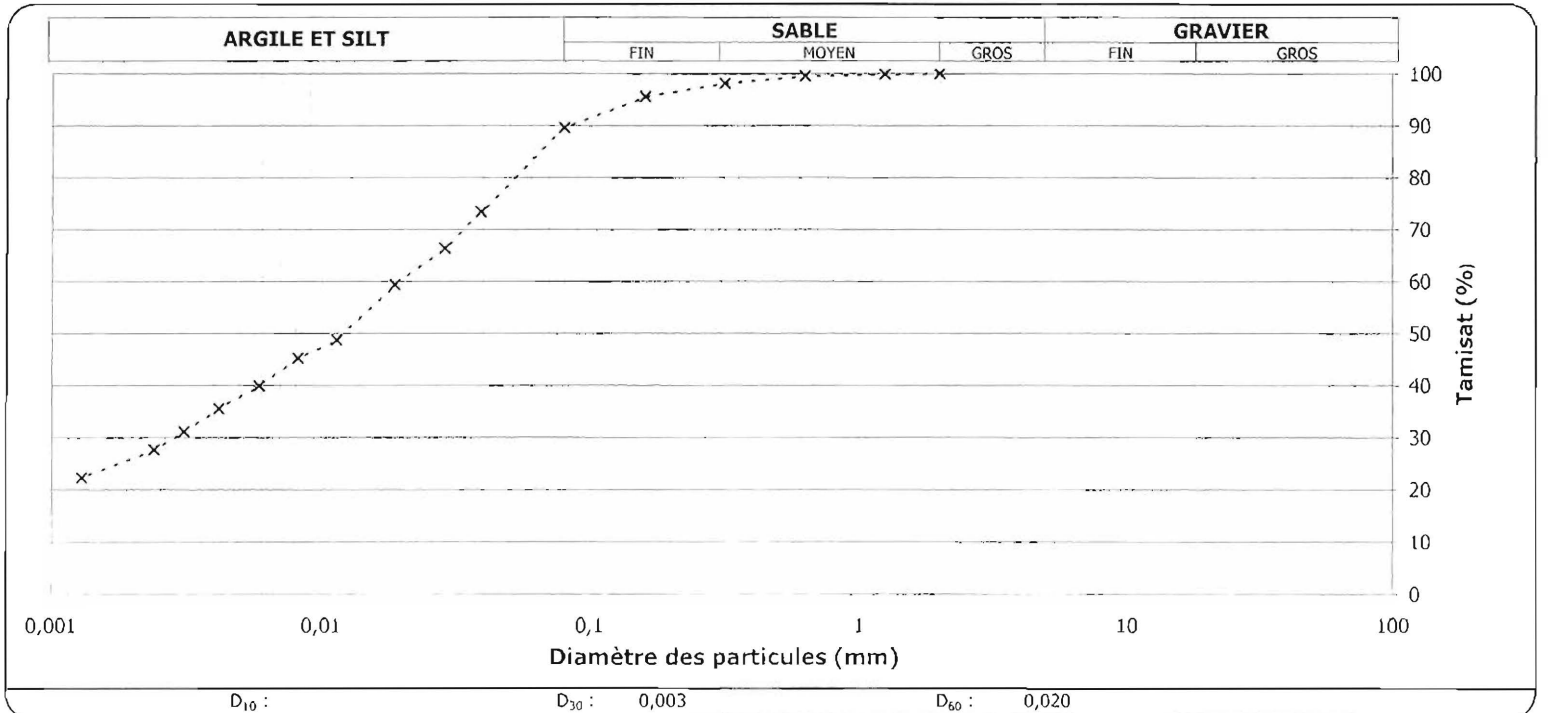
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 32 **N° d'échantillon client :** 2455822 **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :** **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :** **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		39,4 µm	73,4
40 mm		28,9 µm	66,3
31,5 mm		18,8 µm	59,3
20 mm		11,4 µm	48,7
14 mm		8,2 µm	45,2
10 mm		5,9 µm	39,9
5 mm		4,2 µm	35,5
2 mm	100	3,1 µm	31,1
1,25 mm	100	2,4 µm	27,6
0,630 mm	100	1,3 µm	22,3
0,315 mm	98		
0,160 mm	96		
0,080 mm	89,6		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm): 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm): 3,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm): 14,9 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm): 46,9 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm): 34,7%.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	10,4
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	63,9
Argile :	25,7



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-23

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 33 Rév. 0  
**Page** 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

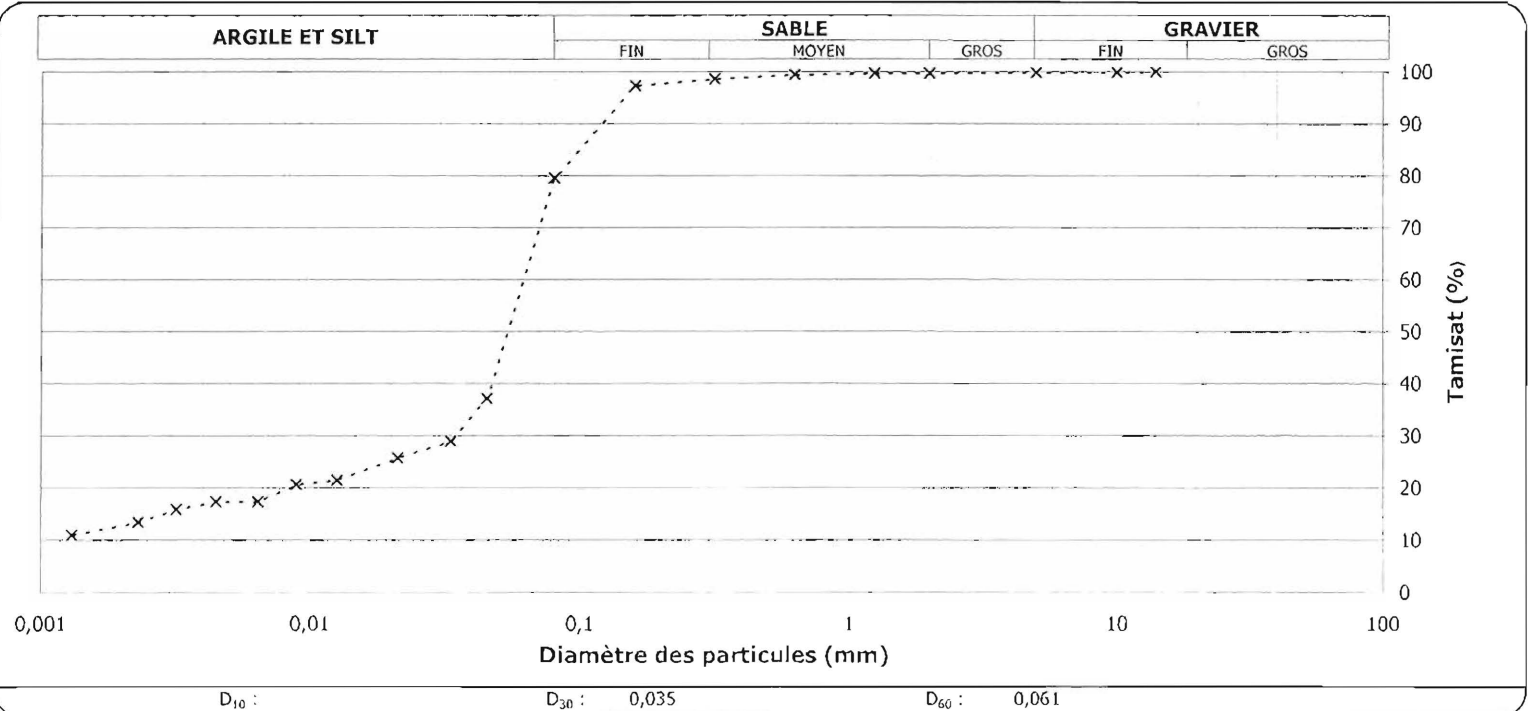
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 33 **N° d'échantillon client :** 2455823 **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :** **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :** **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		45,2 µm	37,1
40 mm		33,1 µm	28,9
31,5 mm		21,2 µm	25,7
20 mm		12,6 µm	21,4
14 mm	100	8,9 µm	20,6
10 mm	100	6,4 µm	17,3
5 mm	100	4,5 µm	17,3
2 mm	100	3,2 µm	15,8
1,25 mm	100	2,3 µm	13,4
0,630 mm	99	1,3 µm	10,9
0,315 mm	99		
0,160 mm	97		
0,080 mm	79,6		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (> 2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 2,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 42,3 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 38,5 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 16,7%. présence de coquillage

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	20,2
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,2
Silt :	67,0
Argile :	12,7



**Préparé par :** *Sylvie Hamel*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-23

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 34 Rév. 0  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

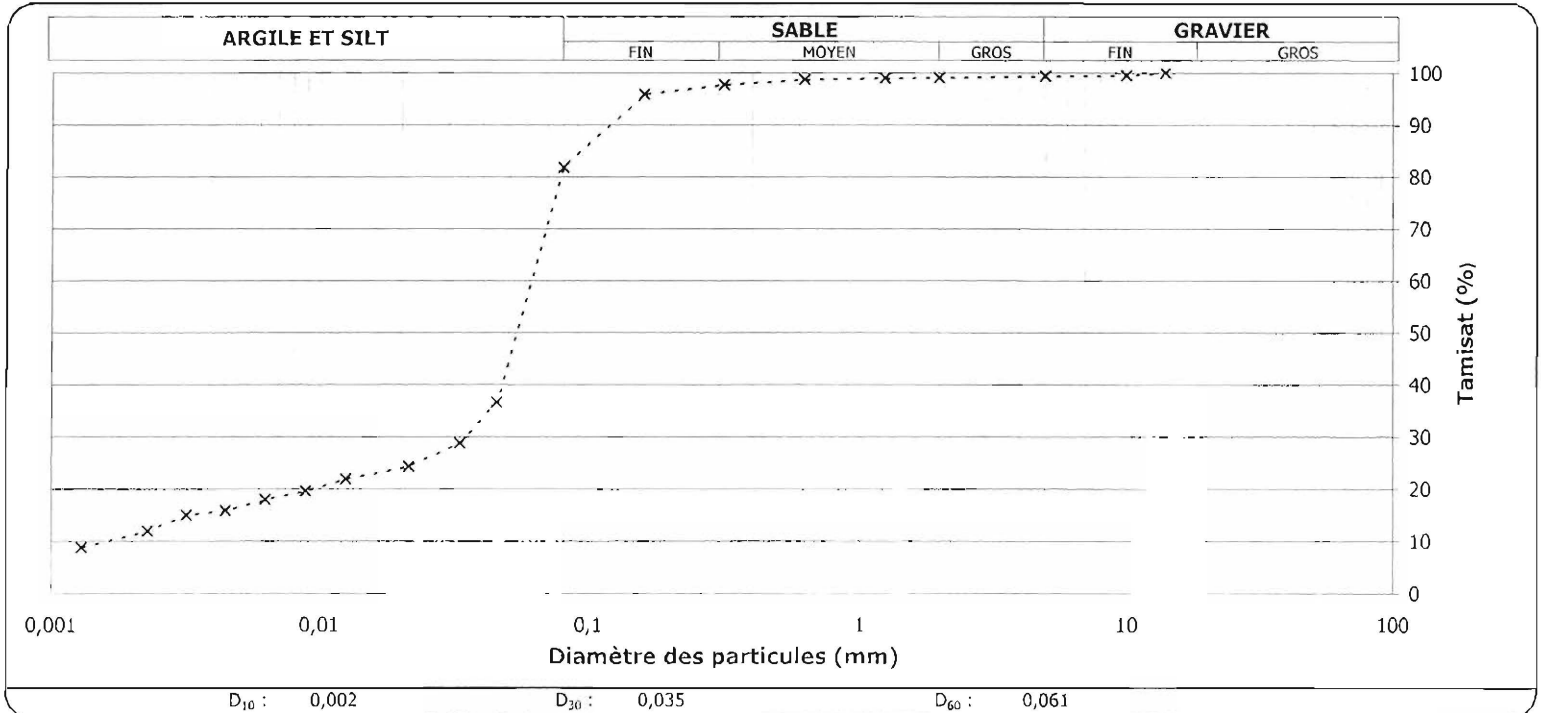
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 34      **N° d'échantillon client :** 2455824      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :**      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		45,5 µm	36,6
40 mm		33,2 µm	28,8
31,5 mm		21,4 µm	24,3
20 mm		12,5 µm	21,9
14 mm	100	8,9 µm	19,6
10 mm	100	6,3 µm	18,0
5 mm	99	4,5 µm	15,8
2 mm	99	3,2 µm	15,0
1,25 mm	99	2,3 µm	11,9
0,630 mm	99	1,3 µm	8,8
0,315 mm	98		
0,160 mm	96		
0,080 mm	81,8		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (> 2 mm): 1,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm): 2,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm): 40,9 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm): 40,1 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm): 15,5%. Présence de coquillage

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	17,6
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,6
Silt :	70,8
Argile :	11,0



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-23

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 35 Rév. 0  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

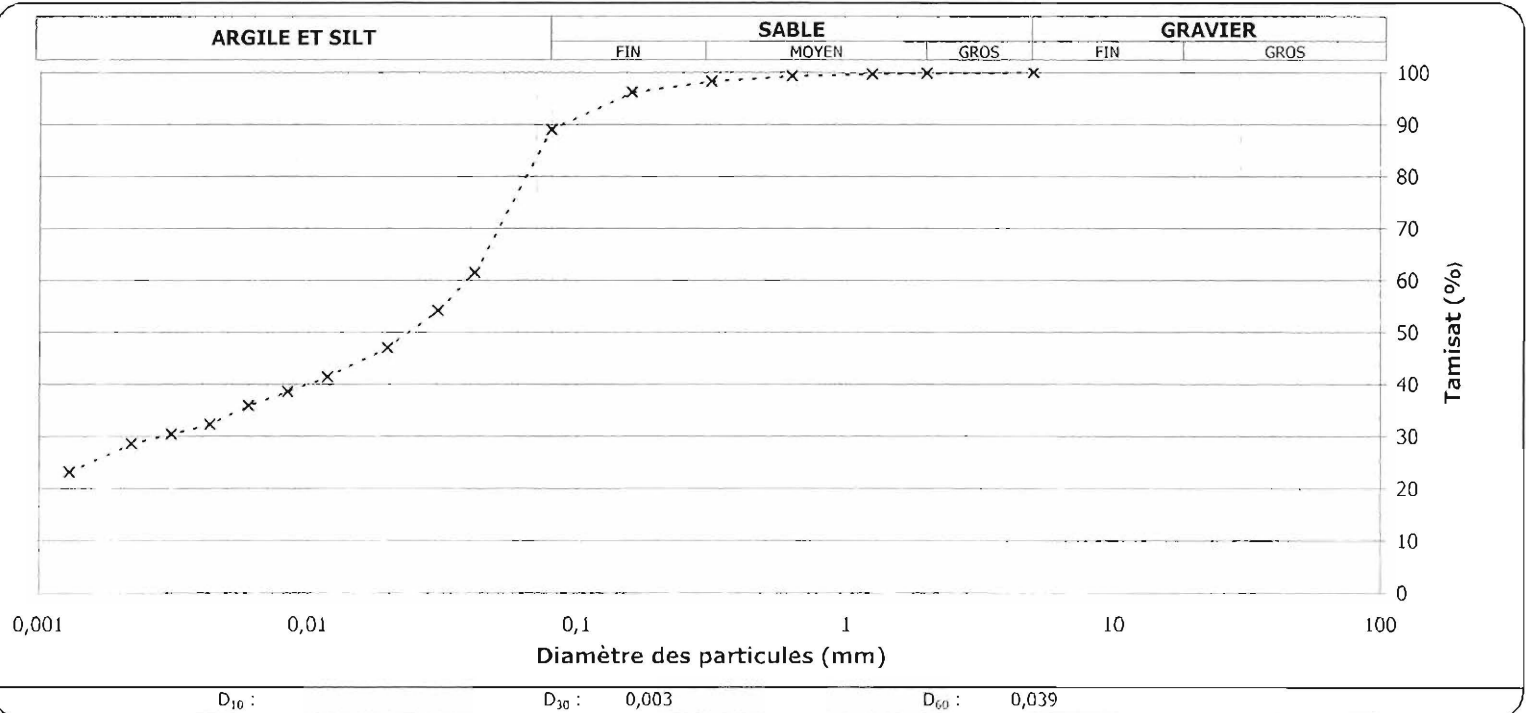
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 35      **N° d'échantillon client :** 2455825      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :**      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,6 µm	61,5
40 mm		30,4 µm	54,2
31,5 mm		19,8 µm	47,0
20 mm		11,8 µm	41,4
14 mm		8,4 µm	38,6
10 mm		6,0 µm	35,9
5 mm	100	4,3 µm	32,3
2 mm	100	3,1 µm	30,4
1,25 mm	100	2,2 µm	28,6
0,630 mm	99	1,3 µm	23,1
0,315 mm	98		
0,160 mm	96		
0,080 mm	89,0		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 3,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 21,8 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 42,9 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 31,8%.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	11,0
Cailloux :	0,0
Silt :	61,6
Gravier :	0,0
Argile :	27,4



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-23

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :** CT-043800  
**Rapport n° :** 36 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

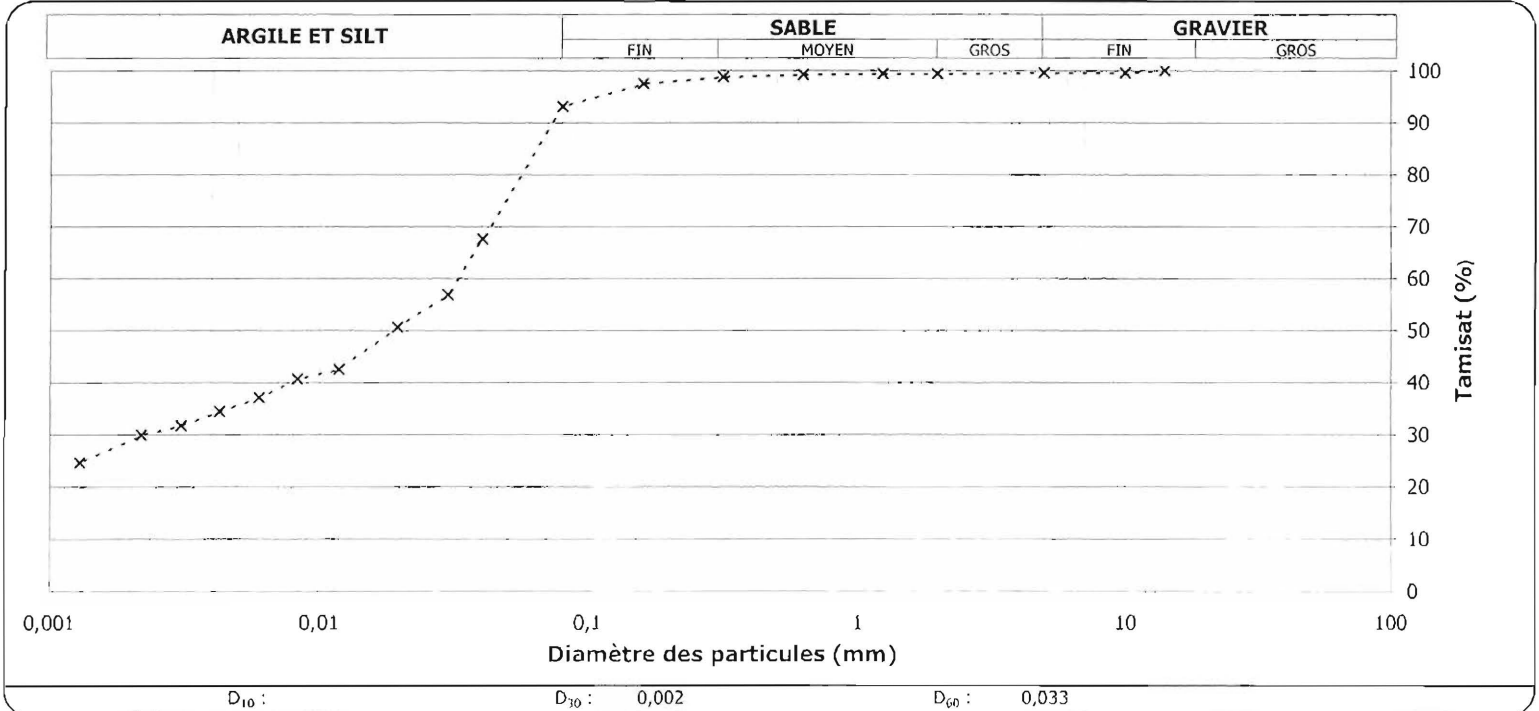
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 36      **N° d'échantillon client :** 2455826      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :**      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		40,4 µm	67,6
40 mm		30,0 µm	56,9
31,5 mm		19,5 µm	50,6
20 mm		11,8 µm	42,5
14 mm	100	8,3 µm	40,7
10 mm	100	6,0 µm	37,1
5 mm	100	4,3 µm	34,4
2 mm	99	3,1 µm	31,7
1,25 mm	99	2,2 µm	29,9
0,630 mm	99	1,3 µm	24,6
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	93,1		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (> 2 mm) : 1,0 %, Sable grossier (< 2 mm et > 0.2 mm) : 0,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 18,0 %, Limon (< 0.06 mm et > 0.004 mm) : 46,5 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 33,7%.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	6,5
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,4
Silt :	64,4
Argile :	28,7



**Préparé par :** *SH*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-23

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :** CT-043800  
**Rapport n° :** 37 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

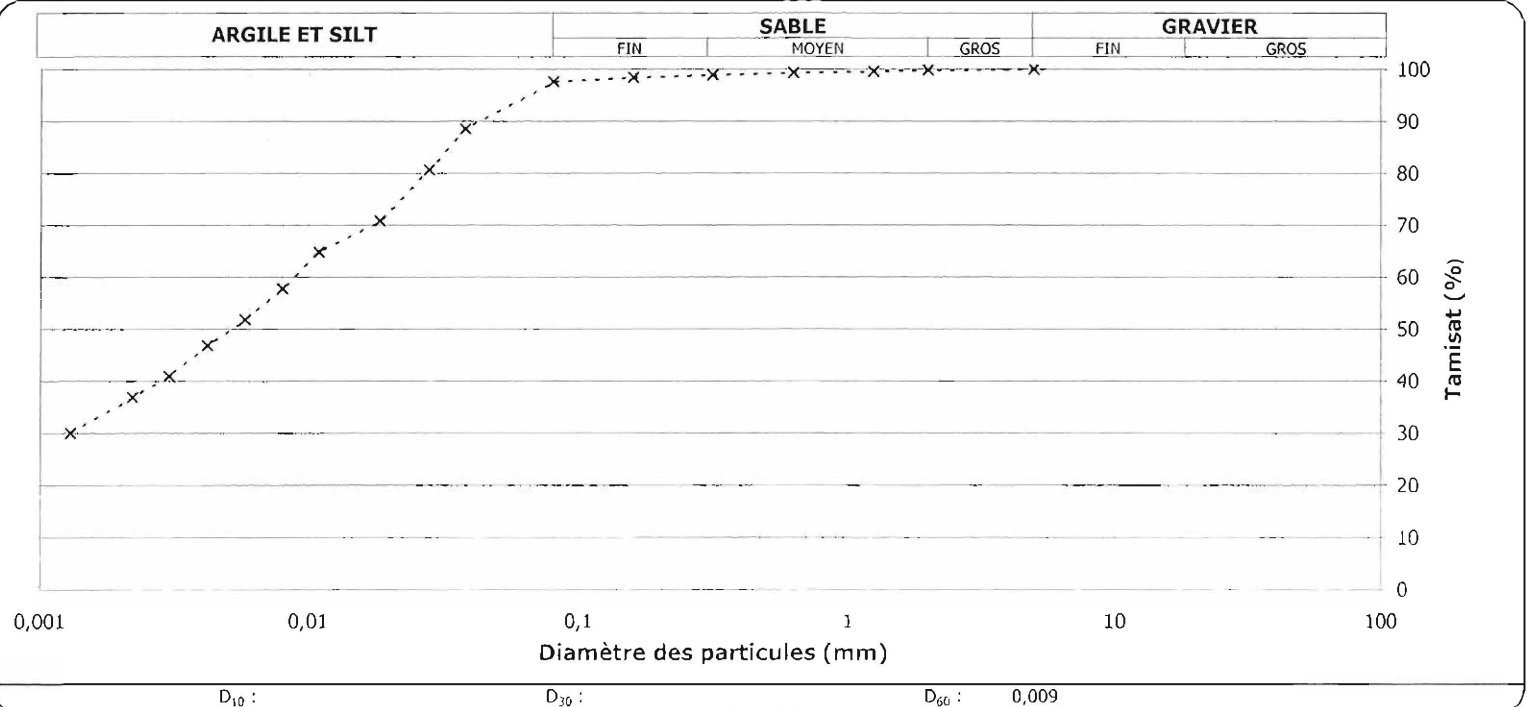
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 37      **N° d'échantillon client :** 2455827      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :**      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		37,8 µm	88,5
40 mm		27,8 µm	80,6
31,5 mm		18,3 µm	70,8
20 mm		10,9 µm	64,8
14 mm		8,0 µm	57,7
10 mm		5,8 µm	51,8
5 mm	100	4,2 µm	46,8
2 mm	100	3,0 µm	40,9
1,25 mm	100	2,2 µm	36,9
0,630 mm	99	1,3 µm	30,0
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	97,6		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (> 2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (< 2 mm et > 0.2 mm) : 1,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 5,0 %, Limon (< 0.06 mm et > 0.004 mm) : 47,5 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 45,8%.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	2,4
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	62,2
Argile :	35,4



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 38 Rév. 0  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 38 **N° d'échantillon client :** 2455828 **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :** **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :** **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

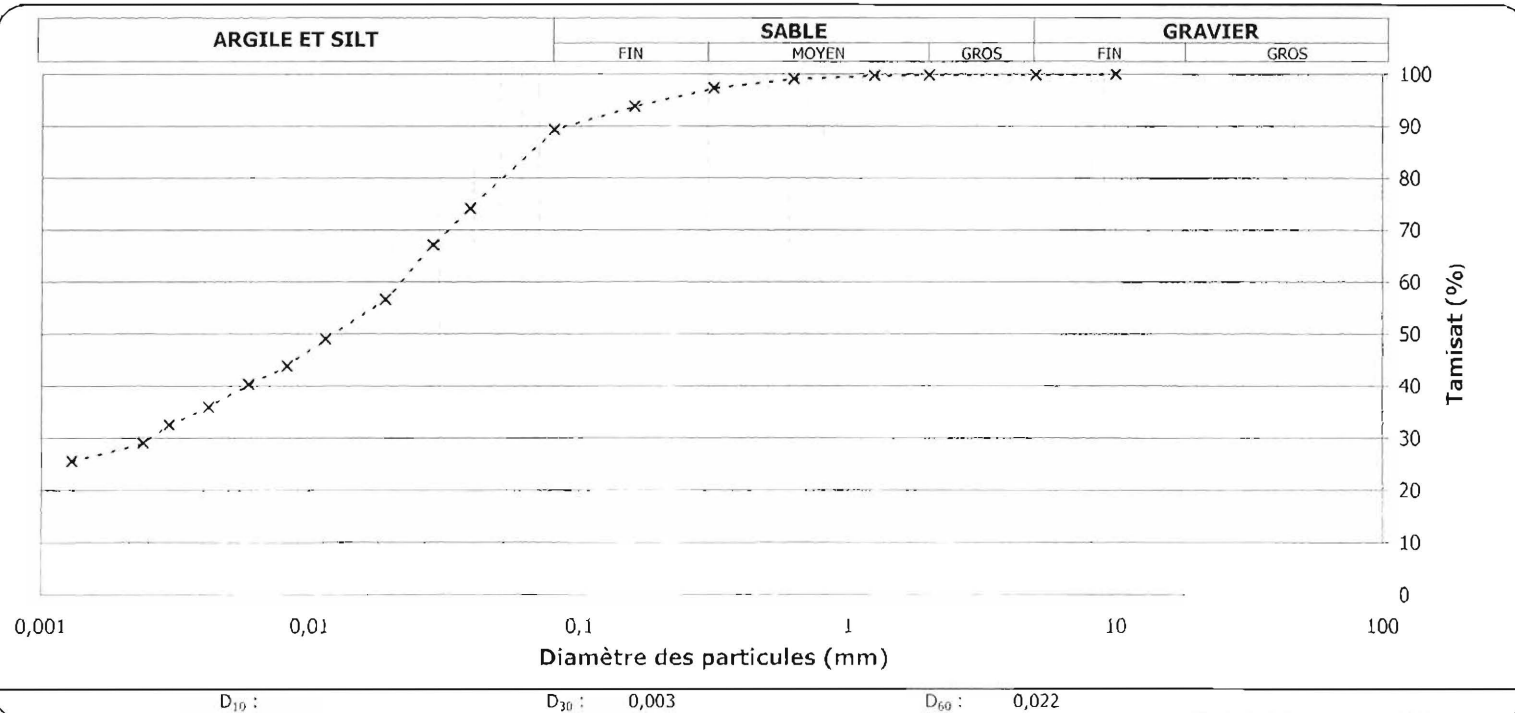
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		39,1 µm	74,1
40 mm		28,6 µm	67,1
31,5 mm		19,0 µm	56,6
20 mm		11,4 µm	49,0
14 mm		8,2 µm	43,8
10 mm	100	5,9 µm	40,3
5 mm	100	4,2 µm	35,9
2 mm	100	3,0 µm	32,5
1,25 mm	100	2,4 µm	29,0
0,630 mm	99	1,3 µm	25,5
0,315 mm	97		
0,160 mm	94		
0,080 mm	89,3		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Gravier (> 2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (< 2 mm et > 0.2 mm) : 5,2 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 12,9 %, Limon (< 0.06 mm et > 0.004 mm) : 46,5 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 35,3%.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	10,6
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,1
Silt :	61,6
Argile :	27,7



**Préparé par :** **Date :** 2013-10-24  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Approuvé par :** **Date :** 2013-10-24  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 39 Rév. 0  
**CT-043800**  
**Page 1 de 1**

### ÉCHANTILLONNAGE

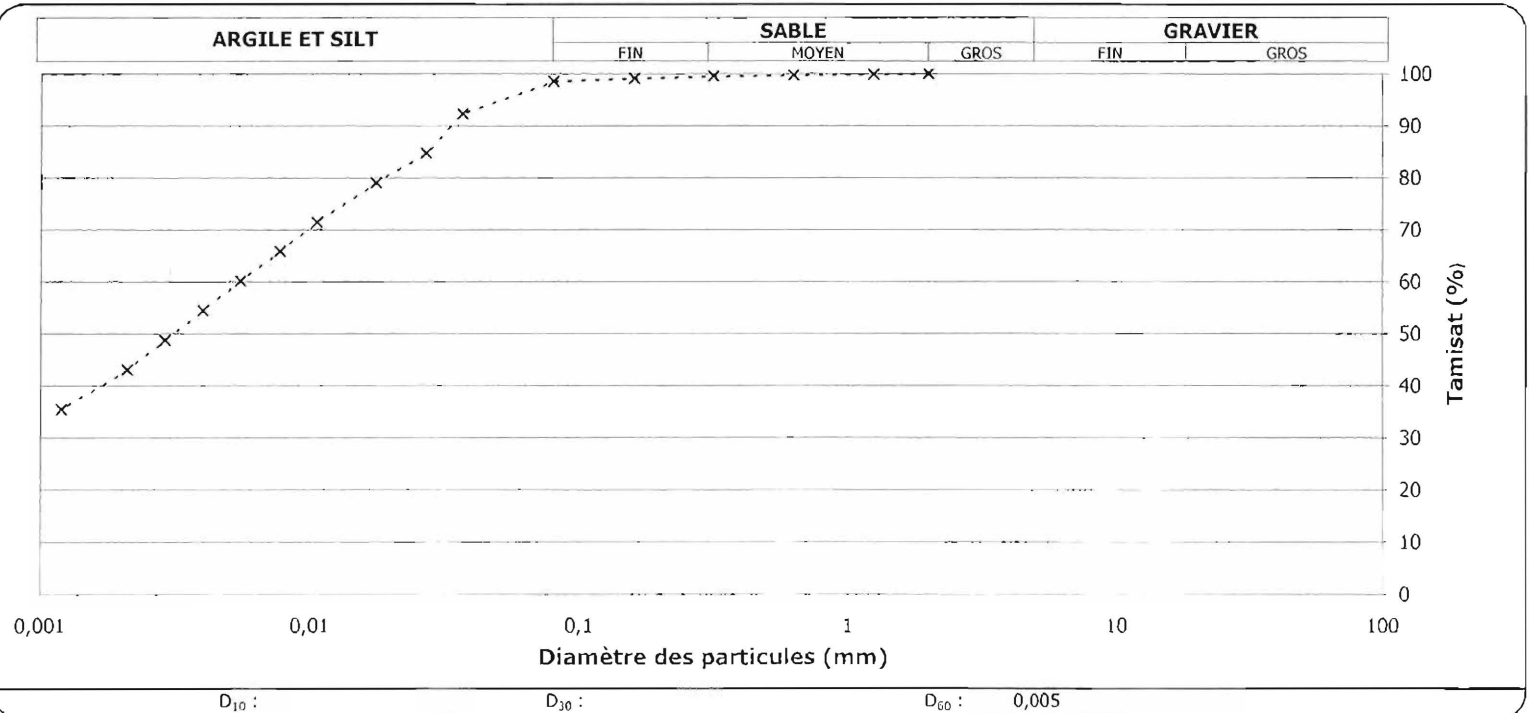
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 39      **N° d'échantillon client :** 2455829      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :**      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		36,8 µm	92,3
40 mm		27,0 µm	84,7
31,5 mm		17,6 µm	79,0
20 mm		10,6 µm	71,4
14 mm		7,7 µm	65,8
10 mm		5,5 µm	60,1
5 mm		4,0 µm	54,4
2 mm	100	2,9 µm	48,7
1,25 mm	100	2,1 µm	43,0
0,630 mm	100	1,2 µm	35,4
0,315 mm	100		
0,160 mm	99		
0,080 mm	98,5		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (> 2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (< 2 mm et > 0.2 mm) : 0,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 3,6 %, Limon (< 0.06 mm et > 0.004 mm) : 41,2 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 54,4%.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	1,5
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	56,3
Argile :	42,2



**Préparé par :** *[Signature]*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Approuvé par :** *[Signature]*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :** CT-043800  
**Rapport n° :** 40 Rév. 0  
Page 1 de 1

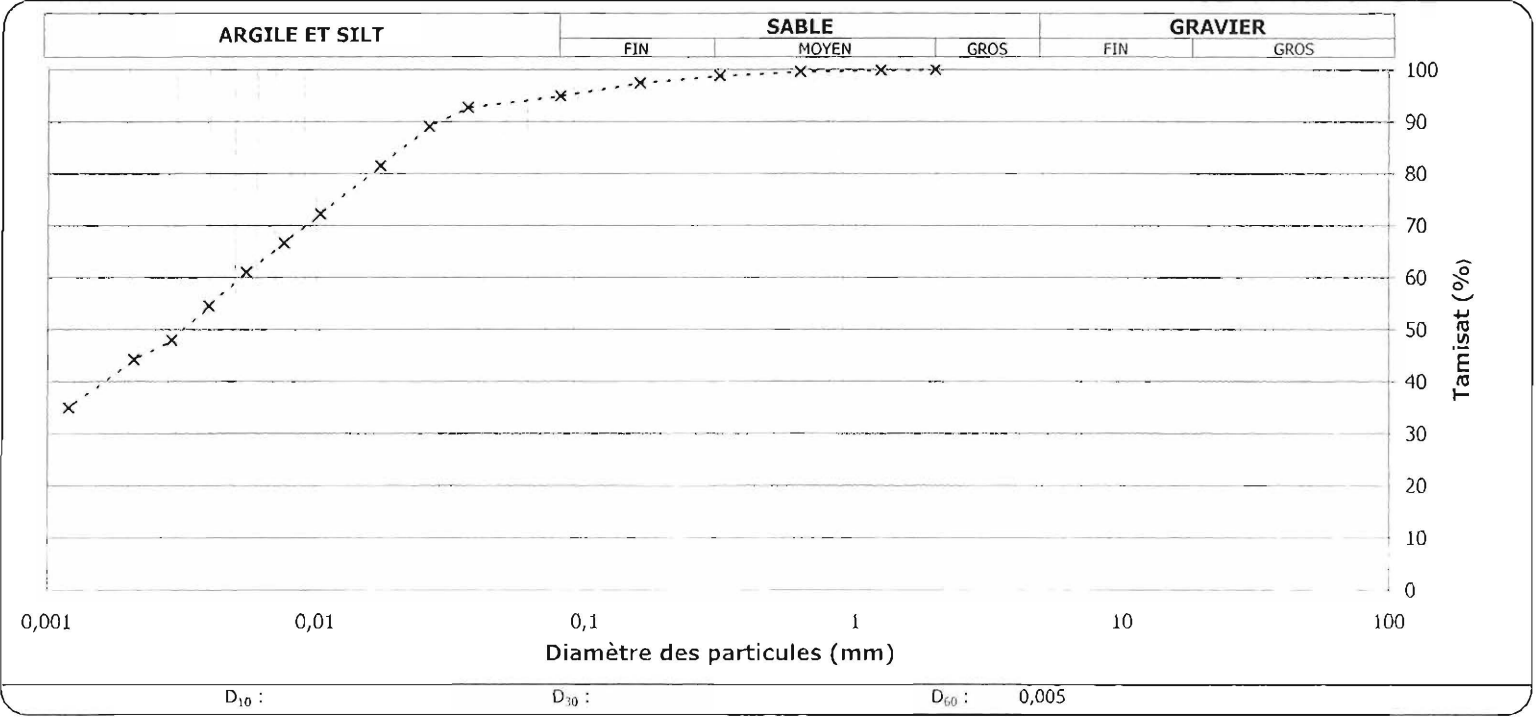
### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 40      **N° d'échantillon client :** 2455830      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :**      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)		AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)		
112 mm					
80 mm					
56 mm		36,4 µm	92,7		
40 mm		26,2 µm	89,0		
31,5 mm		17,3 µm	81,5		
20 mm		10,4 µm	72,2		
14 mm		7,6 µm	66,6		
10 mm		5,5 µm	61,0		
5 mm		4,0 µm	54,5		
2 mm	100	2,9 µm	47,9		
1,25 mm	100	2,1 µm	44,2		
0,630 mm	100	1,2 µm	34,9		
0,315 mm	99				
0,160 mm	97				
0,080 mm	94,9				

REMARQUES	
Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 2,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 3,6 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm) : 39,4 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 54,5%.	
<b>Proportion selon analyse (%)</b>	
Sable :	5,1
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	51,7
Argile :	43,2



**Préparé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 41 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

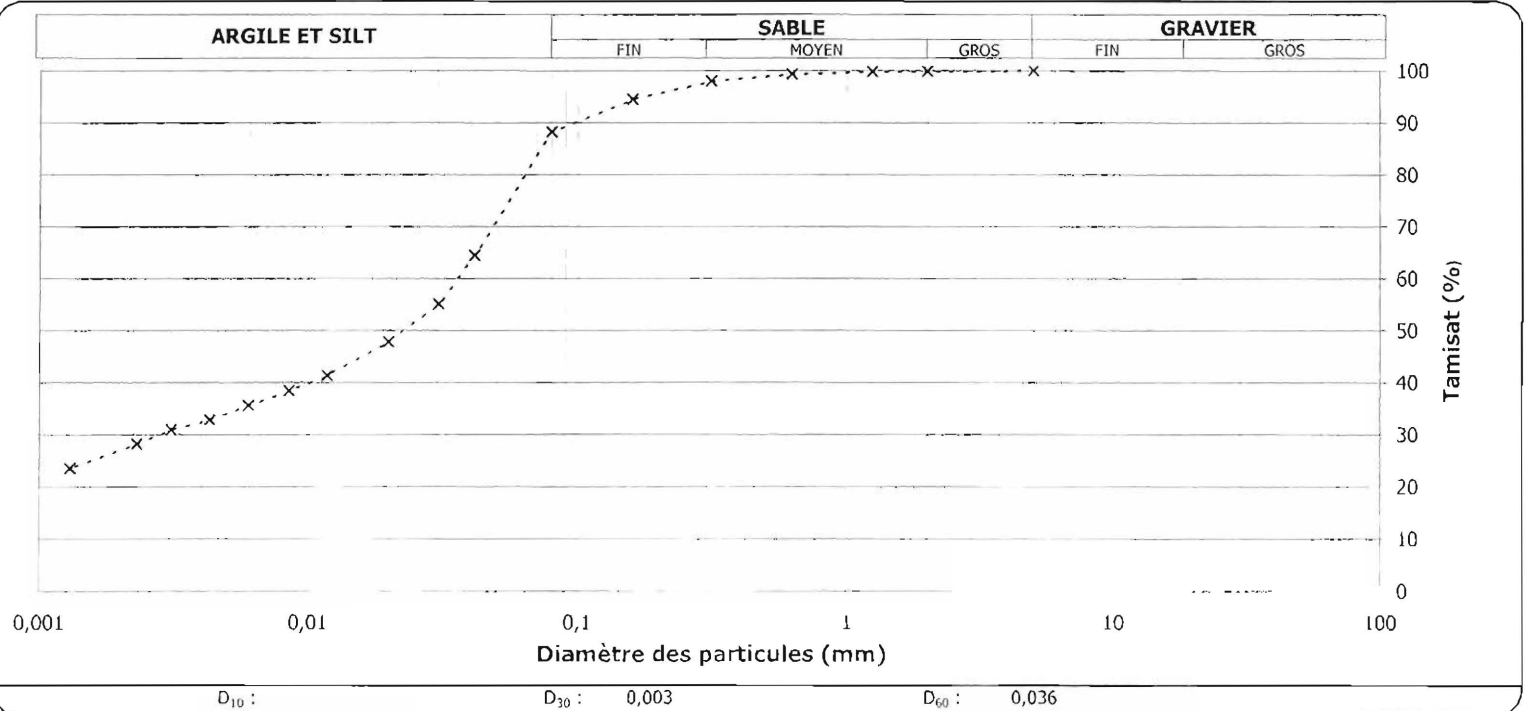
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 41 **N° d'échantillon client :** 2455831 **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :** **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :** **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,4 µm	64,4
40 mm		30,4 µm	55,1
31,5 mm		19,9 µm	47,8
20 mm		11,8 µm	41,3
14 mm		8,5 µm	38,4
10 mm		6,0 µm	35,6
5 mm	100	4,3 µm	32,8
2 mm	100	3,1 µm	30,9
1,25 mm	100	2,3 µm	28,2
0,630 mm	99	1,3 µm	23,5
0,315 mm	98		
0,160 mm	95		
0,080 mm	88,2		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (> 2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (< 2 mm et > 0.2 mm) : 4,2 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 19,9 %, Limon (< 0.06 mm et > 0.004 mm) : 43,5 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 32,3%.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	11,8
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	61,4
Argile :	26,8



**Préparé par :** *[Signature]*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Approuvé par :** *[Signature]*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Client :** Exova  
**Projet :** Essais en laboratoire Exova; Divers essais en laboratoire  
**Endroit :** Québec

**Dossier :** P-0003210-0-01-500  
**Réf. client :** CT-043800  
**Rapport n° :** 42 Rév. 0  
Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

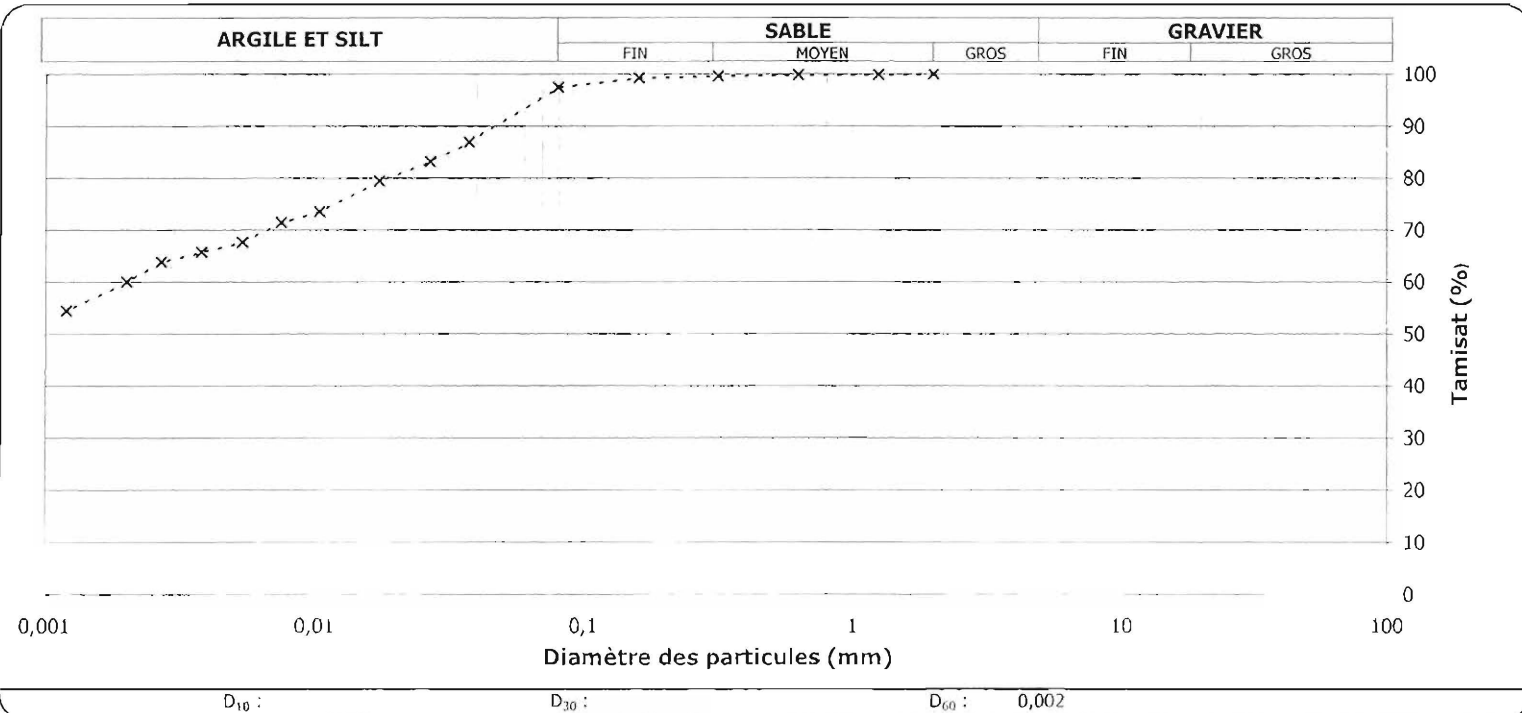
**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 42      **N° d'échantillon client :** 2455832      **Échantillonné par :** le client  
**Matériau :**      **Date d'échantillonnage :** 2013-10-08  
**Profondeur :**      **Date de réception :** 2013-10-09  
**Localisation :**      **Densité relative des particules < 2 mm :** 2,700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamiset (%)	Diamètre équivalent	Tamiset (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		37,6 µm	86,9
40 mm		27,0 µm	83,1
31,5 mm		17,4 µm	79,4
20 mm		10,4 µm	73,5
14 mm		7,5 µm	71,4
10 mm		5,4 µm	67,6
5 mm		3,8 µm	65,7
2 mm	100	2,7 µm	63,8
1,25 mm	100	2,0 µm	60,0
0,630 mm	100	1,2 µm	54,4
0,315 mm	100		
0,160 mm	99		
0,080 mm	97,4		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 0,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 6,8 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 26,5 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 65,9%.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	2,6
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	37,4
Argile :	60,0



**Préparé par :** *SH*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
 Sylvie Hamel, Chef laboratoire  
**Date :** 2013-10-24



# Englobe

Sols Matériaux Environnement



## **Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2014**

### **Rapport final**

Août 2015

N/Réf. : 129-P-0006099-0-00-230-EN-R-0001-00



## Transports Québec

# Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2014

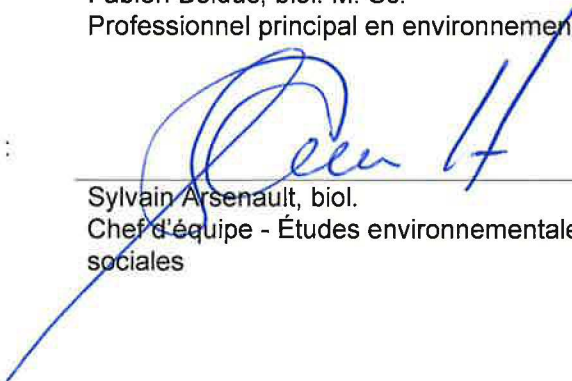
Rapport final | 129-P-0000640-0-00-230-EN-R-0001-00

Préparé par :

---

Fabien Bolduc, biol. M. Sc.  
Professionnel principal en environnement

Approuvé par :



---

Sylvain Arsenault, biol.  
Chef d'équipe - Études environnementales et sociales



## TABLE DES MATIÈRES

<b>1 INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2 MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>3</b>
2.1 Suivi visuel .....	3
2.2 Reprise de la spartine .....	3
<b>3 RÉSULTATS ET DISCUSSION</b> .....	<b>9</b>
3.1 Suivi visuel .....	9
3.2 Végétation .....	9
3.2.1 Évaluation générale de la reprise végétale.....	9
3.2.2 Suivi des bandes de spartine transplantée.....	10
3.2.3 Densité de la végétation .....	10
<b>4 CONCLUSION</b> .....	<b>15</b>

### Figure

Figure 1	Relation entre la densité de spartine et l'épaisseur de sédiments non consolidés dans le marais de Rivière-du-Loup, septembre 2014.....	13
----------	---	----

### Tableaux

Tableau 1	Densité de la végétation dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 26 septembre 2014 .....	11
Tableau 2	Épaisseur de sédiments non consolidés mesurée dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 26 septembre 2014 .....	11
Tableau 3	Hauteur des tiges de spartine mesurées dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 26 septembre 2014.....	11

### Carte

Carte 1	Localisation du secteur et des points d'inventaire de la végétation, marais de Rivière-du-Loup – 2014.....	7
---------	--	---

### Annexes

Annexe 1	Reportage photographique
Annexe 2	Données brutes d'inventaire, septembre 2014

## Propriété et confidentialité

---

« Ce document est la propriété d'Englobe Corp. et est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants d'Englobe qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment qualifiés selon la procédure relative à l'approvisionnement de notre manuel qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

### REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS

No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
0A	2015-03-13	Version préliminaire pour commentaires
00	2015-08-25	Version définitive

# 1 INTRODUCTION

À l'automne 2010, le ministère des Transports du Québec a procédé à la mise en place d'une protection de rive submersible sur la batture du Saint-Laurent, en partie en milieu émergé et en partie en zone de marnage, du côté nord de l'autoroute 20 à environ 1,5 km à l'ouest de l'embouchure de la rivière du Loup. Cette protection a pour objectif de protéger l'autoroute 20 contre le processus d'érosion des rives en cours dans ce secteur. Elle vise également à retenir les sédiments près de la rive et, à moyen terme, la réhabilitation du marais de Rivière-du-Loup.

La protection de rive réalisée est constituée de deux structures principales en enrochement et d'une plage. Les structures sont :

- ▶ Une plage de 500 m de long contre le talus actuellement en érosion. Cet élément est composé d'un noyau en enrochement visant à protéger l'autoroute 20, en cas d'érosion temporaire de la plage. Ce noyau a été recouvert de matériaux plus fins (sable et gravier), dans le but d'accélérer le processus de sédimentation et de végétalisation du secteur protégé, tout en contribuant à fournir les matériaux de base du futur marais. Un recouvrement de matériaux fins (silt et argile) a été effectué avec le matériel excavé de la clé du brise-lames;
- ▶ Un brise-lames principal submersible ou butée de pied de 330 m de long parallèle au rivage, à environ 130 m de la microfalaise en érosion actuelle, qui sert à protéger le secteur au sud de ce brise-lames contre les vagues, tout en favorisant la stabilisation du couvert de glace en hiver;
- ▶ Une digue transversale, perpendiculaire au brise-lames et à la rive, d'approximativement 120 m de long, servant de chemin d'accès lors de la construction du brise-lames et de réducteur de l'écoulement (courants induits par la marée ou par les vagues), afin de favoriser la déposition et la rétention des sédiments fins en circulation dans le secteur.

De plus, dans le but d'accélérer la reprise végétale à l'intérieur de la zone protégée, des travaux de transplantation de spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) ont été effectués en juin 2013. Ces travaux incluaient le prélèvement de plants de spartine provenant de « bancs donneurs », le transport de ces plants ainsi que la plantation de ceux-ci selon un patron défini au site récepteur. La plantation a été réalisée dans la zone protégée par le brise-lames, sur deux transects parallèles à la rive et quatre transects perpendiculaires (voir carte 1).

Ce projet a été accepté comme habitat de réserve par le ministère des Pêches et Océans Canada, sous certaines conditions. Un protocole pour l'état de référence et le suivi a également été produit dans le cadre de la demande d'autorisation du projet (Meunier et Gosselin, 2009<sup>\*</sup>). Le suivi doit également permettre d'évaluer la colonisation de l'estran restauré par la spartine alterniflore (taux de survie des plants, croissance, superficie et densité).

Les activités nécessaires au suivi biophysique des travaux effectués en 2010 portent donc sur six éléments, soit :

- ▶ La stabilité de la structure (suivi visuel);
- ▶ La topographie et la bathymétrie;
- ▶ La dynamique sédimentaire (deux fois par an);
- ▶ La végétation;
- ▶ La faune benthique et la nature des sédiments;
- ▶ La faune ichtyenne.

Le programme de suivi s'échelonne jusqu'en 2016 et sera réalisé à quatre reprises. Le suivi prévu pour l'année 2014 porte essentiellement sur le suivi de reprise végétale naturelle et des transplantations de spartine réalisée au printemps 2013. Le présent rapport comprend une description de la méthodologie employée lors de ce suivi environnemental et les observations faites sur le site.

---

<sup>\*</sup> Meunier, Céline et Carole Gosselin, 2009. Restauration du marais de Rivière-du-Loup. Mise à jour du protocole pour l'état de référence et le suivi. Saint-Romuald (Lévis) : Cima +, rapport produit pour le compte du Ministère des Transports du Québec, 15 pages.

## 2 MÉTHODOLOGIE

Le programme de suivi biophysique des aménagements implantés en 2010 vise à s'assurer que ceux-ci résistent aux éléments climatiques (glaces, vagues, précipitations, etc.). Ce programme, qui s'échelonne jusqu'en 2016, vise également à s'assurer que la densité de la végétation de la spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*), qui a fait l'objet de transplantation dans l'estran au printemps 2013, soit comparable à celle retrouvée en milieu naturel. Le programme de suivi vise également à vérifier si les aménagements réalisés dans le cadre d'un projet pilote peuvent contribuer à la restauration d'un habitat (marais à spartine) avec des fonctions biologiques intéressantes (habitat de réserve en vertu de la *Loi sur les Pêches*). La carte 1 présente le secteur d'étude ainsi que les stations d'inventaire de la densité végétale réalisées en 2014.

### 2.1 SUIVI VISUEL DE LA STABILITÉ DE LA DIGUE

Un relevé visuel de la structure en enrochement a été effectué en période hivernale (17 mars 2014) ainsi qu'en même temps que les relevés de la végétation le 26 septembre 2014. Les observations ainsi faites permettent de s'assurer de la stabilité de la structure et que les aménagements ne subissent pas de dégradation. Lorsque réalisé en période libre de glace, ce suivi visuel permet également de détecter des bris possibles qui auraient pu être occasionnés par les glaces.

Un rapport photographique de la structure et du secteur d'inventaire de la végétation en septembre 2014 est intégré au rapport de suivi à l'annexe 1.

### 2.2 REPRISE DE LA SPARTINE

Les travaux de plantation de spartine ayant été effectués en juin 2013, des relevés visuels ont été effectués le 26 septembre 2014 de façon à bien décrire le patron de distribution de la végétation à l'intérieur de la digue. Afin d'évaluer la densité de la végétation et l'efficacité des travaux de plantation, des relevés plus précis ont également été réalisés. Les paragraphes suivants présentent plus en détails la méthodologie et les données récoltées.

#### **Évaluation générale de la reprise végétale**

Dans un premier temps, des relevés visuels de l'ensemble de la zone d'étude ont été effectués afin de bien décrire la distribution de la végétation à l'intérieur de la digue et d'évaluer le succès de reprise des transplantations de spartine. Pour documenter ces éléments, les activités suivantes ont été réalisées :

- ▶ Évaluation du taux de survie des plants transplantés en juin 2013. En ce qui concerne la croissance, comme la taille des plants n'a pas été mesurée lors des transplantations, il n'a pas été possible d'évaluer ce paramètre;
- ▶ Délimitation des zones présentant une densité de végétation, évaluée visuellement, élevée (indice de Braun-Blanquet de 5), moyenne (indice de Braun-Blanquet de 3 ou 4) ou faible (indice de Braun-Blanquet de 1 ou 2);
- ▶ Localisation des plaques de végétation de bonne dimension arrachées et déplacées par les glaces et les courants qui sont présentes à l'intérieure de la zone. Cette information permettra d'évaluer l'impact de ces déplacements de plaques de végétaux sur la recolonisation de la zone protégée;
- ▶ Prise de photographies.

### **Évaluation de la densité et de la taille de la végétation**

Afin d'obtenir des données quantitatives sur la reprise végétale et de pouvoir les comparer dans le temps, l'abondance du couvert de végétation, en distinguant la spartine des autres espèces (lorsque présentes), a été effectuée pour 21 stations réparties le long de 5 transects perpendiculaire à la rive du Saint-Laurent (voir carte 1). À chacune des stations, l'abondance de la spartine alterniflore\* a été évaluée à l'aide de l'indice de Braun-Blanquet pour trois (3) placettes-échantillons de 1 m par 1 m (sur le point, à 2 m vers la rive et à 2 m vers le large).

Afin de pouvoir éventuellement faire le lien entre la dynamique sédimentaire et la reprise végétale, les stations d'inventaire de la végétation ont été positionnées à proximité (approximativement 1 m au nord) des trois transects de stations de mesure de l'épaisseur des sédiments à l'intérieur des infrastructures. Pour compléter l'inventaire de la végétation, un transect a été ajouté à proximité de la digue transversale du côté sud-ouest et un transect près de l'extrémité nord-est de la digue, dans la ligne 2 de plantation de spartine en juin 2013. De plus, afin d'avoir 4 points par transect, un point a été ajouté à environ 10 m du brise-lames, sauf dans le cas du transect le plus sud-ouest où le point a été ajouté à 30 m de la digue puisqu'un point de relevés des sédiments (station PLS-A1) était déjà à proximité de la digue. De plus, lors de l'inventaire sur le site, un point d'inventaire a été ajouté en bordure du brise-lame (environ 3 m, VD-01), dans l'axe du transect « C » de transplantation de spartine et du transect d'inventaire le plus au sud-ouest.

---

\* Aucune autre espèce de plante n'a été recensée dans les placettes échantillons réalisées en septembre 2014.

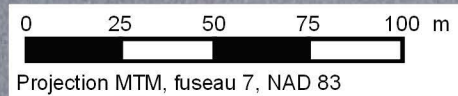
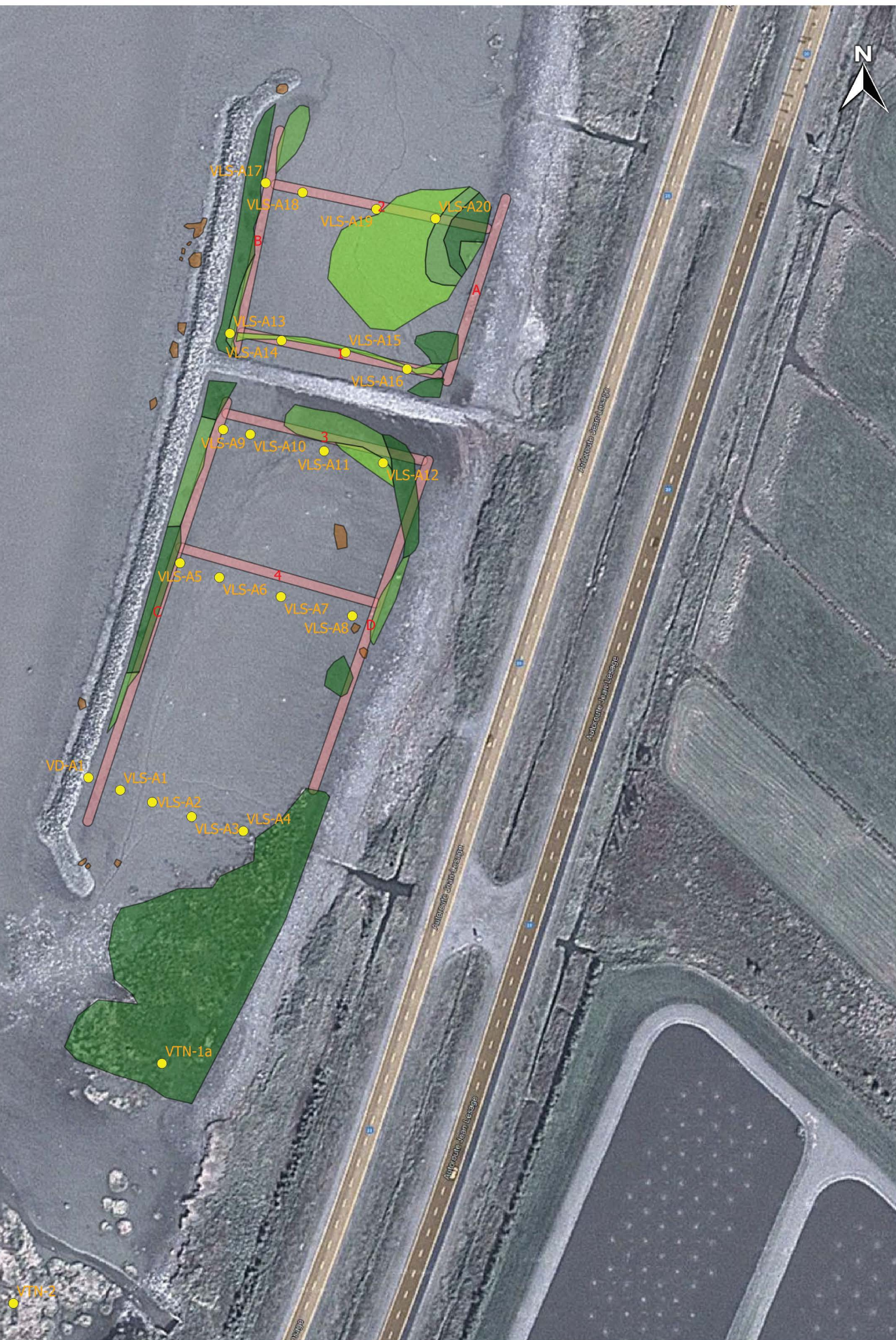
D'autre part, pour obtenir une évaluation de la densité « naturelle » d'un marais à spartine, 2 stations étaient prévues dans des secteurs où la spartine est bien implantés (stations VTN-1 et VTN-2, carte 1). Toutefois, la station VTN-2 n'a pas pu être inventoriée, la marée ayant remontée rapidement et empêchant de s'y rendre. La station VTN-1 a également été légèrement déplacée vers la rive (VTN-1a) pour la même raison.

Pour chacune des placettes-échantillons, outre l'indice d'abondance/dominance de Braun-Blanquet, la hauteur des tiges de spartine a été mesurée (jusqu'à concurrence de 10 tiges) afin d'évaluer la croissance de la spartine. L'épaisseur de sédiments non-consolidés a également été mesurée à l'aide d'une règle enfoncée dans le substrat jusqu'à atteindre une résistance. Une photographie a également été prise pour chacun des placettes d'inventaire.





Fleuve  
Saint-Laurent



Projection MTM, fuseau 7, NAD 83

### Légende

- Station d'inventaire de la végétation
- VD-A1 Identification de la station
- ▭ Transplantation de spartine, 2013
- A Identification des zones de transplantation de spartine

#### Densité de la végétation

- Élevée (Braun-Blanquet = 5)
- Moyenne (Braun-Blanquet = 3 et 4)
- Faible (Braun-Blanquet = 1 et 2)
- Motte échouée

Sources :  
 - Images satellites : © 2015 Google Imagerie  
 - Inventaire terrain : Englobe, septembre 2014

**CLIENT**  
**Transports Québec**

**PROJET**  
**Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2014**

**TITRE**  
**Localisation des stations d'inventaire de la végétation, 2014**

**Englobe** 1260, boul. Lebourgneuf, bur. 400  
 Québec (Québec), Canada G2K 2G2  
 Téléphone: 418.704.8091  
 Télécopieur: 418.647.2540

Serv.Resp. / Projet - OTP / Disc. / Type / No Dessin / Rév.  
**129-P-0006099-0-00-230-EM-D-0001-00**

Cartographie par : **F. Bolduc**  
 Approuvé par :  
 Date : **2015-08-19**

**Carte 1**



## **3 RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### **3.1 SUIVI VISUEL DE LA STABILITÉ DE LA DIGUE**

Le suivi visuel de la digue en enrochement lors de la visite hivernale du 17 mars 2014 démontre que la structure est stable. Peu ou pas de blocs de glace étaient présents sur la structure lors de la visite (annexe 1, photos 1 à 3). Le couvert de glace est présent dans l'ensemble de la zone protégée par le brise-lames, de même qu'au large du brise-lames (photos 4 et 5). La structure semble donc faire son travail en empêchant les blocs de glace de se rendre au rivage (photo 5). Par contre, à l'ouest de l'aménagement, le couvert de glace est plus instable et des blocs de glace s'accumule près ou sur la rive (photo 6).

Le suivi visuel effectué lors de la visite du 26 septembre 2014 démontre également que la digue et le brise-lames sont stables. Les photos 7 à 9 (annexe 1) en témoignent.

### **3.2 SUIVI DE LA REPRISE DE LA VÉGÉTATION**

#### **3.2.1 Évaluation générale de la reprise végétale**

Les observations (relevés visuels) faites à la fin septembre 2014 à l'intérieur de la digue confirment une augmentation de la reprise naturelle de la spartine en comparaison aux observations du début octobre 2013, comme le démontrent les photos 13 à 16 (annexe 1). La carte 1 présente approximativement les zones où la densité de végétation est considérée de faible à élevée (indice de Braun-Blanquet entre 1 et 5). Les secteurs pour lesquels la densité selon l'indice de Braun-Blanquet est inférieure à 1 ne sont pas illustrés sur la carte 1. Les zones où la végétation est plus dense se retrouvent en bordures des structures ou de la rive. Elle semble ensuite s'étendre progressivement vers le centre, du moins pour le secteur au nord-est de la digue transversale. Dans les zones centrales des deux bassins de la zone protégées, de même que l'extrémité sud-ouest, la densité de la végétation est très faible, voire nulle.

Des plaques de spartine alterniflore de différentes dimensions, probablement transportées par les glaces et les marées, se retrouvent dans la portion centrale du bassin sud-ouest (photo 15, carte 1). Le marais débute dans le secteur de l'ailette sud-ouest du brise-lames et s'avance dans l'estran sur environ 40 m. À l'intérieur de ce bassin, le marais semble établi sur quelque 50 m à partir du prolongement vers la côte de ce bras surbaissé, comme le montre la photo 12 (annexe 1).

### 3.2.2 Suivi des bandes de spartine transplantée

Selon les observations visuelles sur le site, les plants de spartine transplantés à l'intérieur de la digue en enrochement en juin 2013 ont une survie et une croissance variable. Les bandes transversales 2 et 4 présentent une reprise moins bonne (environ 40%), voire nulle dans leur portion centrale. Les bandes situées près de la digue (1 et 3) ou les bandes longitudinales (A, B, C et D) ont un meilleur succès de reprise (environ 70-80%), les sédiments étant souvent un peu plus compacts et l'effet des marées plus faible. Les photos 17 et 18 de l'annexe 1 présentent une vue de la reprise de la spartine dans les transects « C » et « 1 » (voir carte 1). Dans le cas du transect de plantation « 1 », la spartine a même commencer à s'étendre en comparant aux plantations réalisées en 2013 qui étaient d'environ 1 plant/m<sup>2</sup>.

Bien que les plantations de spartine aient été réalisées environ 15 mois avant la visite de suivi de la fin septembre 2014, la superficie couverte n'a pas vraiment augmentée. La densité des plantations est peut-être trop faible (environ une motte de 5 cm de diamètre par m<sup>2</sup>) pour que les racines et rhizomes retiennent et consolident les sédiments, principalement pour les portions centrales plus soumises aux courants générés par le mouvement des marées. Pour mesurer cette hypothèse, des expérimentations pourraient être menées en augmentant le pourcentage de recouvrement des plantations à 5% et 10%. Les plants pourraient également être regroupés pour créer des bosquets plus compacts. Le suivi de 2016 permettra de préciser l'efficacité des plantations et, selon le résultat, la pertinence de procéder à des interventions de ce genre dans le futur.

### 3.2.3 Densité et hauteur de la végétation

Le tableau 1 présente la synthèse des résultats de la densité de végétation recensée pour les 21 stations inventoriées. Les données brutes de l'inventaire pour chacune des placettes peuvent être consultées à l'annexe 2. Comme indiqué précédemment, la marée ayant montée rapidement, la station VTN-2 n'a pas pu être inventoriée. Les photos 19 à 23 (annexe 1) illustrent quelques-unes des placettes d'inventaire réalisées.

La végétation aux stations des deux transects d'inventaire au sud-ouest (VD-A1 à VLS-A4 et VLS-A5 à VLS-A8) du bassin sud-ouest de la zone protégée est inexistante ou presque (tableau 1). L'épaisseur moyenne de sédiments mesurée pour ces deux transects est de 13,6 cm avec un écart-type de  $\pm 3,3$  cm (tableau 2). Une seule tige de spartine a été mesurée parmi les 27 placettes réalisées dans ce secteur (tableau 3).

**Tableau 1** Densité de la végétation dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 26 septembre 2014

	Densité de la végétation (% de recouvrement)				
	Globale	Sud-ouest	Marge digue centrale	Nord-est	Témoïn (sud)
<b>Moyenne</b>	7%	0%	7%	3%	90%
<b>Minimum</b>	0%	0%	0%	0%	90%
<b>Maximum</b>	90%	0%	65%	15%	90%
<b>Écart-type</b>	21,1%	0,0%	16,8%	5,7%	0
<b>Nombre de mesures</b>	66	27	24	12	3

Pour calculer les statistiques, les indices de Braun-Blanquet ont été convertis en pourcentage:

5 :	90%	1 :	4%
4 :	65%	+	1%
3 :	40%	i :	0,1%
2 :	15%		

**Tableau 2** Épaisseur de sédiments non consolidés mesurée dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 26 septembre 2014

	Épaisseur de sédiments non consolidés (cm)				
	Globale	Sud-ouest	Marge digue centrale	Nord-est	Témoïn (sud)
<b>Moyenne</b>	15,6	13,6	18,8	16,8	2,7
<b>Minimum</b>	2	8	2	11	2
<b>Maximum</b>	26	20	26	21	4
<b>Écart-type</b>	5,1	3,3	6,4	2,5	1,2
<b>Nombre de mesures</b>	66	27	24	12	3

**Tableau 3** Hauteur des tiges de spartine mesurées dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 26 septembre 2014

	Hauteur des tiges de spartine (cm)				
	Globale	Sud-ouest	Marge digue centrale	Nord-est	Témoïn (sud)
<b>Moyenne</b>	45,4	48	35,0	33,2	84,4
<b>Minimum</b>	7	48	7,0	8,0	63
<b>Maximum</b>	110	48	67,0	59,0	110
<b>Écart-type</b>	24,6	-	14,4	11,6	12,2
<b>Nombre de tiges mesurées</b>	137	1	66,0	40,0	30

Pour les deux transects de chaque côté de la digue transversale (VLS-A9 à VLS-A16), la densité de la végétation est de nulle à 65% de recouvrement, avec une moyenne de 7% ( $\pm 16,8\%$ ) (tableau 1). Soulignons que le transect VLS-A13 à VLS-A16 suivait approximativement la ligne de transplantation de spartine 1 (voir carte 1). Le transect d'inventaire VLS-A9 à VLS-A12 se trouvait un peu au sud-ouest du transect de transplantation 3. L'épaisseur moyenne de sédiment pour ces stations est de 18,8 cm avec un écart-type de  $\pm 6,4$  cm (tableau 2) et la hauteur moyenne des 66 plants de spartine mesurées est de 35 cm (tableau 3).

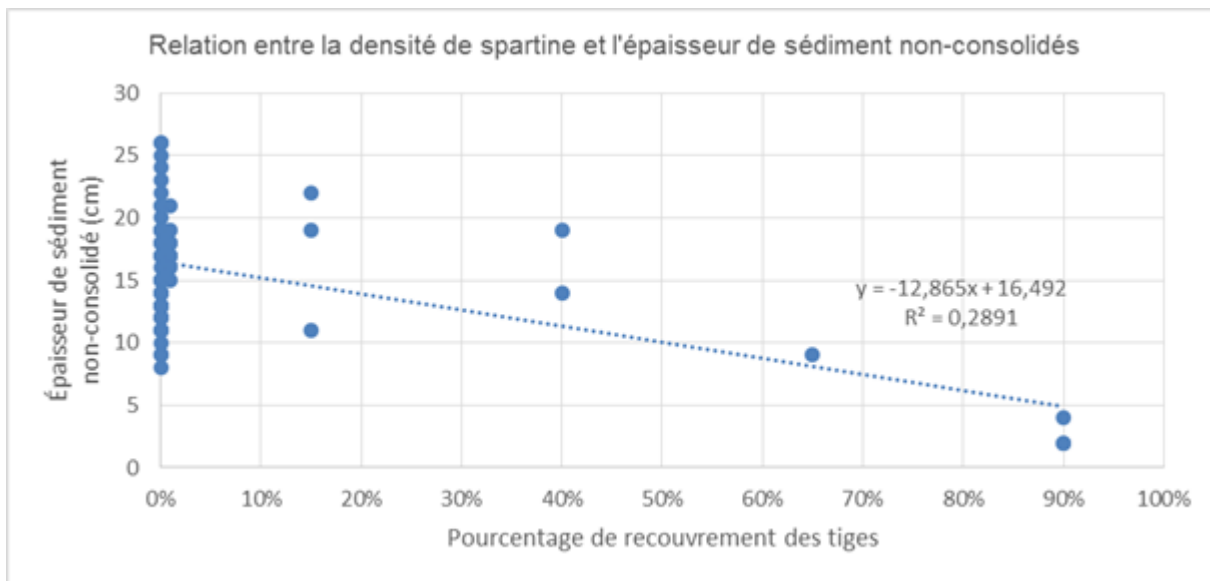
Le transect le plus au nord-est (VLS-A17 à VLS-A20) est dans ligne de transplantation de spartine 2. La densité de végétation est de nulle à faible, avec une moyenne de 3% de recouvrement (voir tableau 1) et l'épaisseur moyenne mesurée de sédiments non consolidés est de 16,8 cm avec un écart-type de  $\pm 2,5$  cm (tableau 2) et la hauteur des plants de spartine est de 40 cm en moyenne (tableau 3).

La station située dans le marais à spartine bien établi (VTN-1a) comporte une végétation dense (tableau 1), avec des tiges atteignant une longueur pouvant dépasser 1 m en fin de saison (tableau 3). Les sédiments y sont consolidés, la règle s'enfonçant au maximum à 4 cm, pour une moyenne de 2,7 cm (tableau 2).

### **3.2.4 Relation sédiment et densité de la végétation**

Selon les résultats obtenus, et comme mentionné précédemment, on observe une tendance entre l'épaisseur de sédiments non consolidés et la densité de la végétation observée. La figure 1 présente la relation linéaire calculée. Toutefois, étant donné qu'il y a peu de placettes où de la végétation a été observée (26/66) et que le marais dans la zone protégée par la digue n'est pas encore « stable », la relation linéaire calculée n'est pas significative puisqu'elle explique seulement 29% de la variation. La station témoin, où la colonie de spartine est bien implantée et depuis plusieurs décennies, démontre toutefois cette tendance avec un recouvrement de 90% (et même 100%) et une épaisseur de sédiments non consolidés d'un maximum de 4 cm.

Figure 1 Relation entre la densité de spartine et l'épaisseur de sédiments non consolidés dans le marais de Rivière-du-Loup, septembre 2014





## 4 CONCLUSION

La digue en enrochement implantée en 2010 est stable et semble réduire les perturbations hivernales en permettant la formation d'un bon couvert de glace.

Le suivi des bandes de transplantation de spartine le 26 septembre 2014 démontre que la reprise naturelle tout comme pour les bandes de transplantation est généralement assez bonne pour les bandes situées en bordure des structures en enrochement ou de la rive. Par contre, les bandes de transplantation transversales à chaque extrémité de la zone protégée, principalement dans leur portion centrale, ont moins bien résistées aux actions de la marée et/ou de la prédation par la sauvagine, comme observée en 2013. L'épaisseur de sédiments non-consolidés ne peut expliquer à elle-seule la différence dans le succès de reprise, les moyennes mesurées étant assez semblables entre les transects d'inventaire et la relation linéaire calculée n'expliquant que 29% de la variation. De plus, les plants de spartine transplantés ne semblent pas s'être multipliés, les tiges étant encore distribuées à intervalles réguliers, comme au moment des transplantations.

Néanmoins, la reprise naturelle de la spartine alterniflore est amorcée à l'intérieur de la zone protégée par le brise-lames et sa densité à la fin de la saison de croissance 2014 a légèrement augmenté, en comparaison des observations faites en octobre 2013. En effet, on remarque que la reprise naturelle de la végétation observée le long de la plage, de la digue transversale et de l'intérieur du brise-lames, s'est étalée sur une plus grande superficie.

L'efficacité des travaux de végétalisation et la répartition de la spartine sera réévaluée au cours de la saison 2016, en réalisant de nouvelles mesures aux stations d'inventaire réalisés en septembre 2014. Les données pourront ainsi être facilement comparées avec les résultats du présent suivi et de juger de la pertinence de procéder à des transplantations de spartine pour favoriser la reprise de la végétation lors d'éventuels projets d'aménagement de ce genre dans le futur.



## **Annexe 1 Reportage photographique**





Photo 1 : Vue de la digue transversale à marée basse, 17 mars 2014



Photo 2 : Vue de la portion sud-ouest du brise-lames à marée basse, 17 mars 2014



Photo 3 : Vue de la portion nord-est du brise-lames à marée haute, 17 mars 2014



Photo 4 : Vue du marais au large du brise-lames à marée haute, 17 mars 2014



Photo 5 : Vue générale de la structure à marée haute, 17 mars 2014



Photo 6 : Vue à marée basse de l'estran du marais à l'ouest de la structure, 17 mars 2014



Photo 7 : Vue de la digue transversale à marée basse, 26 septembre 2014



Photo 8 : Vue de la portion sud-ouest du brise-lames à marée basse, 26 septembre 2014

129-P-0006099-0-00-230-EN-R-0001-00

*SUIVI DES TRAVAUX D'ENROCHEMENT ET DE RESTAURATION DU MARAIS DE RIVIÈRE-DU-LOUP – 2014*



Photo 9 : Vue de la portion nord-est du brise-lames à marée basse, 26 septembre 2014



Photo 10 : Vue du marais au large du brise-lames à marée basse, 26 septembre 2014



Photo 11 : Vue générale de la section nord-est de la zone protégée, à partir de l'ailette nord-est, 26 septembre 2014



Photo 12 : Vue générale de la section sud-ouest de la zone protégée, à partir de l'ailette sud-ouest, 26 septembre 2014

129-P-0006099-0-00-230-EN-R-0001-00

*SUIVI DES TRAVAUX D'ENROCHEMENT ET DE RESTAURATION DU MARAIS DE RIVIÈRE-DU-LOUP – 2014*



Photo 13 : Vue générale, à partir de la rive, de la section nord-est de la zone protégée, 26 septembre 2014



Photo 14 : Vue générale, à partir de la rive, de la section nord-est de la zone protégée, 8 octobre 2013

129-P-0006099-0-00-230-EN-R-0001-00

*SUIVI DES TRAVAUX D'ENROCEMENT ET DE RESTAURATION DU MARAIS DE RIVIÈRE-DU-LOUP – 2014*



Photo 15 : Vue générale, à partir de la rive, de la section sud-ouest de la zone protégée, 26 septembre 2014



Photo 16 : Vue générale, à partir de la rive, de la section sud-ouest de la zone protégée, 8 octobre 2013

129-P-0006099-0-00-230-EN-R-0001-00

*SUIVI DES TRAVAUX D'ENROCHEMENT ET DE RESTAURATION DU MARAIS DE RIVIÈRE-DU-LOUP – 2014*



Photo 17 : Vue du transect « C » de transplantation de spartine dans la section sud-ouest de la zone protégée, près du brise-lames, 26 septembre 2014



Photo 18 : Vue du transect « 1 » de transplantation de spartine dans la section nord-est de la zone protégée, en marge de la digue transversale, 26 septembre 2014



Photo 19 : Parcelle d'inventaire 1 (centre) de la station VLS-A1, 26 septembre 2014



Photo 20 : Parcelle d'inventaire 1 (centre) de la station VLS-A12, 26 septembre 2014. Le transect d'inventaire VLS-A9 à VLS-A12 est dans l'axe du transect « 3 » de transplantation de spartine en juin 2013, du côté sud-ouest de la digue transversale



Photo 21 : Parcelle d'inventaire 1 (centre) de la station VLS-A14, 26 septembre 2014. Le transect d'inventaire VLS-A13 à VLS-A16 est dans l'axe du transect « 1 » de transplantation de spartine en juin 2013, du côté nord-est de la digue transversale



Photo 22 : Parcelle d'inventaire 2 (ouest) de la station VLS-A20, 26 septembre 2014



Photo 23 : Parcelle d'inventaire 1 (centre) de la station VTN-1a, 26 septembre 2014



Photo 24 : Vue de la section sud-ouest de la zone protégée, à partir de la rive au droit de la station VTN-1a, à marée haute. 26 septembre 2014

**Annexe 2 Données brutes d'inventaire,  
septembre 2014**



**Annexe 2:** Données brutes de l'inventaire de la végétation à l'intérieur de la zone protégée du marais de Rivière-du-Loup, 26 septembre 2014

Station	Coordonnées (degrés)	Placette d'inventaire	Abondance des tiges*	Hauteur des tiges de spartine (cm)	Épaisseur de sédiment non-consolidé (cm)
VD-A1	47.8400 N -69.5540 O	Q1 (ouest)	0	-	14
		Q2 (centre)	0	-	13
		Q3 (est)	0	-	15
VLS-A1	47.8399 N -69.5538 O	Q1 (centre)	0	-	17
		Q2 (ouest)	0	-	19
		Q3 (est)	0	-	19
VLS-A2	47.8399 N -69.5537 O	Q1 (centre)	0	-	12
		Q2 (ouest)	0	-	11
		Q3 (est)	0	-	12
VLS-A3	47.8399 N -69.5535 O	Q1 (centre)	0	-	12
		Q2 (ouest)	0	-	11
		Q3 (est)	0	-	8
VLS-A4	47.8398 N -69.5532 O	Q1 (centre)	0	-	9
		Q2 (ouest)	0	-	9
		Q3 (est)	0	-	10
VLS-A5	47.8408 N -69.5535 O	Q1 (centre)	0	-	13
		Q2 (est)	i	48	19
		Q3 (ouest)	0	-	18
VLS-A6	47.8407 N -69.5533 O	Q1 (centre)	0	-	14
		Q2 (est)	0	-	13
		Q3 (ouest)	0	-	15
VLS-A7	47.8407 N -69.5530 O	Q1 (centre)	0	-	13
		Q2 (est)	0	-	14
		Q3 (ouest)	0	-	20
VLS-A8	47.8406 N -69.5526 O	Q1 (centre)	0	-	13
		Q2 (ouest)	0	-	11
		Q3 (est)	0	-	13
VLS-A9	47.8414 N -69.5532 O	Q1 (centre)	0	-	18
		Q2 (ouest)	0	-	24
		Q3 (est)	0	-	14
VLS-A10	47.8413 N -69.5530 O	Q1 (centre)	0	-	13
		Q2 (ouest)	0	-	16
		Q3 (est)	i	37	15
VLS-A11	47.8413 N -69.5527 O	Q1 (centre)	0	-	22
		Q2 (ouest)	i	31	17
		Q3 (est)	i	25	21
VLS-A12	47.8412 N -69.5524 O	Q1 (centre)	+	22; 19; 24; 35; 19	15
		Q2 (ouest)	+	21; 24; 36; 34	19
		Q3 (est)	2	27; 46; 27; 37; 32; 32; 37; 40; 9; 12	22
VLS-A13	47.8416 N -69.5531 O	Q1 (centre)	3	33; 53; 35; 55; 53; 42; 42; 48; 52; 52	14
		Q2 (est)	3	67; 54; 52; 61; 59; 19; 27; 33; 22; 29	19
		Q3 (ouest)	4	32; 60; 43; 34; 63; 39; 38; 30; 52; 59	9
VLS-A14	47.8416 N -69.5530 O	Q1 (centre)	+	38; 44; 31; 15; 8	18
		Q2 (est)	+	30; 32; 34; 21; 14; 7	18
		Q3 (ouest)	i	21	21
VLS-A15	47.8415 N -69.5526 O	Q1 (centre)	0	-	26
		Q2 (est)	0	-	25
		Q3 (ouest)	i	24	26
VLS-A16	47.8415 N -69.5523 O	Q1 (centre)	i	44	18
		Q2 (est)	0	-	19
		Q3 (ouest)	0	-	23
VLS-A17	47.8422 N -69.5530 O	Q1 (centre)	0	-	19
		Q2 (ouest)	+	31; 15	21
		Q3 (est)	0	-	17
VLS-A18	47.8422 N -69.5528 O	Q1 (centre)	0	-	17
		Q2 (est)	0	-	15
		Q3 (ouest)	+	16; 36; 42	17
VLS-A19	47.8421 N -69.5524 O	Q1 (centre)	+	35; 35; 25	16
		Q2 (ouest)	+	35; 22; 23; 15	17
		Q3 (est)	i	38	15
VLS-A20	47.8420 N -69.5521 O	Q1 (centre)	+	41; 12; 44; 8; 40; 36; 30 49; 27; 27; 47; 39; 31; 34; 29; 27; 35	17
		Q2 (ouest)	2	37; 47; 47; 50; 50; 29; 32; 30; 40; 23	19
		Q3 (est)	2	82; 90; 81; 86; 71; 88; 75; 68; 65; 74	11
VTN-1a	47.8390 N -69.5536 O	Q1 (centre)	5	105; 100; 92; 96; 80; 93; 93; 87; 75; 79	4
		Q2 (ouest)	5	100; 110; 70; 92; 63; 82; 85; 68; 85; 98	2
		Q3 (est)	5		2
VTN-2	47.8380 N -69.5544 O	Q1	Pas inventorié, marée trop haute		
		Q2			
		Q3			

\* Selon l'indice d'abondance/dominance de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, J. 1928)

- 5: espèce recouvrant plus de 75% de la surface du relevé (abondance quelconque)
- 4: espèce recouvrant entre 50% et 75% de la surface du relevé (abondance quelconque)
- 3: espèce recouvrant entre 25% et 50% de la surface du relevé (abondance quelconque)
- 2: espèce recouvrant entre 5% et 25% de la surface du relevé (abondance quelconque)
- 1: espèce abondante à peu abondante et recouvrant moins de 5% du relevé
- +: espèce rare et recouvrant moins de 5% du relevé
- i: pour un individu isolé
- 0: aucune présence dans la surface du relevé

Transports,  
Mobilité durable  
et Électrification  
des transports

Québec 

## Protection de l'autoroute 20 et restauration du marais de Rivière-du-Loup

Suivi des travaux d'enrochement et de restauration  
du marais de Rivière-du-Loup – 2016

046-P-0010439-0-01-001-01-EM-R-0001-00

Septembre 2017



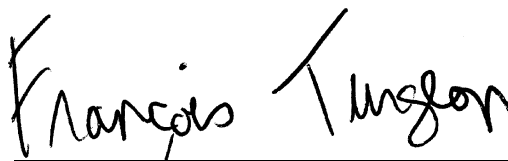


## Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports

### Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2016

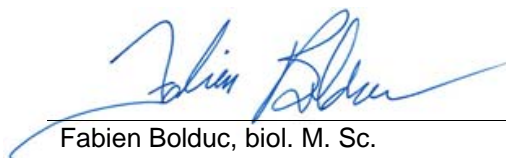
Rapport final | 046-P-0010439-0-01-001-01-EM-R-0001-00

Préparé par :



François Turgeon, tech.  
Professionnel en environnement

Approuvé par :



Fabien Bolduc, biol. M. Sc.  
Chef de projets en environnement





# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MÉTHODOLOGIE</b>	<b>3</b>
2.1	Suivi visuel de la stabilité de la digue	3
2.2	Relevés d'arpentage	3
2.3	Dynamique sédimentaire	7
2.4	Suivi de la reprise de la végétation	7
2.5	Faune benthique	9
2.6	Faune ichtyenne	10
<b>3</b>	<b>RÉSULTATS ET DISCUSSION</b>	<b>11</b>
3.1	Suivi visuel de la stabilité de la digue	11
3.2	Relevés d'arpentage	12
3.3	Dynamique sédimentaire	16
3.3.1	Relevés topographiques	16
3.3.2	Analyses granulométriques	19
3.4	Suivi de la reprise de la végétation	20
3.4.1	Évaluation générale de la reprise végétale	20
3.4.2	Suivi des bandes de spartines transplantées	22
3.4.3	Densité et hauteur de la végétation	22
3.4.4	Bilan	25
3.5	Faune benthique	25
3.5.1	Benthos de la slikke	25
3.5.2	Colonisation de la structure par les mollusques et les algues	29
3.6	Faune ichtyenne	29
3.6.1	Éperlan arc-en-ciel	33
3.6.2	Poulamon atlantique	34
3.6.3	Bar rayé	34
3.6.4	Épinoches	34
3.6.5	Autres espèces	34
<b>4</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>RÉFÉRENCES</b>	<b>41</b>

## Figures

Figure 1	Élévation du littoral dans les bassins protégés par le brise-lames en 2008 (avant les aménagements), 2013 (3 ans après les aménagements) et 2016 (6 ans après les aménagements).....	13
Figure 2	Élévation géodésique (m) relevée aux plaques de sédimentation du marais de Rivière-du-Loup (2010 – 2016) .....	18
Figure 3	Granulométrie des sédiments dans les secteurs d'étude (2008 et août 2016) .....	21
Figure 4	Proportions des grands groupes d'invertébrés récoltés dans le marais de Rivière-du-Loup en 2009 et 2016 .....	27
Figure 5	Abondance (individus/station) d'organismes récoltés en 2016 .....	28
Figure 6	Abondance moyenne (individus/station) d'organismes récoltés en 2016 au sein des zones BA, BTS et BTN .....	28
Figure 7	Abondances des principales espèces de poisson pêchées (> 1 %) dans l'ensemble des secteurs en 2009 et 2016 .....	31

## Tableaux

Tableau 1	Coordonnées des plaques sédimentaires, dont celles sélectionnées pour les analyses granulométriques dans le marais de Rivière-du-Loup, 2016.....	8
Tableau 2	Élévations enregistrées sur la digue en enrochement et le brise-lames, Rivière-du-Loup, 2013 – 2016.....	15
Tableau 3	Suivi de l'épaisseur de sédiments sur les plaques de sédimentation entre 2010 et 2016 .....	17
Tableau 4	Résultats des analyses de granulométrie, 2016 .....	19
Tableau 5	Densité de la végétation dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 2014 et 2016 <sup>a</sup> .....	24
Tableau 6	Épaisseur de sédiments non consolidés mesurée dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 2014 et 2016 .....	24
Tableau 7	Hauteur des tiges de spartines mesurées dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 2014 et 2016 .....	24
Tableau 8	Captures de poissons dans le marais de Rivière-du-Loup, 2016.....	30
Tableau 9	Longueurs et poids moyens des poissons mesurés, 2016 .....	30

## Carte

Carte 1	Localisation des stations d'inventaire et d'échantillonnage et des herbiers à spartine alterniflore, 2016 .....	5
---------	---	---

## Annexes

Annexe 1	Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage du benthos et du poisson
Annexe 2	Photographies
Annexe 3	Certificats d'analyse de la granulométrie
Annexe 4	Données brutes de l'inventaire de la végétation dans les placettes d'inventaire
Annexe 5	Données brutes de l'identification des invertébrés
Annexe 6	Longueurs et poids des poissons mesurés

## Propriété et confidentialité

« Ce document est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et/ou du ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants d'Englobe qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment qualifiés selon la procédure relative à l'approvisionnement de notre manuel qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
0A	2017-03-22	Version préliminaire pour commentaires
00	2017-09-22	Version finale

Ce document a été mis en page pour une impression recto verso.



# 1 INTRODUCTION

À l'automne 2010, le ministère des Transports du Québec (MTQ), maintenant renommé le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET), a procédé à la mise en place d'une protection de rive submersible sur la batture du Saint-Laurent, en partie en milieu émergé et en partie en zone de marnage, du côté nord de l'autoroute 20 à environ 1,5 km à l'ouest de l'embouchure de la rivière du Loup.

Cette protection avait pour principaux objectifs :

- ▶ de diminuer les vagues et de dissiper le courant près de la rive;
- ▶ de créer une zone plus propice à la sédimentation et à l'implantation de la végétation dans la partie supérieure de la batture;
- ▶ de stabiliser le couvert de glace.

La rencontre de ces objectifs devait permettre de protéger l'autoroute 20 contre le processus d'érosion des rives et la réhabilitation à moyen terme du marais de Rivière-du-Loup.

La protection de rive réalisée est constituée de deux structures principales en enrochement et d'une plage. Les structures sont :

- ▶ une plage de 500 m de long contre le talus présentant une problématique d'érosion en 2009. Cet élément est composé d'un noyau en enrochement visant à protéger l'autoroute 20, en cas d'érosion temporaire de la plage. Ce noyau a été recouvert de matériaux plus fins (sable et gravier) dans le but d'accélérer le processus de sédimentation et de végétalisation du secteur protégé, tout en contribuant à fournir les matériaux de base du futur marais. Un recouvrement de matériaux fins (silt et argile) a été effectué avec le matériel excavé de la clé du brise-lames;
- ▶ un brise-lames principal submersible ou butée de pied de 360 m de long parallèle au rivage, à environ 130 m de la microfalaise en érosion avant les travaux, qui sert à protéger le secteur au sud de ce brise-lames contre les vagues, tout en favorisant la stabilisation du couvert de glace en hiver. La crête de la moitié nord du brise-lames a été positionnée à environ 2,0 m d'élévation, tandis que celle de la moitié sud a une élévation d'environ 1,5 m. L'aménagement est complété par des ailes abaissées aux extrémités à environ 1 m de ligne de crête;
- ▶ une digue transversale, perpendiculaire au brise-lames et à la rive, d'approximativement 120 m de long, servant de chemin d'accès lors de la construction du brise-lames et de réducteur de l'écoulement (courants induits par la marée ou par les vagues), afin de favoriser la déposition et la rétention des sédiments fins en circulation dans le secteur.

De plus, dans le but d'accélérer la reprise végétale à l'intérieur de la zone protégée, des travaux de transplantation de spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) ont été effectués en juin 2013. Ces travaux incluaient le prélèvement de plants de spartines provenant de « bancs donneurs » situés à proximité et le transport de ces plants ainsi que la plantation de ceux-ci selon un patron défini au site récepteur. La plantation a été réalisée dans la zone protégée par le brise-lames sur deux transects parallèles à la rive et quatre transects perpendiculaires.

Ce projet a été accepté comme habitat de réserve par le ministère des Pêches et Océans Canada (MPO, 2009) sous certaines conditions. Un protocole pour l'état de référence et le suivi a également été produit dans le cadre de la demande d'autorisation du projet (Meunier et Gosselin, 2009). Le suivi doit également permettre d'évaluer la colonisation de l'estran restauré par la spartine alterniflore (taux de survie des plants, croissance, superficie et densité).

Les activités nécessaires au suivi biophysique des travaux portent donc sur six éléments, soit :

- ▶ la stabilité de la structure (suivi visuel);
- ▶ la topographie et la bathymétrie;
- ▶ la dynamique sédimentaire (deux fois par an);
- ▶ la végétation;
- ▶ la faune benthique et la nature des sédiments;
- ▶ la faune ichtyenne.

Le programme de suivi devait s'échelonner jusqu'en 2016 et être réalisé à quatre reprises (2012, 2013, 2014 et 2016) après l'état de référence (2009). Le suivi prévu pour l'année 2016 porte sur les six éléments listés ci-dessus. Le présent rapport comprend une description de la méthodologie employée lors de ce suivi environnemental et les observations faites sur le site en 2016 et fait également une synthèse des observations et résultats.

## 2 MÉTHODOLOGIE

Le programme de suivi biophysique des aménagements implantés en 2010 vise à s'assurer que ceux-ci résistent aux éléments climatiques (glaces, vagues, précipitations, etc.). Ce programme vise également à s'assurer que la densité de la spartine alterniflore, qui a fait l'objet de transplantation dans l'estran au printemps 2013, soit comparable à celle retrouvée en milieu naturel. De façon plus générale, le programme de suivi a comme objectif de vérifier si les aménagements réalisés dans le cadre de ce projet pilote peuvent contribuer à la restauration d'un habitat (marais à spartine) avec des fonctions biologiques intéressantes (habitat de réserve en vertu de la Loi sur les Pêches (MPO, 2009)). La carte 1 présente le secteur d'étude ainsi que les stations d'inventaire et d'échantillonnage.

Les travaux de relevés sur le terrain se sont déroulés le 23 juin, ainsi que du 21 au 25 août 2016.

### 2.1 SUIVI VISUEL DE LA STABILITÉ DE LA DIGUE

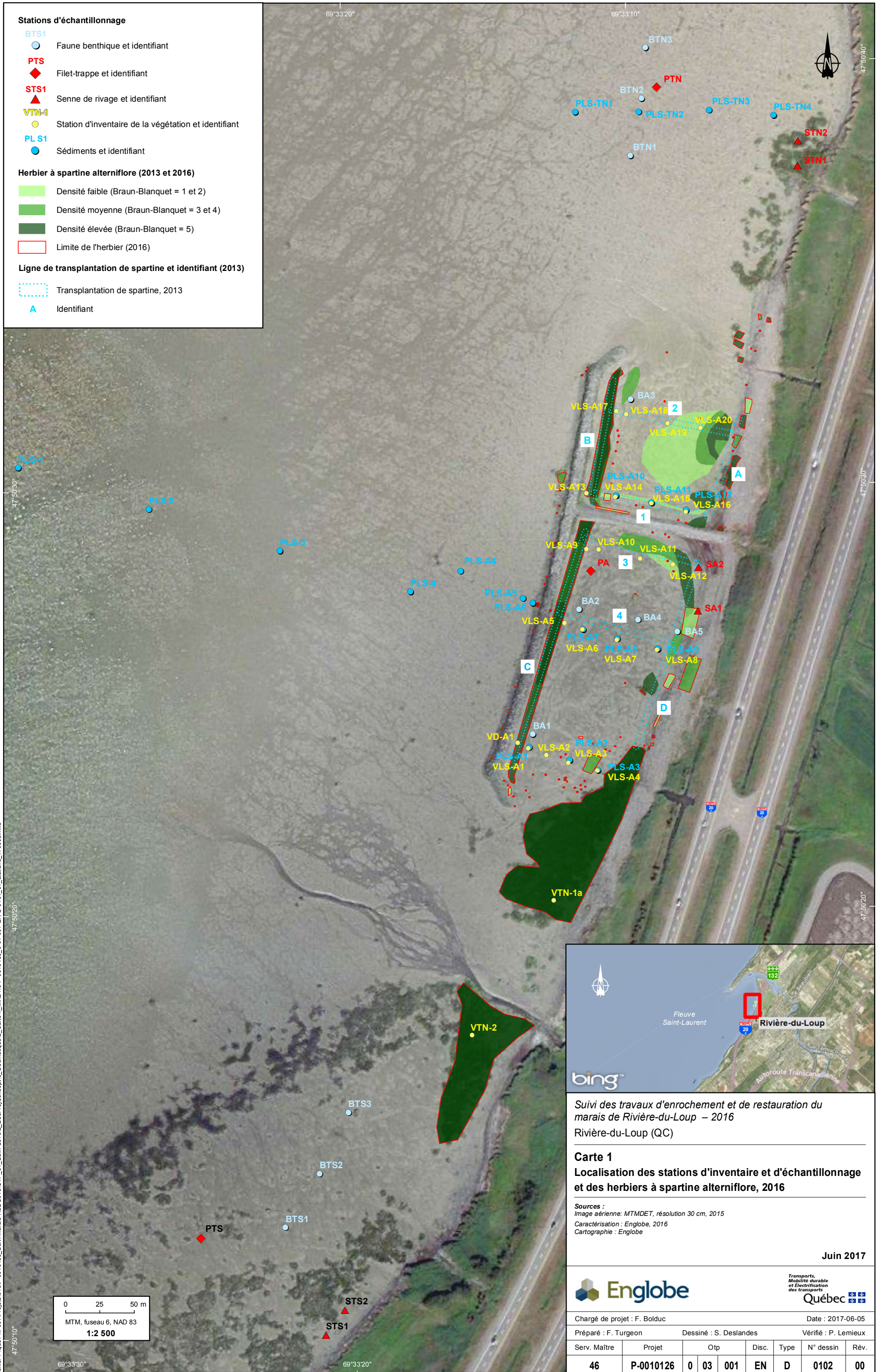
Un relevé visuel de la structure en enrochement a été effectué en période hivernale (11 mars 2016) et en période estivale (24 août 2016). Les observations ainsi faites permettent de s'assurer de la stabilité de la structure et que les aménagements ne subissent pas de dégradation. Lorsque réalisé en période libre de glace, ce suivi visuel permet également de détecter des bris possibles qui auraient pu être occasionnés par les glaces.

### 2.2 RELEVÉS D'ARPENTAGE

Des relevés d'arpentage ont été réalisés sur toute la structure en enrochement afin de vérifier sa stabilité. En mai 2012, la structure en enrochement a été relevée dans son intégralité sur des transects séparés de 10 m. En septembre 2012, seuls quelques points de mesure ont été relevés afin de valider la stabilité de la structure par rapport au relevé de mai 2012. En mai et octobre 2013, la structure a été relevée sur la ligne centrale des digues principale et transversale, à un intervalle de 10 m. Il en a été de même en juin 2016. Un appareil GPS à précision submétrique ( $\pm 1$  cm) a été utilisé (Spectra Precision, modèle ProMark 220).

Les cotes relevées ont été comparées entre elles ainsi qu'aux plans « Tel que construit » de janvier 2011, fournis par le MTMDET, dont les données ont été récoltées à la suite des travaux de construction réalisés en 2010.





**Stations d'échantillonnage**

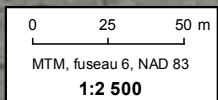
- **BTS1** Faune benthique et identifiant
- ◆ **PTS** Filet-trappe et identifiant
- ▲ **STS1** Senne de rivage et identifiant
- **VTN-1** Station d'inventaire de la végétation et identifiant
- **PL S1** Sédiments et identifiant

**Herbier à spartine alterniflore (2013 et 2016)**

- Densité faible (Braun-Blanquet = 1 et 2)
- Densité moyenne (Braun-Blanquet = 3 et 4)
- Densité élevée (Braun-Blanquet = 5)
- Limite de l'herbier (2016)

**Ligne de transplantation de spartine et identifiant (2013)**

- Transplantation de spartine, 2013
- A Identifiant



Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2016  
Rivière-du-Loup (QC)

**Carte 1**  
**Localisation des stations d'inventaire et d'échantillonnage et des herbiers à spartine alterniflore, 2016**

Sources :  
Image aérienne: MTMDET, résolution 30 cm, 2015  
Caractérisation : Englobe, 2016  
Cartographie : Englobe

Jun 2017



Chargé de projet : F. Bolduc				Date : 2017-06-05			
Préparé : F. Turgeon		Dessiné : S. Deslandes		Vérifié : P. Lemieux			
46	P-0010126	0	03	001	EN	D	0102
							00



## 2.3 DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

Des relevés d'élévation ont été effectués sur 20 plaques-témoins implantées lors des travaux d'aménagement en 2010, afin de valider la dynamique sédimentaire à ces endroits. Ces relevés ont été menés les 23 juin et 21 août 2016. Le tableau 1 liste les stations d'échantillonnage où une plaque de sédimentation est présente et leurs localisations sont illustrées sur la carte 1. L'élévation altimétrique du niveau des sédiments a ainsi été comparée à l'élévation des plaques aux mêmes coordonnées X et Y relevées en 2010 afin de déterminer le taux d'accrétion ou d'érosion des sédiments. Pour évaluer la granulométrie des sédiments, des échantillons ont été récoltés sur 12 stations, identifiées au tableau 1.

Les relevés ont été réalisés à l'aide d'un DGPS Spectra Precision, modèle ProMark 220, offrant une précision de 1 cm en position X, Y et Z. Les échantillons ont été envoyés dans un laboratoire d'Englobe afin d'y effectuer les analyses de granulométrie.

Des relevés topographiques ont également été réalisés à l'intérieur de la digue en enrochement le long des transects perpendiculaires à la rive afin de vérifier la présence de zones d'érosion ou de sédimentation.

## 2.4 SUIVI DE LA REPRISE DE LA VÉGÉTATION

Les travaux de plantation de spartine ont été effectués en juin 2013. Des relevés visuels ont été faits à l'automne 2013 pour décrire la reprise végétale après quelques mois. Des relevés détaillés ont été effectués le 26 septembre 2014 de façon à bien décrire le patron de distribution de la végétation à l'intérieur de la digue. Les mêmes types de relevés ont été effectués le 23 août 2016.

Les paragraphes suivants présentent plus en détail la méthodologie et le type de données récoltées.

### **Évaluation générale de la reprise végétale**

Dans un premier temps, des relevés visuels de l'ensemble de la zone d'étude ont été effectués afin de bien décrire la distribution de la végétation à l'intérieur de la digue et d'évaluer le succès de reprise des transplantations de spartine. Pour documenter ces éléments, les activités suivantes ont été réalisées :

- ▶ évaluation du taux de survie des plants transplantés en juin 2013. En ce qui concerne la croissance, comme la taille des plants n'a pas été mesurée lors des transplantations, il n'a pas été possible d'évaluer ce paramètre;
- ▶ délimitation des zones au GPS ( $\pm 3$  m) présentant une densité de végétation élevée (indice de Braun-Blanquet de 5), moyenne (indice de Braun-Blanquet de 3 ou 4) ou faible (indice de Braun-Blanquet de 1 ou 2) (évaluation visuelle);

- ▶ localisation des plaques de végétation de bonne dimension arrachées et déplacées par les glaces et les courants qui sont présentes à l'intérieur de la zone. Cette information permettra d'évaluer l'impact de ces déplacements de plaques de végétaux sur la recolonisation de la zone protégée;
- ▶ prise de photographies.

Tableau 1 Coordonnées des plaques sédimentaires, dont celles sélectionnées pour les analyses granulométriques dans le marais de Rivière-du-Loup, 2016

STATION	COORDONNÉES MTM NAD 83 ZONE 7		GRANULOMÉTRIE
	Est	Nord	
PLS-1	375 246	5 300 740	X
PLS-2	375 341	5 300 710	
PLS-3	375 437	5 300 679	X
PLS-4	375 532	5 300 650	
PLS-A1	375 618	5 300 536	
PLS-A2	375 648	5 300 526	X
PLS-A3	375 668	5 300 520	X
PLS-A4	375 568	5 300 665	X
PLS-A5	375 614	5 300 645	
PLS-A6	375 621	5 300 641	X
PLS-A7	375 658	5 300 622	X
PLS-A8	375 683	5 300 615	
PLS-A9	375 712	5 300 608	X
PLS-A10	375 682	5 300 719	X
PLS-A11	375 708	5 300 714	X
PLS-A12	375 733	5 300 708	
PLS-TN1	375 652	5 300 999	
PLS-TN2	375 698	5 301 000	X
PLS-TN3	375 750	5 301 001	
PLS-TN4	375 796	5 300 997	X

### **Évaluation de la densité et de la taille de la végétation**

Afin d'obtenir des données quantitatives sur la reprise végétale et de pouvoir les comparer dans le temps, l'abondance du couvert de végétation, en distinguant la spartine des autres espèces (lorsque présentes), a été effectuée pour 21 stations réparties le long de 5 transects perpendiculaires à la rive du Saint-Laurent (voir carte 1). À chacune des stations, l'abondance de la spartine alterniflore<sup>\*</sup> a été évaluée à l'aide de l'indice de Braun-Blanquet pour trois (3) placettes-échantillons de 1 m par 1 m (sur le point, à 2 m vers la rive et à 2 m vers le large).

Afin de pouvoir éventuellement faire le lien entre la dynamique sédimentaire et la reprise végétale, les stations d'inventaire de la végétation ont été positionnées à proximité (approximativement 1 m au nord) des trois transects de stations de mesure de l'épaisseur des sédiments à l'intérieur des infrastructures. Pour compléter l'inventaire de la végétation, un transect a été ajouté à proximité de la digue transversale du côté sud-ouest et un transect près de l'extrémité nord-est de la digue, dans la ligne de plantation de spartine n° 2 de juin 2013. Ces stations sont les mêmes que celles inventoriées en 2014.

D'autre part, pour obtenir une évaluation de la densité « naturelle » d'un marais à spartine, deux stations étaient prévues dans des secteurs où la spartine est bien implantée (stations VTN-1 et VTN-2, carte 1).

Pour chacune des placettes-échantillons, outre l'indice d'abondance/dominance de Braun-Blanquet, la hauteur moyenne des tiges de spartine a été mesurée afin d'évaluer la croissance de la spartine. L'épaisseur de sédiments non consolidés a également été mesurée à l'aide d'une règle enfoncée dans le substrat jusqu'à l'atteinte d'une résistance, et des photographies ont été prises.

## **2.5 FAUNE BENTHIQUE**

Les 11 stations d'échantillonnage de la faune benthique de l'état de référence (2009) ont été reprises en 2016. Cinq d'entre elles sont situées à l'intérieur de l'aménagement, les six autres étant situées en deux groupes de trois au nord et au sud de l'aménagement (carte 1). Les stations au nord et au sud de l'aménagement sont toutes situées dans des habitats comparables en ce qui a trait à la végétation et le substrat. Les coordonnées des stations d'échantillonnage sont présentées à l'annexe 1.

---

\* Aucune autre espèce de plante n'a été recensée dans les placettes-échantillons en août 2016.

À chaque station, trois prélèvements de sédiments ont été faits à marée basse à l'aide d'une pelle dans un quadrat de 0,25 m x 0,25 m sur une profondeur de 0,15 m. Ils ont été homogénéisés dans une chaudière à l'aide d'une cuillère de bois. Étant donné le volume total récolté de sédiments trop important, un sous-échantillon de 2 L (0,002 m<sup>3</sup>) d'homogénat a été prélevé pour le tamisage.

Tous ces échantillons ont été tamisés sur place, à l'aide d'un tamis 500 µm, au cycle de marée haute suivant. Le refus de chaque échantillon a été conservé dans de l'éthanol à 90 %. Les organismes récoltés ont été identifiés au niveau de la famille et dénombrés par station au laboratoire d'Englobe.

De plus, lors du suivi visuel de la digue, la colonisation de la structure par les mollusques et les algues a été évaluée visuellement (%).

## 2.6 FAUNE ICHTYENNE

Un échantillonnage de la faune ichthyenne a été réalisé à l'aide de filets-trappes de type « Alaska » (ouverture de 2 m x 1,3 m reliée à deux ailes de 15 m x 1,3 m; mailles de 1,77 cm) et à l'aide d'une senne de rivage (1,3 m x 15 m et 1 cm de maille). La localisation des stations de pêche est illustrée sur la carte 1 et leurs coordonnées géographiques sont présentées à l'annexe 1.

Les filets-trappes ont été installés à marée basse le 22 août 2016 et ont été levés à deux reprises après deux marées hautes. Un coup de senne a été effectué à chacune des stations à marée haute le 24 août 2016. Les individus capturés ont été identifiés et dénombrés à l'espèce. Ils ont été pesés ( $\pm 1$  g) et mesurés ( $\pm 1$  mm) jusqu'à concurrence d'environ 20 individus par espèce.

Dans le cadre du suivi, des pêches au chalut effectuées par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) de l'époque (maintenant nommé le ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs (MFFP)) devaient permettre de documenter l'utilisation du secteur à l'étude par les juvéniles avant et après la mise en place des structures de protection (Meunier et Cloutier, 2010). Une première pêche au chalut a été réalisée le 12 juillet 2010, soit après la parution de l'étude de l'état de référence (mai 2010). Les grandes lignes des résultats de cette étude sont présentées plus bas. Une seconde pêche au chalut devait être effectuée par le MFFP à l'été 2016, mais, pour diverses raisons, elle a été reportée à une date ultérieure.

## 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 SUIVI VISUEL DE LA STABILITÉ DE LA DIGUE

Le suivi visuel de la digue en enrochement lors de la visite hivernale du 11 mars 2016 démontre que la structure est stable. Aucun bloc de glace d'importance n'était présent sur la structure lors de la visite. Le couvert de glace était présent dans l'ensemble de la zone protégée par le brise-lames, de même qu'au large de celui-ci. Comme observé également en mars 2014, la structure semble donc limiter le déplacement des blocs de glace vers le rivage et diminuer ainsi l'intensité de cette source d'érosion. Des photographies prises en mars 2016 sont illustrées à l'annexe 2 (photos 1 à 6).

Le suivi visuel effectué lors de la visite du 24 août 2016 démontre également que la digue et le brise-lames sont stables. Les photos 7 à 9 de l'annexe 2 en témoignent.

La moitié nord du brise-lames a une crête de 2,0 m d'élévation et est constituée d'une base en pierre de 0 à 300 kg et d'une protection de 1 à 3 tonnes. Celle de la moitié sud a une crête d'environ 1,5 m d'élévation et est constituée de matériel plus imposant (base en pierre de 0 à 500 kg et protection de 1 à 5 tonnes). L'aménagement est complété aux extrémités par des ailes abaissées à environ 1 m de ligne de crête.

Visuellement, aucune différence notable n'a été notée entre les secteurs d'influence de ces trois portions du brise-lames par rapport à leurs effets. Cependant, les mesures d'épaisseur de vase et les relevés topographiques indiquent que le secteur nord-est a accumulé un peu plus de sédiments depuis le début du suivi (section 3.3). Il semblerait qu'une hauteur de crête supérieure (2,0 m versus 1,5 m) protégerait mieux le marais contre les vagues et les glaces, même si les deux principales parties du brise-lames sont efficaces à cet effet. Par ailleurs, aucun effet de bout (accélération des courants et érosion) n'a été observé aux extrémités du brise-lames. Les ailes abaissées, prévues à cet effet, semblent avoir joué leur rôle pour contrer les effets de bout.

### 3.2 RELEVÉS D'ARPENTAGE

Les relevés topographiques effectués sur la structure en enrochement en juin 2016 ont été comparés aux données d'élévation provenant du plan « Tel que construit » datant de janvier 2011 et fourni par le MTMDET, ainsi qu'avec les données prises lors des campagnes de 2012 et 2013.

En 2013, les élévations comparées étaient semblables, indiquant que la structure était stable (Dessau, 2014). Il en est de même en 2016. Des variations de 12 cm ou moins ont été mesurées entre les mesures de 2013 et 2016 (tableau 2). Ces variations peuvent être attribuables au fait que les mesures d'élévation n'ont pas été prises exactement au même endroit (microtopographie à la surface des rochers).

Les profils d'élévation du littoral dans les bassins protégés par le brise-lames sont illustrés sur la figure 1. Les profils de 2008 (état de référence avant les aménagements), de 2013 (3 ans après les aménagements) et de 2016 (6 ans après les aménagements) y sont superposés. On constate que l'accumulation de sédiments observée dans le littoral entre 2008 et 2013 s'est maintenue en 2016 (axe 1) ou légèrement accentuée (axe 2), confirmant que la structure favorise la sédimentation dans les zones protégées. De même, pour les deux profils mesurés, il ne semble pas y avoir eu d'érosion du talus depuis 2013.

10 cm

5

4

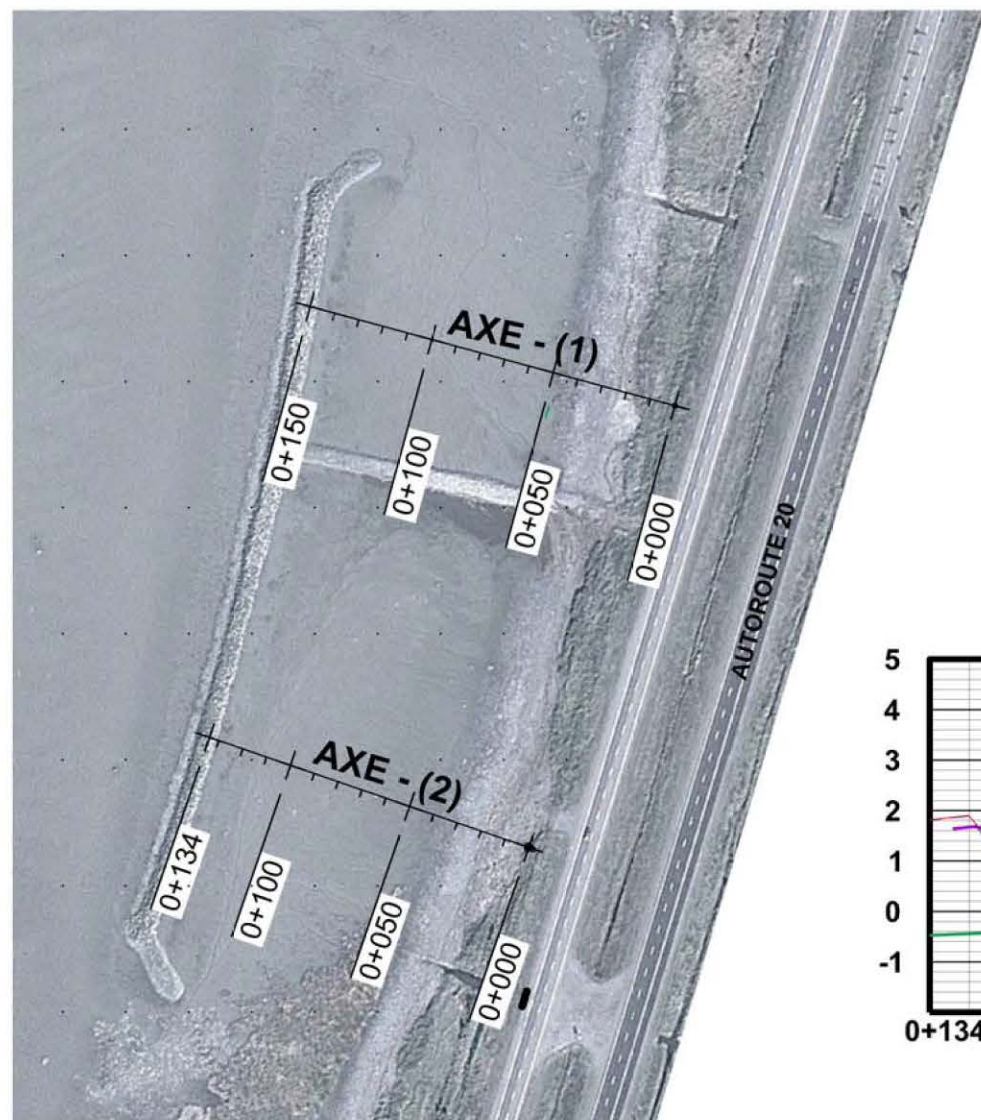
3

2

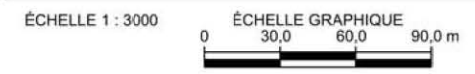
1

0

Fichier: (\\QUEBEC-SF5\projets) G:\046\p-0010439\_Suivi-marais-RdL-2016\5\_CAD\OTP\_0-00-001\046-P-0010439-0-00-001-EN-D-0101-00.dwg  
Imprimé le: 2017/06/02 07:12



**PLAN DE LOCALISATION**



CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ DE ENGLOBE CORP. ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE ENGLOBE CORP.

00	2017-03-06	SUIVI DES TRAVAUX D'ENROCHEMENT 2016	F.T.	F.B.
RÉV.	A - M - J DATE	DESCRIPTION	Préparé Par	Vérifié Par
ÉMISSIONS / RÉVISIONS				
TOUTES LES DIMENSIONS DEVRONT ÊTRE PRISES ET VÉRIFIÉES AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX				

**Légende**

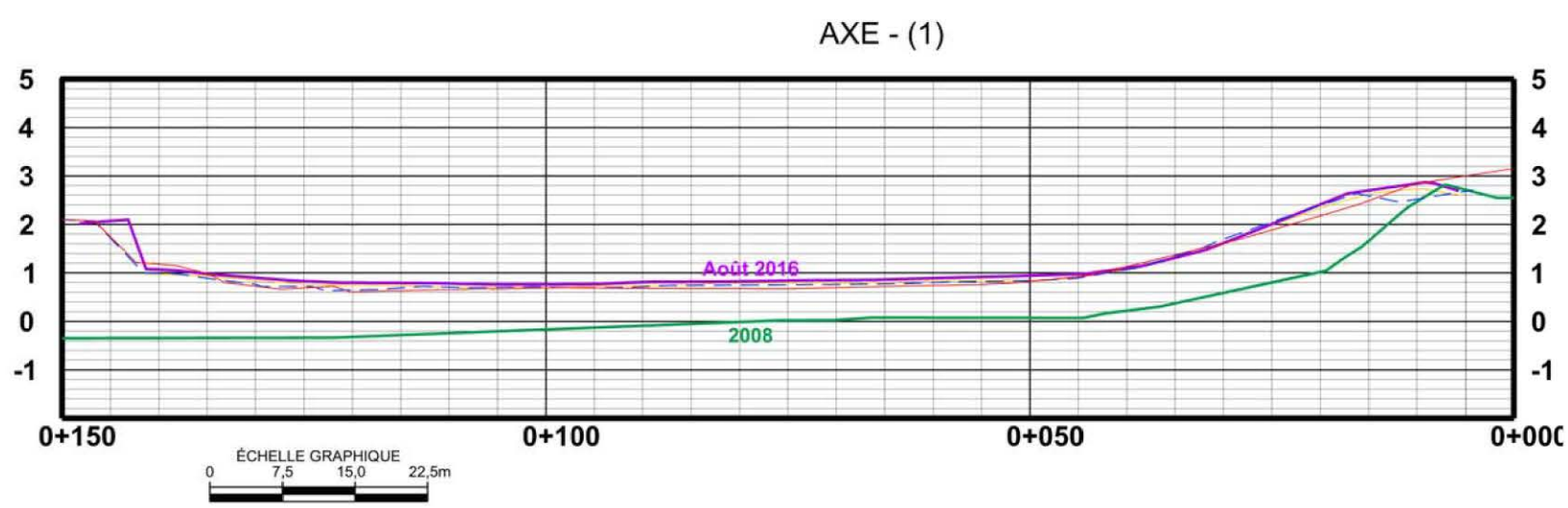
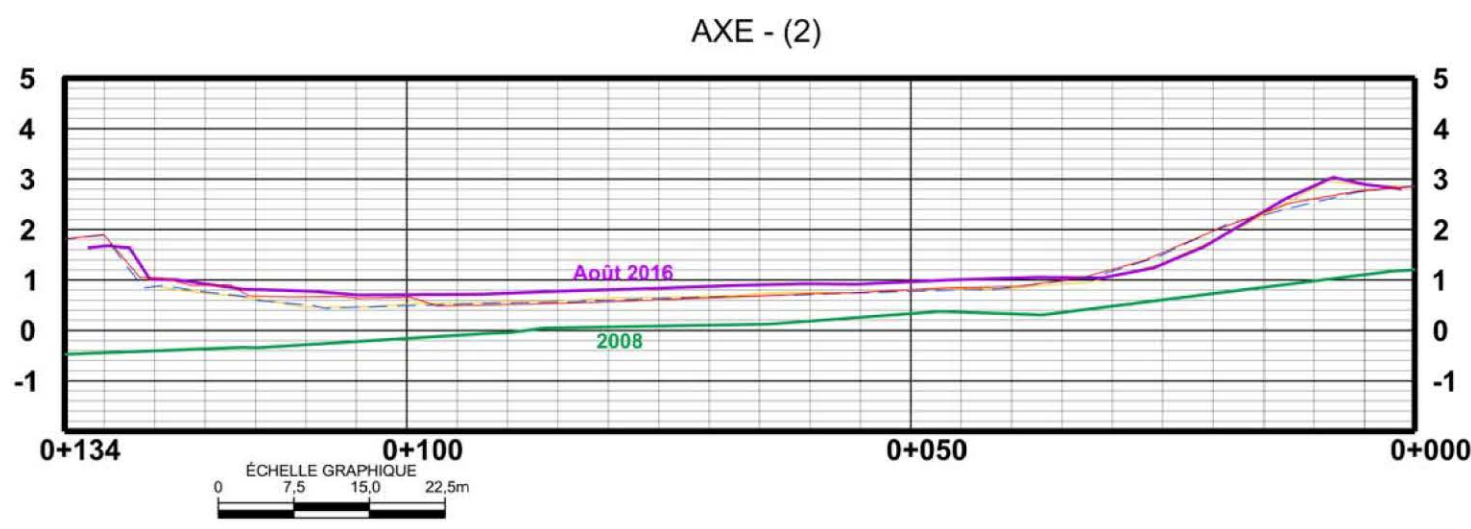
- Ligne de profil du terrain (2008)
- Ligne de profil du terrain (mai 2013)
- - - Ligne de profil du terrain (octobre 2013)
- Ligne de profil du terrain (juin, 2016)
- Ligne de profil du terrain (août, 2016)

Client

**Transports,  
Mobilité durable  
et Électrification  
des transports**

**Québec**

Références du client  
PROJET 154-07-0350 / DOSSIER 6501-11-QH03



Projet

**SUIVI DES TRAVAUX  
D'ENROCHEMENT ET DE  
RESTAURATION DU MARAIS**

RIVIÈRE-DU-LOUP (QUÉBEC)

Titre **ÉLEVATION DU LITTORAL DANS LES BASSINS PROTÉGÉS  
PAR LE BRISE-LAMES EN 2008 (AVANT LES AMÉNAGEMENTS),  
2013 (3 ANS APRÈS LES AMÉNAGEMENTS)  
ET 2016 (6 ANS APRÈS LES AMÉNAGEMENTS)**

Englobe Corp.

1260, boul. Lebourgneuf, bureau 400  
Québec (Québec) G2K 2G2  
Téléphone : 418.704.8091  
Télécopieur : 418.647.2540

Préparé <b>F. Turgeon</b>	Discipline <b>Environnement</b>
Dessiné <b>A. Giroux</b>	Échelle <b>Indiquée</b>
Vérifié <b>F. Bolduc</b>	Date <b>2017-06-02</b>
Chargé de projet <b>F. Bolduc</b>	No. de séquence <b>01 de 01</b>

Serv. resp.	Projet	Otp	Disc.	Type	N° Dessin	Rév.
046	P-0010439	000001	EN	D	0101	00



Tableau 2 Élévations enregistrées sur la digue en enrochement et le brise-lames, Rivière-du-Loup, 2013 – 2016

EMPLACEMENT SUR LA DIGUE	PLAN TEL QUE CONSTRUIT (2011) ET SEPTEMBRE 2012				RELEVÉS DE 2013 ET 2016				VARIATION 2013-2016 (M)
	COORDONNÉES MTM NAD 83, ZONE 7		ÉLÉVATION GÉODÉSIQUE (M)		COORDONNÉES MTM NAD 83, ZONE 7		ÉLÉVATION GÉODÉSIQUE (M)		
	EST	NORD	JANVIER 2011	SEPTEMBRE 2012	EST	NORD	2013 MAI – OCTOBRE (MOYENNE)	2016 JUIN	
Centre de la digue transversale	375 687	5 300 700	1,50	1,673	375 693	5 300 699	1,90	1,81	-0,09
Près de la jonction entre la digue transversale et le brise-lames	375 654	5 300 709	1,50	1,557	375 654	5 300 707	1,79	1,78	-0,01
Aile nord-est du brise-lames	375 649	5 300 721	2,15	2,094	375 651	5 300 720	2,21	2,13	-0,08
Aile sud-ouest du brise-lames	375 637	5 300 656	1,65	1,994	375 637	5 300 659	2,04	1,92	-0,12

### 3.3 DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

#### 3.3.1 Relevés topographiques

Les élévations géodésiques des sédiments au-dessus des plaques de sédimentation mesurées depuis le début du suivi sont présentées au tableau 3. La figure 2 illustre les élévations pour les deux relevés effectués en 2016, en comparaison avec les relevés automnaux de 2010, de 2012 et de 2013.

De manière générale, toutes les plaques de sédimentation relevées en 2016 étaient enfouies sous une couche de sédiments variant de 0,02 à 0,73 m, et l'épaisseur de sédiments est en croissance partout depuis 2010.

À l'intérieur du brise-lames, l'accumulation est d'une soixantaine de centimètres en moyenne, les stations rapprochées de la rive (PLS-A3, PLS-A9 et PLS-A12) ayant une accumulation moindre (tableau 3). Par ailleurs, les différences observées entre les relevés de juin et août 2016 indiquent que les dépôts de sédiments peuvent varier dans un sens ou l'autre sur une base saisonnière.

Au large du brise-lames, la sédimentation est plus importante à proximité de celui-ci (stations PLS-A5 et PLS-A6; 17 cm) qu'ailleurs (5 cm ou moins). Dans la zone témoin, une accumulation d'une dizaine de centimètres est aussi observée depuis novembre 2010.

Ces résultats montrent clairement que le brise-lames contribue à accentuer les dépôts de sédiments dans sa zone d'influence.

Tableau 3 Suivi de l'épaisseur de sédiments sur les plaques de sédimentation entre 2010 et 2016

EMPLACEMENT	STATION	ÉLÉVATION GÉODÉSIQUE (M)									ÉPAISSEUR DE VASE (M)		VARIATION DE L'ÉLÉVATION (M) NOV-10 ET AOÛT-16
		NOV-10	MAI-11	SEPT-11	MAI-12	SEPT-12	MAI-13	OCT-13	JUIN-16	AOÛT-16	JUIN-16	AOÛT-16	
Extérieur du brise-lames	PLS-1	-0,846	-0,803	-0,794	-0,875	-0,803	-0,811	-0,795	-0,804	-0,854	0,07	0,02	-0,008
	PLS-2	-0,695	-0,670	-0,674	-0,666	-0,685	-0,663	-0,707	-0,680	-0,660	0,03	0,05	0,036
	PLS-3	-0,519	-0,497	-0,491	-0,497	-0,499	-0,501	-0,501	-0,514	-0,504	0,03	0,04	0,015
	PLS-4	-0,340	-0,332	-0,331	-0,336	-0,333	-0,328	-0,331	-0,308	-0,308	0,05	0,05	0,032
	PLS-A4	-0,247	-0,246	-0,236	-0,226	-0,245	-0,255	-0,244	-0,141	-0,191	0,09	0,04	0,056
	PLS-A5	-0,131	-0,094	-0,109	-0,090	-0,083	-0,046	-0,118	0,079	0,039	0,20	0,16	0,170
	PLS-A6	-0,100	-0,056	-0,070	-0,017	-0,035	-0,008	-0,029	0,073	0,073	0,14	0,14	0,173
										Moyenne	0,09	0,07	0,068
Intérieur sud-ouest	PLS-A1	0,004	0,056	0,197	0,376	0,352	0,353	0,434	0,622	0,642	0,58	0,60	0,637
	PLS-A2	0,174	0,280	0,293	0,393	0,404	0,448	0,493	0,553	0,873	0,35	0,67	0,699
	PLS-A3	0,403	0,754	0,551	0,613	0,573	0,582	0,604	0,720	0,660	0,28	0,22	0,257
Intérieur centre	PLS-A7	0,105	0,268	0,313	0,430	0,443	0,494	0,535	0,653	0,823	0,53	0,70	0,718
	PLS-A8	0,248	0,388	0,430	0,525	0,524	0,628	0,643	0,875	0,915	0,59	0,63	0,667
	PLS-A9	0,422	0,638	0,627	0,698	0,711	0,787	0,828	1,045	0,905	0,57	0,43	0,483
Intérieur nord-est	PLS-A10	0,087	0,407	0,469	0,608	0,603	0,633	0,713	0,810	0,860	0,68	0,73	0,773
	PLS-A11	0,255	0,470	0,537	0,639	0,654	0,674	0,748	0,927	0,897	0,65	0,62	0,642
	PLS-A12	0,422	0,567	0,608	0,751	0,747	0,766	0,796	1,005	1,035	0,56	0,59	0,613
										Moyenne	0,53	0,58	0,610
Témoins nord-est	PLS-TN1	-0,086	-0,059	-0,073	0,112	-0,063	-0,073	-0,073	0,031	0,031	0,09	0,09	0,117
	PLS-TN2	0,028	-0,002	0,023	0,030	0,041	0,027	0,035	0,124	0,124	0,08	0,08	0,096
	PLS-TN3	0,176	0,171	0,171	0,171	0,102	0,172	0,191	0,247	0,307	0,05	0,11	0,132
	PLS-TN4	0,397	0,377	0,390	0,371	0,352	0,351	0,347	0,509	0,489	0,08	0,06	0,092
											Moyenne	0,08	0,09

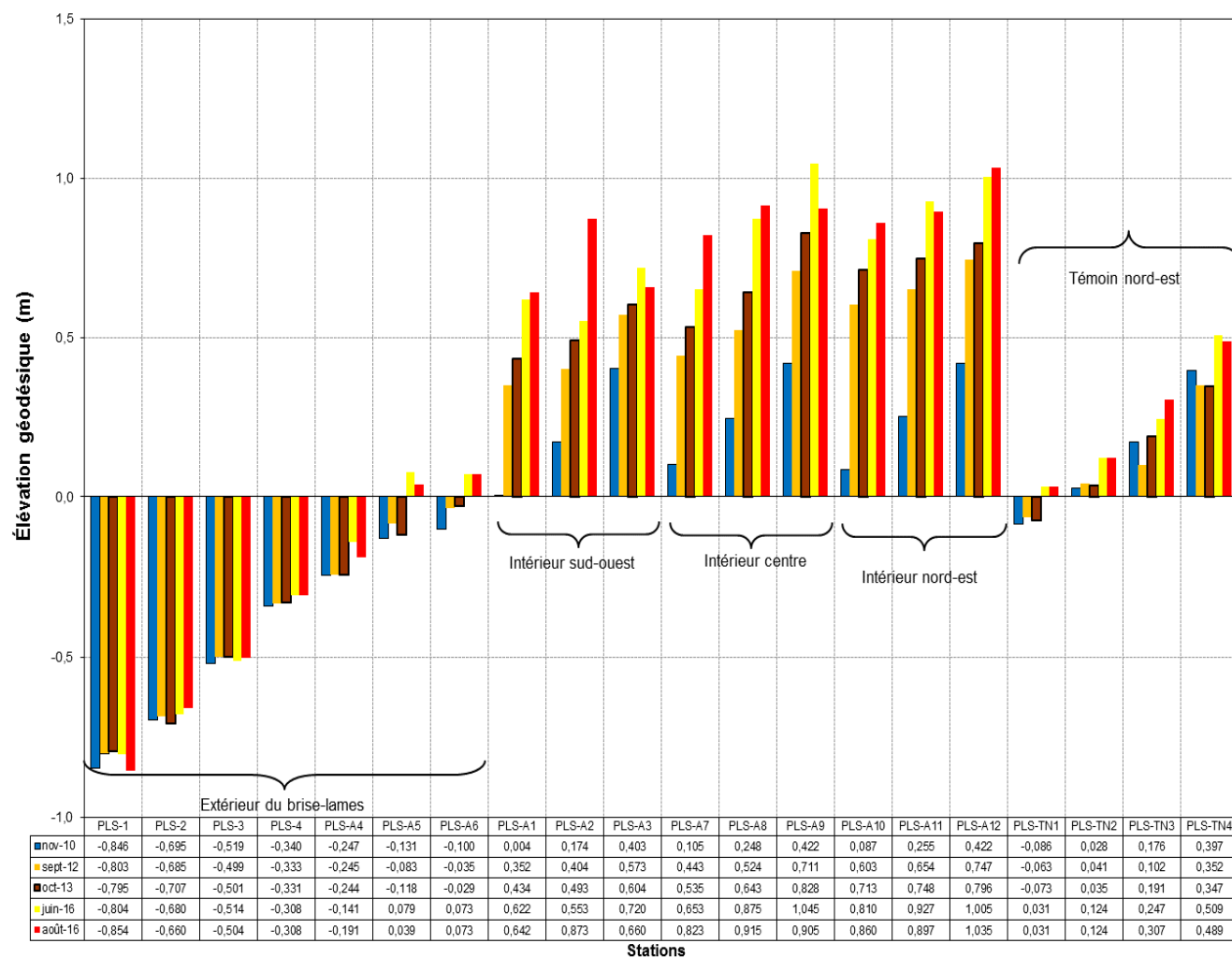


Figure 2 Élévation géodésique (m) relevée aux plaques de sédimentation du marais de Rivière-du-Loup (2010 – 2016)

### 3.3.2 Analyses granulométriques

Les résultats des analyses granulométriques de 2016 sont présentés au tableau 4. Les certificats d'analyses sont également présentés à l'annexe 3.

Tableau 4 Résultats des analyses de granulométrie, 2016

EMPLACEMENT	STATION	GRAVIER (%)		SABLE (INCLUANT SABLE FIN ET GROSSIER) (%)		LIMON (%)		ARGILE ET COLLOÏDE (%)	
		JUIN	AOÛT	JUIN	AOÛT	JUIN	AOÛT	JUIN	AOÛT
Extérieur du brise-lames	PLS-1	1,5	0,3	34,4	30,1	52,8	50,1	11,3	19,5
	PLS-3	0,6	0,0	23,2	19,5	62,7	56,0	13,5	24,5
	PLS-A4	0,1	0,0	11,4	10,0	68,0	55,9	20,5	34,1
	PLS-A6	0,0	0,0	13,0	10,0	59,6	48,8	27,4	41,2
	Moyenne	0,6	0,1	20,5	17,4	60,8	52,7	18,2	29,8
Intérieur sud- ouest	PLS-A2	0,0	0,8	15,6	28,8	62,5	34,0	21,9	36,4
	PLS-A3	0,0	0,5	25,2	27,1	52,2	40,4	22,6	32,1
Intérieur centre	PLS-A7	0,0	0,0	8,1	6,0	60,6	37,2	31,3	56,8
	PLS-A9	0,0	0,0	16,8	25,5	61,6	38,6	21,6	35,9
Intérieur nord-est	PLS-A10	0,0	0,1	8,9	3,3	59,3	43,5	31,8	53,2
	PLS-A11	0,0	0,0	5,3	3,7	63,1	41,8	31,6	54,5
	Moyenne	0,0	0,2	13,3	15,7	59,9	39,3	26,8	44,8
Témoin nord-est	PLS-TN2	0,0	1,1	6,8	6,2	70,3	58,4	22,9	34,3
	PLS-TN4	0,1	0,0	6,6	6,0	63,7	47,8	29,6	46,2
	Moyenne	0,05	0,6	6,7	6,1	67,0	53,1	26,3	40,3

Le substrat du marais de Rivière-du-Loup situé à l'intérieur du brise-lames comme ailleurs est constitué de sédiments majoritairement fins et en voie de consolidation (limon et argile). Les résultats sont, somme toute, similaires à ceux du dernier suivi (2013) où la granulométrie a été analysée (Dessau, 2014).

C'est au large du brise-lames que les plus fortes teneurs moyennes en particules sableuses sont retrouvées (autour de 20 %). Le limon y compose l'essentiel du substrat (autour de 60 %), alors que l'argile est un peu plus présente que le sable (entre 20 et 30 %).

À l'intérieur de la digue, la teneur moyenne en sable perd un peu d'importance (15 %). Comme en 2013, c'est le secteur sud-ouest qui en contient le plus (15 à 30 %). De plus, on note que la teneur moyenne d'argile est légèrement plus élevée qu'au large (25 à 45 %). La zone témoin est quant à

elle comparable pour ce qui est de l'argile, mais elle comprend moins de sable et plus de limon que dans les secteurs à l'intérieur du brise-lames (tableau 4).

La figure 3 compare la granulométrie des échantillons des secteurs d'étude de 2009 et d'août 2016. En somme, les proportions de chacune des classes de substrat sont semblables d'un secteur à l'autre et d'une année à l'autre. L'effet du brise-lames se ferait donc sentir au niveau de la quantité de sédiments déposés, mais pas tellement au niveau du type d'alluvion.

## 3.4 SUIVI DE LA REPRISE DE LA VÉGÉTATION

### 3.4.1 Évaluation générale de la reprise végétale

Dans l'estuaire moyen, la toposéquence riveraine comprend typiquement, du bas de l'estran vers la rive : une vasière dénudée (la slikke), un herbier à zostère ou des herbiers épars de fucacées dans le bas de l'estran, le marais (schorre) inférieur à spartine alterniflore et enfin le marais (schorre) supérieur à spartine étalée (*Spartina patens*) et spartine pectinée (*Spartina pectinata*) (Meunier et Cloutier, 2010). En conditions naturelles, le positionnement de ces étages riverains est certes lié à l'altitude, cette dernière dictant l'intensité de l'inondation par la marée et, par conséquent, la dynamique sédimentaire (dépôts de sédiments). La spartine alterniflore est rare ou absente de la slikke.

Lors de l'état de référence, le marais à spartine alterniflore était plutôt discontinu. L'établissement de la spartine suivait un gradient croissant du bas de la pente vers le haut de la pente du schorre inférieur. Le couvert était à son maximum à la limite supérieure du schorre inférieur alors qu'un peu plus bas, des trouées associées aux érosions étaient perceptibles. Selon la figure 3.2 de l'étude de Meunier et Cloutier (2010), la zone d'aménagement située derrière le brise-lames était recouverte à environ 50 % de spartine alterniflore. Les photographies 3.2 et 3.5 de ce rapport d'étude montrent que le milieu n'est pas constitué de sédiments mous et est typique du schorre inférieur. Contrairement à 2016, on y voit quelques galets.

À la suite de l'aménagement du brise-lames, les dépôts de sédiments ont fait augmenter l'altitude dans la zone aménagée. Ce gain d'altitude a toutefois été le résultat d'accumulations de sédiments mous. Cela a pour ainsi dire contribué à étendre la superficie de la slikke localement, milieu qui ne convient pas aux exigences de la spartine selon ce qu'on peut voir dans les zones témoin ou ailleurs.

La carte 1 présente les zones de densité de végétation délimitées en 2013 et 2016 (polygones au cadre rouge), soit celles où le recouvrement était de faible à élevé (indice de Braun-Blanquet entre 1 et 5). Il est à noter que les herbiers naturels s'étendent au-delà des zones inventoriées.

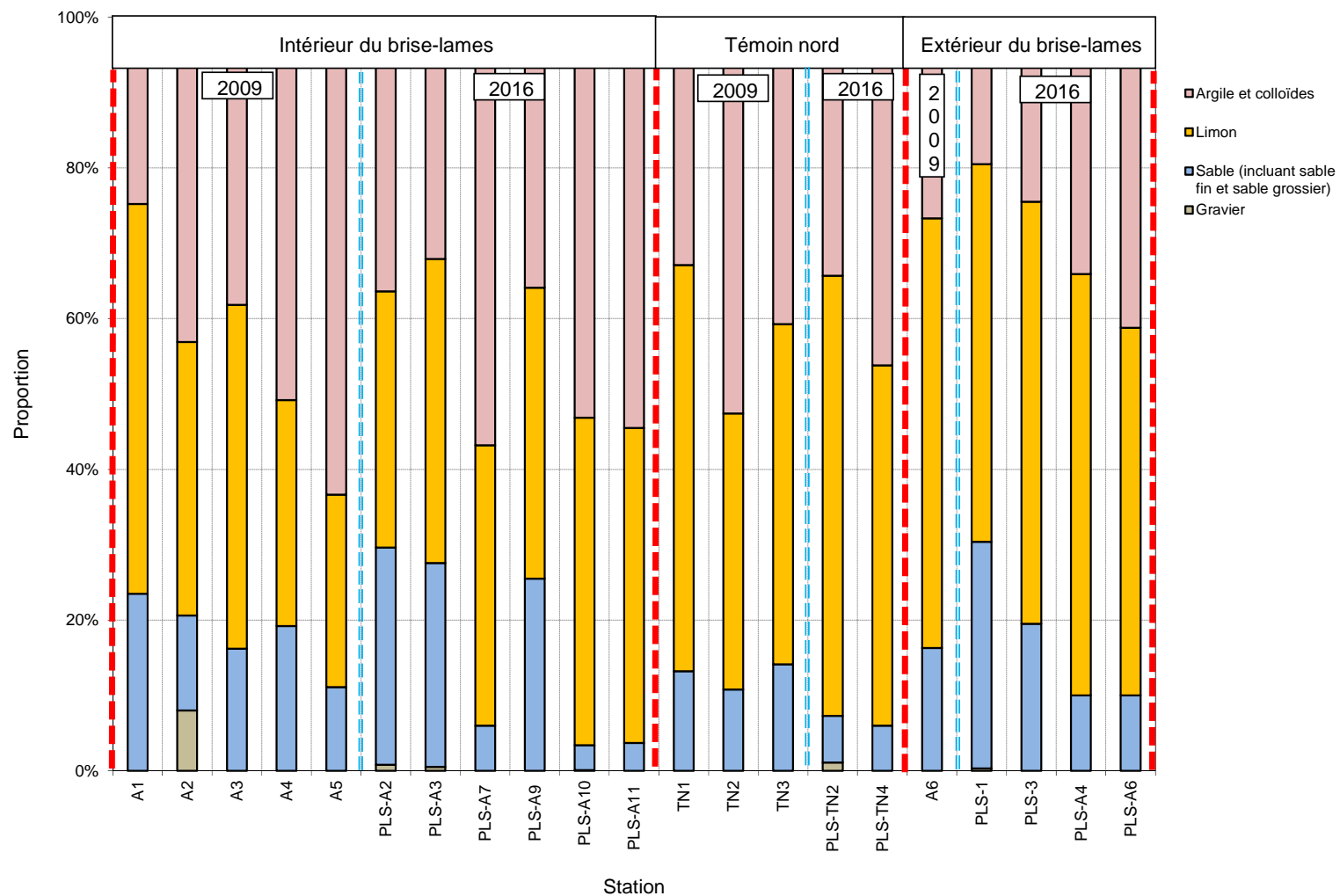


Figure 3 Granulométrie des sédiments dans les secteurs d'étude (2008 et août 2016)

On remarque qu'en termes de superficie, les colonies de spartine alterniflore ont diminué en importance entre ces deux années à l'intérieur du brise-lames. En effet, les superficies d'herbier à spartine présentes en 2014 totalisaient 0,75 ha, alors qu'elles étaient de 0,48 ha en 2016 (- 36 %). Il importe toutefois de spécifier que ces superficies n'ont pas fait l'objet de relevés hautement précis (délimitation du contour avec des points GPS d'environ 3 m de précision).

En 2016, tout comme en 2014, les herbiers à spartine sont surtout présents le long de la rive et du brise-lames. Près de la rive, le marais est discontinu alors que seules quelques petites touffes parsèment la portion centrale de la zone protégée. Ces touffes sont en fait des mottes de substrat consolidé qui semblent s'être déposées au gré des marées. Il était facilement perceptible que très peu de plants de spartines réussissent à croître dans les sédiments mous.

Des photographies des herbiers observés en 2016 sont illustrées à l'annexe 2.

En somme, malgré le fait que les superficies d'herbier ne sont pas chiffrées dans l'étude de Meunier et Cloutier (2010), en comparant la cartographie des différentes études, on constate que les superficies de marais à spartine ont graduellement diminué dans la zone d'aménagement depuis 2009. Ce phénomène pourrait être relié à l'accumulation de sédiments mous à l'intérieur de la digue, un substrat qui n'est pas favorable au maintien ou à l'implantation de la spartine.

### **3.4.2 Suivi des bandes de spartines transplantées**

Trois ans après les transplantations (juin 2013), on observe que seules les lignes de plantation B et C sont bien fournies (carte 1). En effet, les colonies présentes à ces endroits ont gagné en superficie et en densité. Elles forment maintenant une bande continue à densité élevée (voir les photos de l'annexe 2). Il n'est toutefois pas exclu que la reprise naturelle y soit aussi pour quelque chose.

Le long de la ligne A, on note une présence plus importante de spartines qu'en 2013. Il est difficile de dire si les plantations ont contribué à cette expansion ou si le gain provient de l'extension des colonies riveraines.

Les bandes transversales 2 et 4 présentaient une reprise passable ou nulle en septembre 2014 (Englobe, 2015). Aucun plant de spartines n'y a été observé en 2016. Il en est de même pour les bandes de plantation 3 et D alors que trois touffes ont subsisté ou se sont implantées le long de la ligne 1.

### **3.4.3 Densité et hauteur de la végétation**

Lors de l'état de référence, 68 % des parcelles de la zone d'aménagement étaient exemptes de végétation. Les densités de spartine alterniflore et les hauteurs de tige étaient significativement supérieures dans la portion la plus haute (très haut de pente) du schorre inférieur (Meunier et

Cloutier, 2010). La hauteur moyenne des tiges était de 26 cm dans la zone d'aménagement, soit un peu plus que dans les zones témoin sud (20 cm) et nord (12 cm) (différences non significatives).

Les tableaux 5 à 7 présentent la synthèse des résultats colligés pour les 23 stations inventoriées en 2016. Les données brutes de l'inventaire pour chacune des placettes peuvent être consultées à l'annexe 4.

Les marais à spartines naturels échantillonnés (stations VTN-1a et VTN-2) sont denses (86 %) et occupent des secteurs au substrat consolidé recouvert d'au plus 5 cm de sédiments mous. La hauteur du feuillage des spartines est de près de 1 m.

À l'intérieur du brise-lames, l'épaisseur des sédiments non consolidés est en moyenne d'une vingtaine de centimètres et la densité de végétation, lorsqu'elle est présente, est de 11 % ou moins (tableaux 5 et 6). La hauteur moyenne des tiges (49,2 cm) est supérieure à celle de 2014 (38,7 cm), mais demeure inférieure à celle des herbiers situés en dehors de la zone aménagée (82,5 cm). Pour tous les secteurs confondus, la hauteur moyenne des tiges est plus élevée en 2016 (79,6 cm) qu'en 2014 (45,4 cm) (tableau 7). Cette différence pourrait s'expliquer par des facteurs non liés au brise-lames (intensité de l'inondation annuelle, degré-jours de croissance), et non pas au fait que les plants ont vieilli, puisque du nouveau feuillage est produit chaque année à partir de la partie souterraine vivace de la plante.

Lors du suivi de 2014, le pourcentage de recouvrement des tiges augmentait avec la diminution de l'épaisseur de sédiments non consolidés. Cette relation était toutefois non significative en raison du faible nombre de placettes (Englobe, 2015). Les mêmes conclusions sont tirées en 2016.

En résumé, les colonies de spartines sont moins étendues en 2016 (-36 %) qu'en 2014 et encore moins qu'en 2009 dans la zone aménagée. Cependant, la hauteur moyenne des tiges et la densité moyenne sont supérieures au sein des colonies présentes en 2016 par rapport à ces deux années. Les colonies ne se retrouvent toutefois que sur un substrat comportant 5 cm ou moins de sédiments non consolidés. Cela va dans le sens des résultats de 2009, où les densités et les hauteurs de tige étaient supérieures dans les sédiments consolidés (haut de pente non soumis aux érosions).

Tableau 5 Densité de la végétation dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 2014 et 2016<sup>a</sup>

	DENSITÉ DE LA VÉGÉTATION (% DE RECOUVREMENT)									
	GLOBALE		SUD-OUEST		MARGE DIGUE CENTRALE		NORD-EST		TÉMOIN (SUD)	
	2014	2016	2014	2016	2014	2016	2014	2016	2014	2016
Moyenne	7	13	0	5	7	11	3	0	90	86
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	90	65
Maximum	90	90	0	90	65	90	15	0	90	90
Écart-type	21,1	31,3	0,0	18,7	16,8	30,4	5,7	0,0	0,0	10,2
Nombre de mesures	66	69	27	27	24	24	12	12	3	6

Pour calculer les statistiques, les indices de Braun-Blanquet ont été convertis en pourcentage :

5 :	90 %	1 :	4 %
4 :	65 %	+ :	1 %
3 :	40 %	i :	0,1 %
2 :	15 %		

Tableau 6 Épaisseur de sédiments non consolidés mesurée dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 2014 et 2016

	ÉPAISSEUR DE SÉDIMENTS NON CONSOLIDÉS (CM)									
	GLOBALE		SUD-OUEST		MARGE DIGUE CENTRALE		NORD-EST		TÉMOIN (SUD)	
	2014	2016	2014	2016	2014	2016	2014	2016	2014	2016
Moyenne	15,6	18,0	13,6	17,8	18,8	21,5	16,8	19,6	2,7	2,2
Minimum	2	1	8	3	2	5	11	12	2	1
Maximum	26	35	20	24	26	35	21	25	4	5
Écart-type	5,1	7,4	3,3	5,4	6,4	6,4	2,5	4,2	1,2	1,5
Nombre de mesures	66	69	27	27	24	24	12	12	3	6

Tableau 7 Hauteur des tiges de spartines mesurées dans les différents secteurs du marais de Rivière-du-Loup, 2014 et 2016

	HAUTEUR DES TIGES DE SPARTINE (CM)									
	GLOBALE		SUD-OUEST		MARGE DIGUE CENTRALE		NORD-EST		TÉMOIN (SUD)	
	2014	2016	2014	2016	2014	2016	2014	2016	2014	2016
Moyenne	45,4	79,6	48,0	65,0	35,0	82,5	33,2	0,0	84,4	82,5
Minimum	7	30	48	55	7,0	30,0	8,0	0,0	63	75
Maximum	110	100	48	75	67,0	100,0	59,0	0,0	110	90
Écart-type	24,6	20,3	-	-	14,4	35,0	11,6	-	12,2	5,2
Nombre de mesures	137	12	1	2	66,0	4	40,0	0	30	6

### 3.4.4 Bilan

À l'état naturel, les herbiers à spartine alterniflore occupent le schorre inférieur et sont rares ou absents dans la slikke. Le schorre est plus élevé que la slikke. À cette élévation, il y a moins d'apport de sédiments par les marées et, conséquemment, le substrat est consolidé. Un tel habitat était présent dans la zone proposée pour les aménagements avant que le brise-lames ne soit construit. On y trouvait alors une étendue discontinue, mais appréciable d'herbier à spartine alterniflore, particulièrement à la limite supérieure du schorre inférieur.

En conditions naturelles, il serait vrai de dire que seule l'élévation influence l'étagement de la végétation puisque la nature du substrat est intimement liée à ce paramètre. Or, les résultats du suivi indiquent que, dans la zone aménagée, l'élévation a augmenté par l'apport de sédiments mous qui inhibent la croissance de la spartine alterniflore. La présence de ces sédiments semble être la principale cause du non-succès des plantations et de la diminution graduelle des superficies d'herbier depuis 2009.

Il semble peu indiqué de planter des spartines sous de telles conditions, malgré l'application d'autres mesures évoquées dans la littérature pour en favoriser le succès (NRCS and LSU AgCenter, 2000). En 2016, dans la zone aménagée, les superficies d'herbier viables étaient toutes situées sur des endroits au substrat consolidé. Une approche à considérer consisterait à transplanter des mottes de spartines prélevées dans le milieu naturel dont le système racinaire est bien développé. L'extension des colonies en serait facilitée. Un système racinaire bien développé est critique dans le succès des plantations (NRCS and LSU AgCenter, 2000).

## 3.5 FAUNE BENTHIQUE

### 3.5.1 Benthos de la slikke

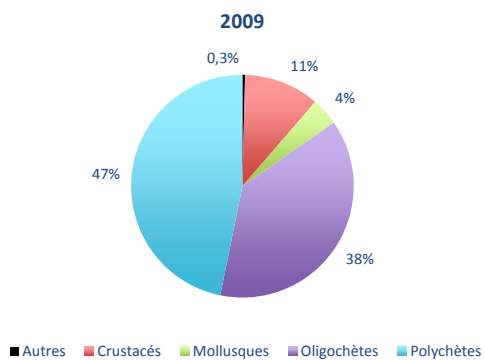
Les conclusions de l'étude de la faune benthique réalisée lors de l'état de référence (2009) révélaient que l'abondance et la diversité des organismes étaient plus élevées dans le bas de l'estran que dans le haut. De plus, malgré quelques différences significatives entre l'une ou l'autre des zones pour la richesse spécifique, l'abondance totale, l'indice d'équitabilité et l'indice de diversité, les analyses ont démontré que, globalement, les assemblages benthiques n'étaient pas différents entre les zones étudiées. Les différences notées entre les zones pour certains indices pouvaient s'expliquer par les caractéristiques du milieu propres aux stations, telles que la présence de roches (Meunier et Cloutier, 2010).

En 2016, l'identification des invertébrés s'est faite au niveau de la famille. Les données brutes du décompte des organismes par sous-échantillons (2 L) sont présentées à l'annexe 5. Afin de pouvoir comparer les résultats avec ceux de l'état de référence, les abondances des grands groupes d'invertébrés (polychètes, oligochètes, mollusques, crustacés et autres) ont été calculées.

Pour l'ensemble des stations, les proportions de chacun des groupes récoltés en 2016 sont, somme toute, semblables par rapport à celles de l'état de référence, à la différence que la proportion des polychètes s'est accrue par rapport à celle des oligochètes (figure 4). Ces deux groupes appartiennent à l'embranchement des annélides.

Les figures 5 et 6 illustrent respectivement les abondances d'individus par station d'échantillonnage et les abondances moyennes par zone. On remarque que le nombre d'organismes est plus important dans la zone à l'intérieur du brise-lames (stations BA1 à BA5) avec en moyenne 1 800 organismes, contre près de 1 200 pour les zones témoin. Le nombre plus important d'annélides (oligochètes et polychètes) contribue principalement à ce résultat.

De manière générale, les annélides sont pour la plupart caractéristiques des sédiments meubles riches en matière organique (De Montely et Archambault, 2009). Comme décrit précédemment, l'épaisseur de sédiments non consolidés a augmenté après la construction du brise-lames. Ce changement pourrait favoriser certains groupes benthiques tels que les annélides. Pour ce qui est de la granulométrie, puisque les changements survenus sont moins perceptibles, elle ne saurait à première vue pouvoir expliquer les différences d'abondance d'organismes observées.



Source : Meunier et Cloutier, 2010

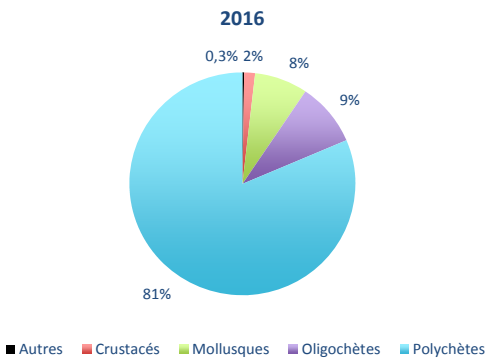


Figure 4 Proportions des grands groupes d'invertébrés récoltés dans le marais de Rivière-du-Loup en 2009 et 2016

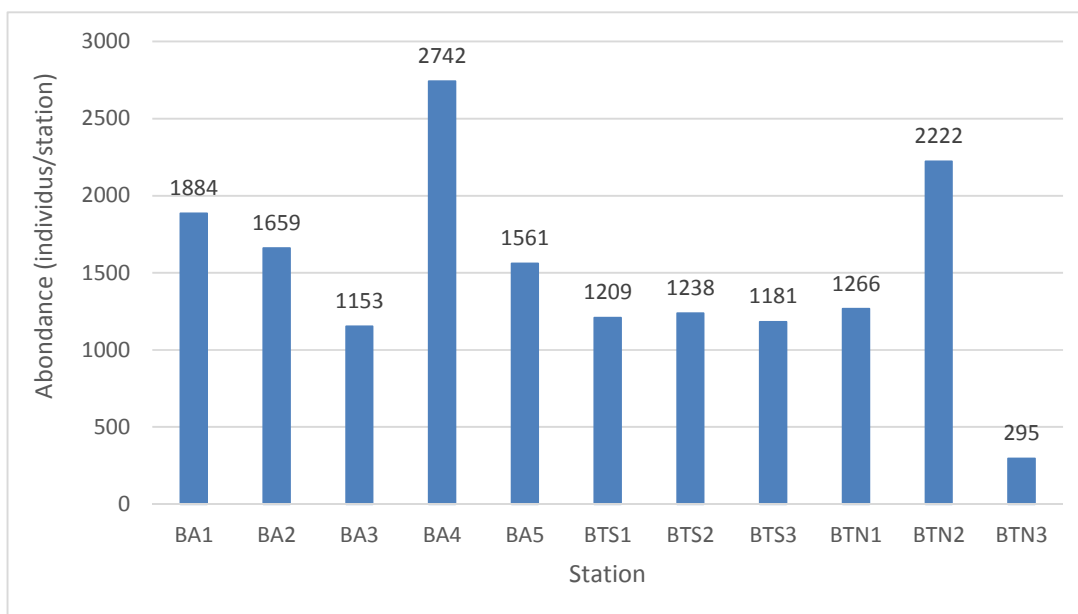


Figure 5 Abondance (individus/station) d'organismes récoltés en 2016

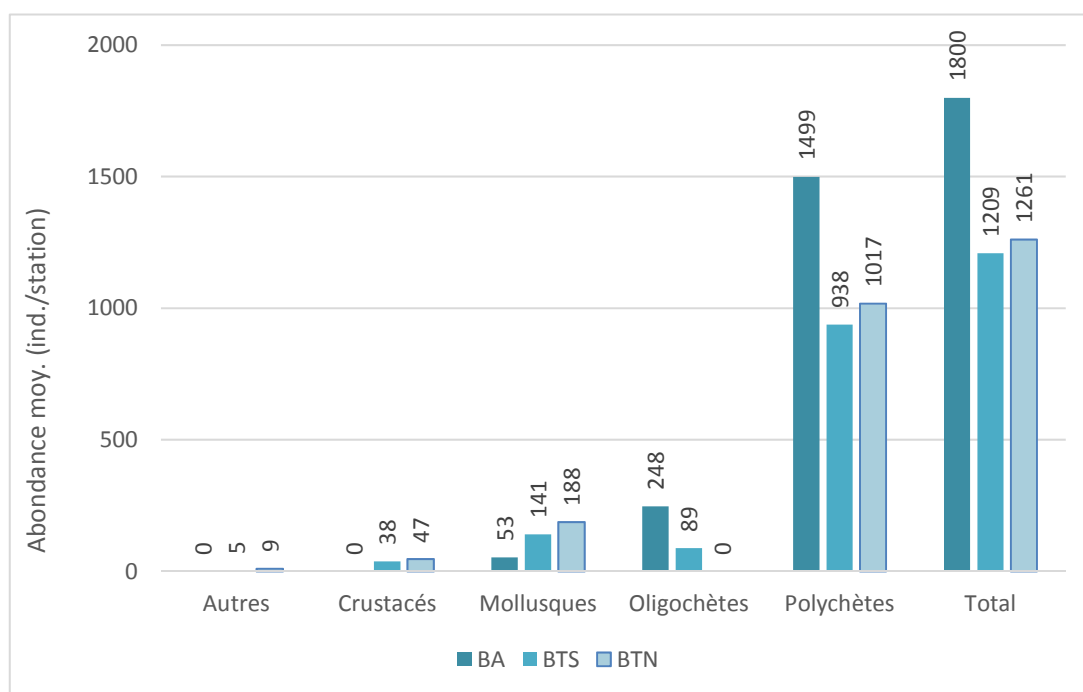


Figure 6 Abondance moyenne (individus/station) d'organismes récoltés en 2016 au sein des zones BA, BTS et BTN

### 3.5.2 Colonisation de la structure par les mollusques et les algues

La structure a été inspectée dans sa totalité pour déterminer l'abondance des mollusques et des algues qui l'occupent. Une espèce de mollusque et trois espèces d'algues marines ont été identifiées.

Dans l'ensemble, le brise-lames est plutôt uniformément colonisé par de petits gastéropodes de 1 cm ou moins de longueur de coquille qui s'accrochent dans la partie inférieure des rochers, soit la partie subissant l'exondation la moins prolongée (photo 24 de l'annexe 2); c'est autant le cas pour la portion extérieure (vers le large) que pour la partie intérieure (vers la zone aménagée) du brise-lames. Le recouvrement global est d'environ 1 %. Le brise-lames offre donc un habitat rocheux pour ces gastéropodes qui est rare dans le marais de Rivière-du-Loup. Toutefois, aucun de ces organismes n'a été observé sur la digue transversale.

Des accumulations de fucus (*Fucus* sp.) sont présentes au pied des rochers du brise-lames (photo 25 de l'annexe 2). Le recouvrement est sporadique, mais dans l'ensemble, on estime à environ 5 % la portion du bas du brise-lames qui en est recouverte. Les accumulations de fucus ne sont pas observées le long de la digue transversale.

Les rochers de la structure sont recouverts par des algues ayant été identifiées comme *Ulothrix flacca* (Chlorophycée) et *Porphyra umbilicalis* (Rhodophycée) par Dessau (2014). Selon l'analyse des photographies, les abondances de ces espèces semblent similaires à celles à 2013.

Des coquilles vides de bivalves ont aussi été observées le long du brise-lames dans sa portion extérieure.

Par ailleurs, même si aucun suivi n'a été fait sur les organismes mobiles utilisant spécifiquement la structure enrochée, il est raisonnable de penser qu'elle est utilisée comme aire de refuge par ceux-ci.

## 3.6 FAUNE ICHTYENNE

Les pêches ont permis la capture de 226 poissons appartenant à six espèces. La figure 7 (proportion (%) des prises) et le tableau 8 (données brutes par engin et par zone) détaillent les résultats des pêches. Le tableau 9 présente les valeurs moyennes des longueurs et des poids des poissons mesurés. De plus, les photos 29 à 35 de l'annexe 2 montrent un échantillon des captures.

En 2009, pour un effort de pêche identique, 2 585 poissons avaient été capturés (Meunier et Cloutier, 2010). Pour l'ensemble des pêches, l'éperlan arc-en-ciel et le poulamon atlantique représentaient à eux deux 79 % des captures et la zone de l'aménagement proposé était le secteur avec le plus faible contingent (17 %). En 2016, malgré des captures moins nombreuses, ces deux mêmes espèces prises ensemble se retrouvent dans pratiquement la même proportion (81 %) et le secteur aménagé est encore celui avec les plus faibles effectifs (15 % des captures totales).

Tableau 8 Captures de poissons dans le marais de Rivière-du-Loup, 2016

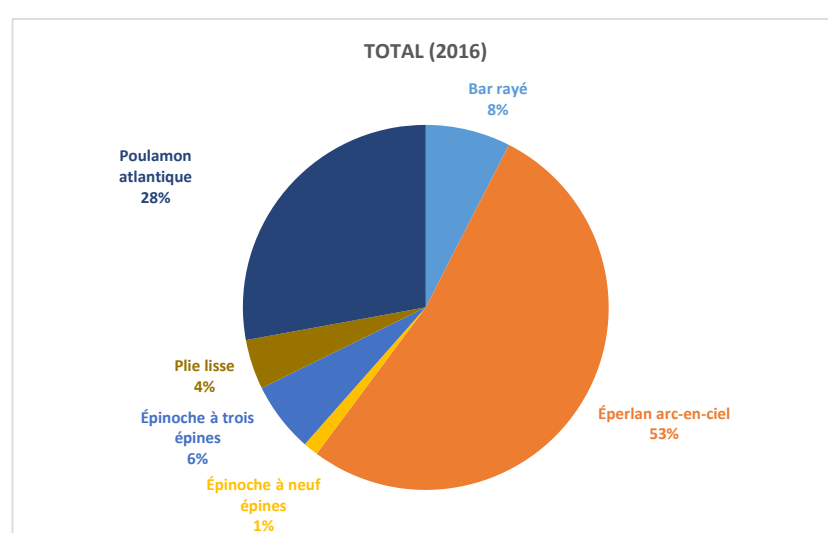
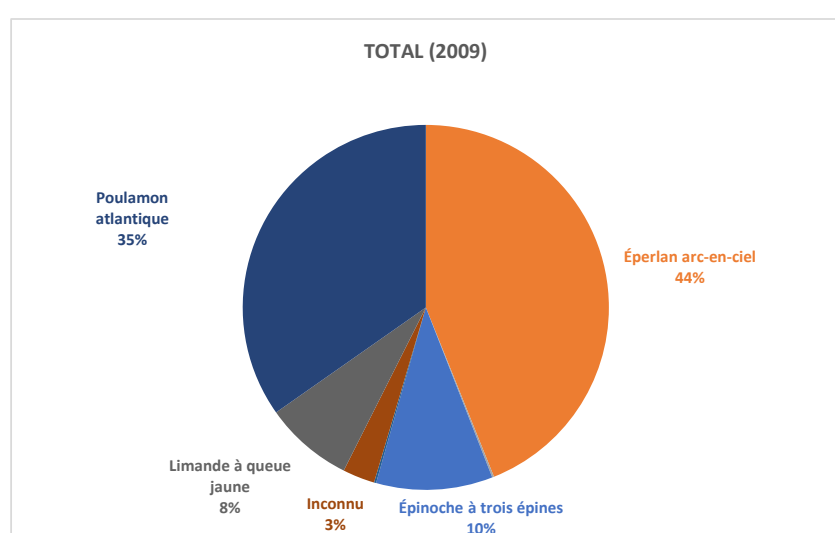
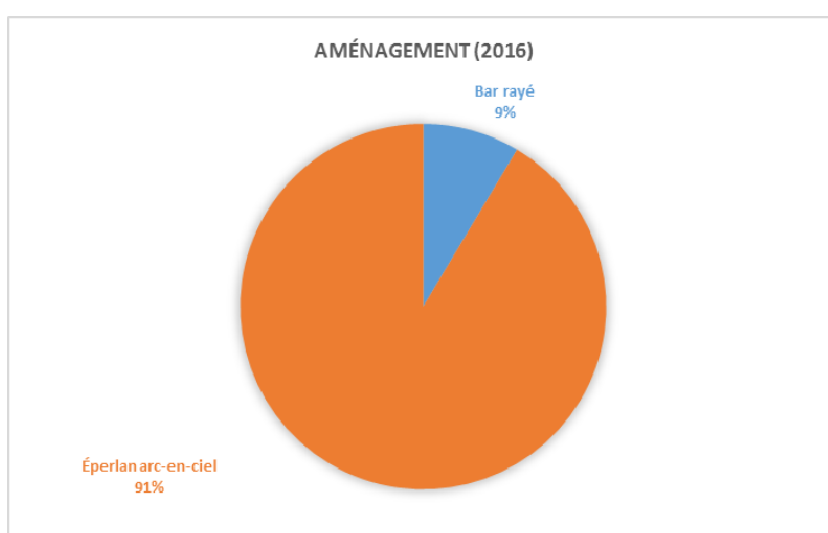
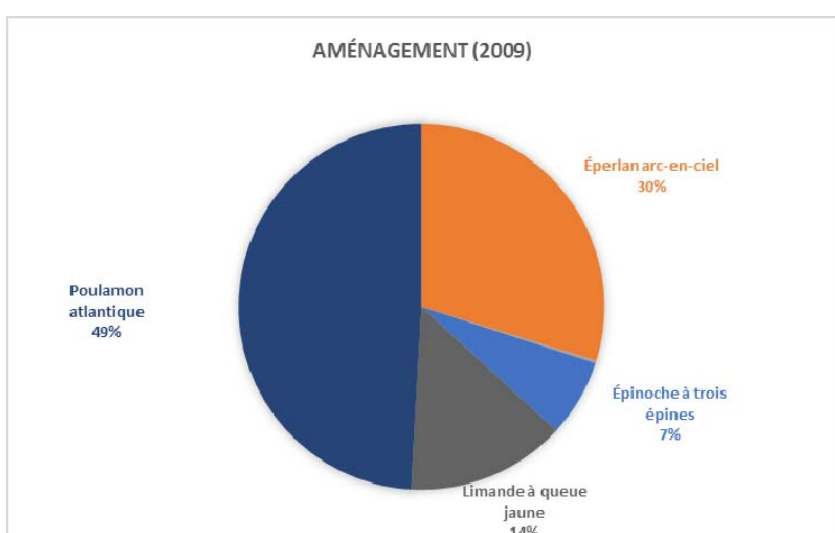
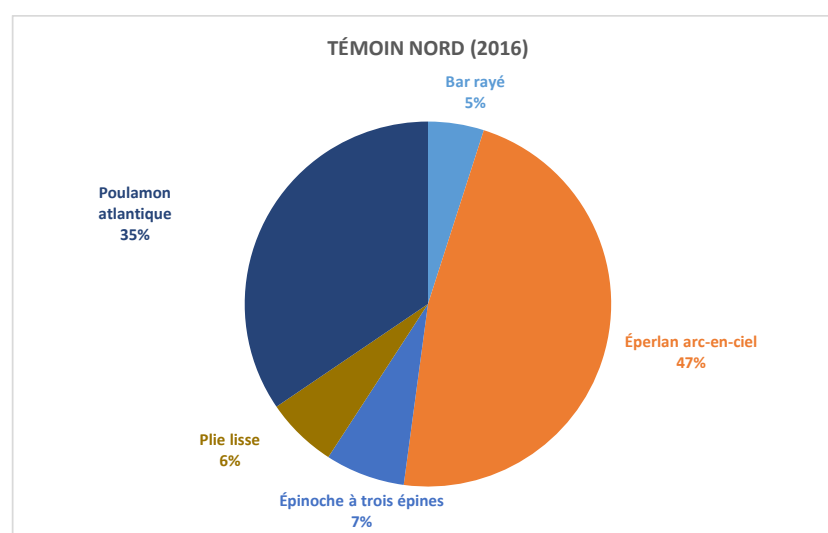
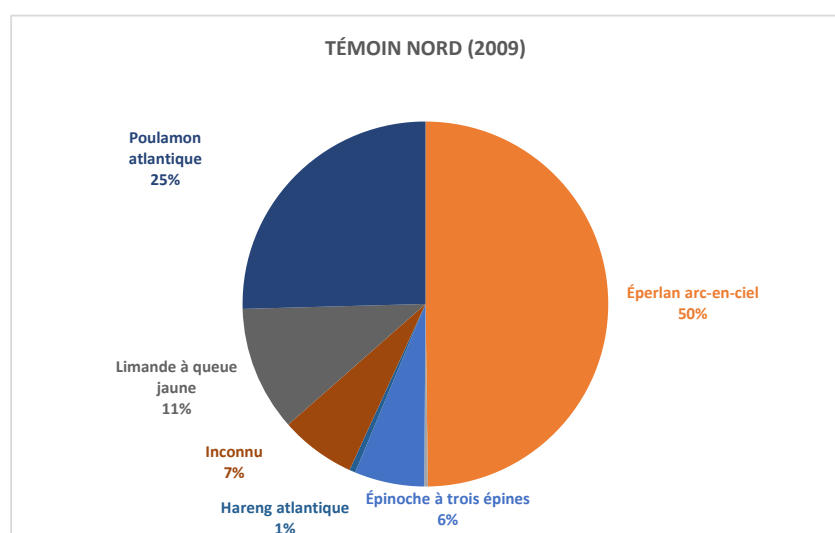
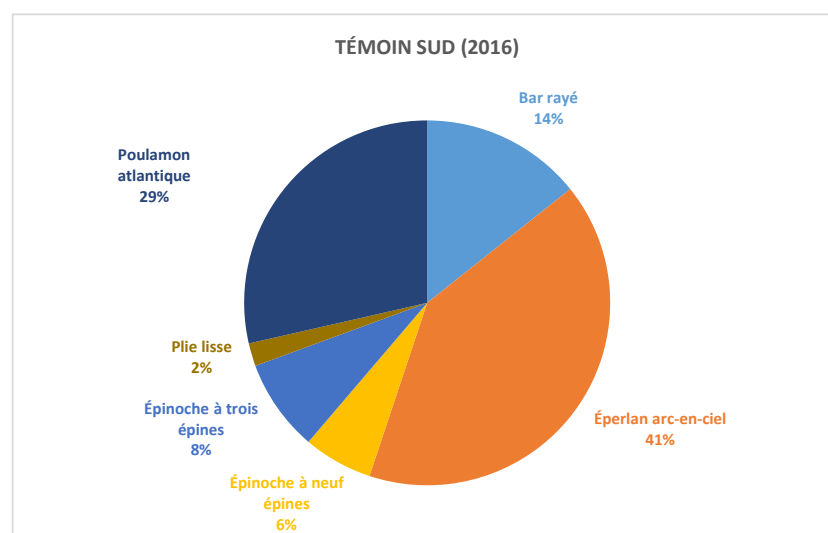
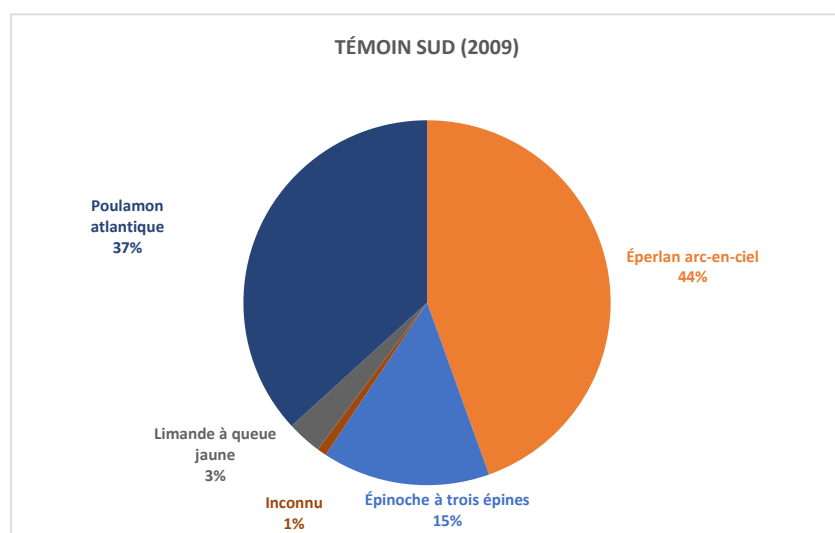
Espèce	Zone aménagée				Témoins nord				Témoins sud				Total
	PA	SA1	SA2	Tot.	PTN	STN1	STN2	Tot.	PTS	STS1	STS2	Tot.	
	Filet-trappe	Senne			Filet-trappe	Senne			Filet-trappe	Senne			
Bar rayé ( <i>Morone saxatilis</i> )	3			3	7 (3 alevins)			7		4 (alevins)	3 (2 alevins)	7	17
Éperlan arc-en-ciel ( <i>Osmerus mordax</i> )		14 (larves)	18 (larves)	32	19	38 (larves)	10 (larves)	67		20 (9 larves)		20	119
Épinoche à neuf épines ( <i>Pungitius pungitius</i> )									1		2	3	3
Épinoche à trois épines ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )						8	2	10		3	1	4	14
Plie lisse ( <i>Pleuronectes putnami</i> )					9			9		1		1	10
Poulamon atlantique ( <i>Microgadus tomcod</i> )					49			49	14			14	63
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>35</b>	<b>84</b>	<b>46</b>	<b>12</b>	<b>142</b>	<b>15</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>49</b>	<b>226</b>

Tableau 9 Longueurs et poids moyens des poissons mesurés, 2016

Espèce	Nombre de mesures	Longueur (± 1 mm)		Poids (± 1 g)	
		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Bar rayé ( <i>Morone saxatilis</i> )	12	110	62,3	27	49,9
Éperlan arc-en-ciel ( <i>Osmerus mordax</i> )	30	124	38,1	13	18,9
Épinoche à neuf épines ( <i>Pungitius pungitius</i> )	2	41	4,9	1	0,0
Épinoche à trois épines ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )	4	20	0,5	0,05	0,0
Plie lisse ( <i>Pleuronectes putnami</i> )	9	158	78,4	94	108,9
Poulamon atlantique ( <i>Microgadus tomcod</i> )	35	199	34,5	81	39,9
<b>Total</b>	<b>92</b>	-	-	-	-

Comme il s'agit de pêches ponctuelles dans un secteur ouvert et soumis à la marée, les différences de rendement entre les deux années pourraient s'expliquer, en partie du moins, par des variations dans le succès de reproduction dans les environs et/ou par l'effet des courants. De plus, les comparaisons possibles entre les deux années de suivi sont limitées par le faible nombre de stations.

Outre le nombre de poissons moins important, le suivi de 2016 est marqué par la présence du bar rayé et de la plie lisse dans les engins de pêche et l'absence de limande à queue jaune (figure 7).



Source : Meunier et Cloutier, 2010

Figure 7 Abondances des principales espèces de poisson pêchées (> 1 %) dans l'ensemble des secteurs en 2009 et 2016



Les sections qui suivent traitent des principales espèces présentes en fonction des habitats littoraux de la zone d'étude et des modifications survenues depuis l'état de référence. L'annexe 6 présente les données biologiques (poids et longueur) de l'échantillon des poissons mesurés.

### 3.6.1 Éperlan arc-en-ciel

L'embouchure de la rivière du Loup abrite une frayère à éperlan arc-en-ciel et le marais de Rivière-du-Loup est identifié comme une zone potentielle d'utilisation pour cette espèce, dont une aire de croissance pouvant contenir des larves (Meunier et Cloutier, 2010; Bourget, 2010). L'éperlan arc-en-ciel anadrome du sud de l'estuaire du Saint-Laurent est désigné vulnérable en vertu de la Loi sur espèces menacées ou vulnérables depuis mars 2005 (MFFP, 2010).

En 2009, 64 % des éperlans capturés étaient des juvéniles de 35 mm en moyenne, alors que la moyenne des longueurs des éperlans adultes était de 111 mm. La zone prévue pour l'aménagement était celle avec le moins de captures de cette espèce (Meunier et Cloutier, 2010).

Les résultats des pêches au chalut réalisées en juillet 2010 par le MFFP dans la zone prévue des aménagements ont été comparés avec ceux du Banc de la rivière du Loup, une zone de rétention larvaire située à proximité faisant l'objet d'un suivi annuel des densités larvaires depuis 2002. Au site ciblé pour la restauration du marais, aucune larve d'éperlan n'a été récoltée, tandis que de faibles densités ( $7,3 \pm 17,9$  larves/1 000 m<sup>3</sup>) ont été décelées au Banc de la rivière du Loup. Il était impossible de conclure sur l'inutilisation du site prévu pour les aménagements par les larves d'éperlan, mais possible de soutenir que ce secteur était moins utilisé que le Banc de la rivière du Loup, où un faible recrutement a toutefois été observé au cours de l'été 2010 (Bourget, 2010).

En 2016, 75 % des éperlans capturés (89) étaient des larves (âge 0 +) d'environ 40 mm de longueur. Les autres éperlans (30) mesuraient en moyenne 124 mm (tableau 9), ce qui est comparable aux gammes de taille des éperlans capturés en 2009. La plupart des éperlans ont été pris à la senne (photos 34 et 35 de l'annexe 2).

Les larves d'éperlan ont été capturées dans les trois zones, ce qui confirme que le marais de Rivière-du-Loup constitue une aire d'alimentation et d'alevinage pour cette espèce (tableau 8). Lazzari et Stone (2006) ont démontré que la présence de végétation aquatique est en relation positive avec l'utilisation des habitats de croissance par les juvéniles d'éperlan à la suite de leur stade larvaire (Bourget, 2010). Or, environ le tiers des alevins d'éperlan ont été capturés dans la zone aménagée, alors qu'en 2009, les deux zones témoin étaient beaucoup plus utilisées (Meunier et Cloutier, 2010). Ce résultat ne pourrait s'expliquer par le rétablissement du marais de Rivière-du-Loup dans la zone aménagée, puisque les herbiers y sont moins étendus que lors de l'état de référence (2009). L'effort de pêche ponctuel et limité (2 coups de seine) limite le poids des comparaisons possibles.

### 3.6.2 Poulamon atlantique

En 2009, le tiers (35 %) des captures était composé du poulamon atlantique, en majorité de tailles adultes (Meunier et Cloutier, 2010). L'espèce avait été capturée dans les trois zones.

En 2016, aucun poulamon n'a été capturé dans la zone aménagée et les 63 individus capturés dans les zones-témoins étaient aussi en forte majorité de taille adulte. Selon la littérature, il n'y a pas d'évidence à l'effet que le poulamon atlantique fréquente les herbiers plus que les autres types d'habitats. En 2016, son absence dans la zone aménagée ne pourrait être associée à la rareté des herbiers. De manière générale, le poulamon atlantique utiliserait le marais de Rivière-du-Loup pour l'alimentation.

### 3.6.3 Bar rayé

Aucun bar rayé n'a été capturé en 2009. Au cours des dernières années, la population de bar rayé dans le sud du golfe du Saint-Laurent a augmenté en flèche et son rétablissement extraordinaire est un franc succès (Environnement Canada, 2017).

Le bar rayé a été capturé dans les trois zones (tableau 8). Neuf des dix-sept poissons étaient des juvéniles de longueur inférieure à 100 mm. L'espèce utiliserait donc le marais pour l'alimentation et l'alevinage, et on peut présumer qu'une zone de reproduction est présente à proximité.

### 3.6.4 Épinoches

En 2009, les épinoches représentaient 10 % des poissons pêchés, fort majoritairement des épinoches à trois épines (Meunier et Cloutier, 2010). En 2016, cette espèce représente 6 % des captures, mais n'a pas été pêchée dans la zone aménagée. L'épinoche à neuf épines a quant à elle été capturée dans la zone témoin sud.

Les abondances d'épinoches dans les différentes zones seraient liées à la présence de végétation, puisque ces espèces y sont étroitement associées (Bernatchez et Giroux, 2000). En 2009, une plus grande part d'épinoches avait été pêchée dans la zone témoin sud, soit la plus dense en herbiers (Meunier et Cloutier, 2010). On peut penser que les épinoches utiliseraient les zones d'herbiers du marais pour l'alimentation et possiblement la fraie.

### 3.6.5 Autres espèces

Contrairement à 2016, 104 limandes à queue jaune et 5 harengs atlantiques ont été pêchés en 2009 (Meunier et Cloutier, 2010). Compte tenu du faible effort de pêche déployé, leur absence dans les résultats de pêche de cette année ne signifie pas nécessairement qu'elles ne fréquentent plus l'endroit pour s'alimenter ou même aleviner.

Des larves de hareng atlantique (*Clupea harengus*) et de capelan (*Mallotus villosus*) ont aussi été capturées par le MFFP en juillet 2010 dans des proportions respectives de 54 % et 45 % (Bourget, 2010). Un pourcentage négligeable (1 %) de larves appartenait à des espèces non identifiées.

En 2016, la plie lisse a été capturée dans les deux zones témoin (10 individus). En plus de servir de zone d'alimentation, la présence de petits individus (< 60 mm) suggère que l'espèce utiliserait le marais de Rivière-du-Loup pour l'alevinage.

## 4 CONCLUSION

La digue en enrochement implantée en 2010 est toujours stable et semble réduire les perturbations hivernales en permettant la formation d'un bon couvert de glace. Les relevés d'arpentage indiquent que la rive est stable depuis 2013.

Autant en dehors de la zone d'influence de la structure enrochée qu'à l'intérieur, la sédimentation est un processus palpable depuis 2010. Cependant, elle l'est beaucoup plus dans la zone aménagée (60 cm de plus en moyenne) qu'en dehors (une dizaine de centimètres). De plus, les mesures d'épaisseur de sédiments indiquent que les accumulations sont plus importantes à proximité des structures enrochées.

Bref, les résultats sont clairs à l'effet que le brise-lames contribue à accentuer les dépôts de sédiments dans sa zone d'influence. Toutefois, les proportions de chacune des classes de substrat sont semblables d'un secteur à l'autre et d'une année à l'autre. L'effet du brise-lames se ferait donc sentir en ce qui a trait à la quantité de sédiments déposés, mais pas tellement en ce qui a trait au type d'alluvion retrouvé. Par ordre d'importance, on retrouve du limon, de l'argile et du sable dans une proportion moyenne d'environ 60-25-15.

Dans la zone aménagée, autant en 2016 qu'en 2014, les herbiers à spartine alterniflore étaient surtout présents le long de la rive et du brise-lames. Cependant, ces superficies d'herbiers ont graduellement diminué depuis l'état de référence (données de superficies non disponibles dans Meunier et Cloutier (2010)). Elles totalisaient 0,75 ha en 2014, alors qu'elles sont de 0,48 ha en 2016 (- 36 %). Seules les colonies des lignes de plantation A, B et C ont gagné en superficie et en densité depuis le dernier suivi. Les deux dernières forment maintenant une bande continue à densité élevée. L'accroissement de ces bandes de spartine serait surtout le fruit de l'extension des colonies déjà présentes. Très peu ou aucun plant de spartine n'a été observé le long des autres lignes de plantation. Les changements notés sont passablement importants sur une courte échelle de temps. Cette information laisse croire que le milieu n'est pas complètement stabilisé, même six ans après les aménagements. Des variations positives ou négatives des herbiers à spartine pourraient encore survenir compte tenu de la dynamique locale.

Les marais naturels à spartine présents ont un feuillage qui mesure un peu plus de 80 cm, sont très denses (> 80 %) et occupent des secteurs au substrat consolidé recouvert d'au plus 5 cm de sédiments mous. Dans la zone aménagée, l'épaisseur de sédiments non consolidés est nettement supérieure (environ 20 cm), la densité de végétation, lorsque celle-ci est présente, est de 11 % ou moins et la hauteur moyenne des tiges est de 49,2 cm. Néanmoins, dans l'ensemble, la hauteur moyenne des tiges et la densité moyenne des colonies de la zone aménagée sont légèrement supérieures par rapport à 2014.

Lors du suivi de 2014, le pourcentage de recouvrement des tiges augmentait avec la diminution de l'épaisseur de sédiments non consolidés. Cette relation était toutefois non significative en raison du faible nombre de placettes (Englobe, 2015). Les mêmes conclusions sont tirées en 2016. À la lumière des résultats, il ne semble pas approprié de planter de la spartine dans les sédiments mous. Cela avait d'ailleurs été pris en considération lors des plantations en juin 2013 (Dessau, 2014).

À l'heure actuelle, il est raisonnable d'affirmer que la plantation de spartines ne s'est pas avérée efficace telle qu'elle a été réalisée en utilisant des plants de faible envergure qui sont plus vulnérables face aux éléments (déprédation par la sauvagine ou autres éléments naturels). Pour le même rapport coût-bénéfice, le déplacement de mottes de spartines de bonne dimension (1 m<sup>2</sup>) sises sur du substrat consolidé, le long des structures et en marge des colonies naturelles, sur de plus petites superficies, serait plutôt à considérer. Par ailleurs, selon ce qui a été observé le long du brise-lames depuis 2013, les colonies stabilisées gagneraient en superficie d'elles-mêmes avec le temps. La pertinence des efforts de plantation pourrait donc être réévaluée.

Globalement, les proportions de chacun des groupes benthiques récoltés en 2016 sont, somme toute, semblables par rapport à celles de l'état de référence, à la différence que la proportion des polychètes s'est accrue par rapport à celle des oligochètes. Le nombre d'organismes benthiques est plus important dans la zone à l'intérieur du brise-lames avec 1 800 organismes, contre près de 1 200 pour les zones-témoins. Le nombre plus important d'annélides (oligochètes et polychètes) contribue principalement à ce résultat. L'augmentation de l'épaisseur de sédiments dans la zone aménagée pourrait favoriser ce groupe. Des gastéropodes colonisent faiblement (1 % de recouvrement) le bas du brise-lames sur son côté exposé et protégé, mais pas la digue transversale. Il en est de même pour le fucus qui s'est accroché au pied du brise-lames. Le brise-lames favorise l'accumulation d'algues marines et contribue sûrement à créer des abris pour les organismes mobiles.

L'éperlan arc-en-ciel (53 % des captures) et le poulamon atlantique (28 %) sont les principales espèces qui ont été pêchées dans l'ensemble des stations du marais de Rivière-du-Loup. Ces deux espèces se retrouvent dans des proportions similaires à celles de l'état de référence (2009). La pêche de 2016 est marquée par la capture du bar rayé, absent en 2009. L'épinoche à trois épines, l'épinoche à neuf épines et la plie lisse ont aussi été capturées.

Seuls l'éperlan arc-en-ciel et le bar rayé ont été pêchés dans la zone aménagée. Cependant, puisque les poissons se déplacent et que l'effort de pêche a été somme toute assez faible, les résultats du volet portant sur la faune ichtyenne sont plutôt interprétés à l'échelle du marais dans son ensemble. En résumé, tout porte à croire que l'ensemble des espèces capturées en 2009 et 2016 peuvent utiliser le secteur pour s'alimenter. À tout le moins, l'éperlan arc-en-ciel, le bar rayé, les épinoches, la limande à queue jaune, le hareng atlantique, le capelan et la plie lisse utiliseraient aussi le marais de Rivière-du-Loup pour l'alevinage. Les données récoltées ne permettent pas de

chiffrer précisément la relation entre la présence des herbiers à spartine et les abondances de poissons, si ce n'est que les herbiers favoriseraient de manière générale les alevins et les épinoches. La conclusion de l'état de référence émettait l'hypothèse que la restauration du couvert végétal pourrait nuire à la population de limande à queue jaune, mais favoriserait les juvéniles d'éperlan arc-en-ciel, les épinoches à trois épines et les poulamons (Meunier et Cloutier, 2010). Il n'est pas possible de confirmer cette hypothèse à l'heure actuelle puisqu'il y a moins d'herbiers dans la zone aménagée qu'en 2009.

L'aménagement des structures en enrochement a visiblement freiné l'érosion en rive et favorisé l'accumulation de sédiments. Cela ne s'est toutefois pas traduit par un accroissement des herbiers à spartine alterniflore, du moins 6 ans après sa mise en place. Pour cette raison, le milieu aménagé ne s'apparente que partiellement à un schorre inférieur, dont les caractéristiques ne sont actuellement rencontrées que dans les bandes contiguës aux enrochements. Le milieu aménagé ne correspond pas encore au patron typique des estrans à spartine denses de l'estuaire moyen. Toutefois, il demeure un habitat d'alimentation pour les poissons historiquement présents dans le secteur. Ceci dit, les superficies d'herbier pourraient s'étendre dans les prochaines années à partir des sections bien implantées le long des enrochements et la valeur de l'habitat en tant qu'habitat de réserve pourrait augmenter.

## 5 RÉFÉRENCES

- BERNATCHEZ L., ET M. GIROUX. 2000. *Les poissons d'eau douce du Québec et leur répartition dans l'est du Canada*. Éditions Broquet. Ottawa, Ontario, 350 P.
- BOURGET, G. (2010). *Évaluation de l'utilisation, par les éperlans arc-en-ciel au stade larvaire, du secteur ciblé pour la restauration du marais de Rivière-du-Loup, avant les principaux travaux de l'automne 2010*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire. 26 pages.
- DE MONTETY, L. ET P. ARCHAMBAULT. 2009. *Projet: batture de Rivière-du-Loup*. Édité par l'Institut des Sciences de la Mer à Rimouski pour CIMA+. 20 pages + annexes.
- DESSAU. 2014. *Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2013*. Rapport présenté au ministère des Transports du Québec. 22 p. et annexes.
- ENGLOBE. 2015. *Suivi des travaux d'enrochement et de restauration du marais de Rivière-du-Loup – 2014*. Rapport présenté au ministère des Transports du Québec. 15 p. et annexes.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2017. *Foire aux questions au sujet du bar rayé*. Page web consultée le 14 mars 2017 : <http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/Golfe/GPA/Peches-recreatives/FAQ-Bar-Rayé>
- LAZZARI, M.A. ET B.Z. STONE. 2006. *Use of submerged aquatic vegetation as habitat by young-of-the-year epibenthic fishes in shallow Maine nearshore waters*. Estuarine Coastal and Shelf Science 69 : 591-606.
- MEUNIER, CÉLINE ET DANIELLE CLOUTIER, 2010. *Protection de l'autoroute 20 et restauration du marais de Rivière-du-Loup*. Projet pilote. Cima +, rapport produit pour le compte du Ministère des Transports du Québec, 61 pages et annexes.
- MEUNIER, CÉLINE ET CAROLLE GOSSELIN, 2009. *Restauration du marais de Rivière-du-Loup. Mise à jour du protocole pour l'état de référence et le suivi*. Saint-Romuald (Lévis) : Cima +, rapport produit pour le compte du Ministère des Transports du Québec, 15 pages.
- MINISTÈRE DE LA FORÊT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2010. *Éperlan arc-en-ciel, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Fiche descriptive*. Page web consultée le 20 mars 2017 : <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=78>
- NRCS AND LSU AGCENTER, 2000. *Plant Guide. Spartina alterniflora (Smooth cordgrass)*. United States Department of Agriculture (USDA), Natural Resources conservation Service . 6 p.



## **Annexe 1 Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage du benthos et du poisson**



**Annexe 1.** Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage du benthos et du poisson

Identifiant	Type de station d'échantillonnage	Longitude (MTM 7, NAD 83)	Latitude (MTM 7, NAD 83)
BTS1	Faune benthique	375 441	5 300 186
BTS2	Faune benthique	375 466	5 300 225
BTS3	Faune benthique	375 487	5 300 270
BA1	Faune benthique	375 621	5 300 546
BA2	Faune benthique	375 655	5 300 637
BA3	Faune benthique	375 692	5 300 790
BA4	Faune benthique	375 698	5 300 629
BA5	Faune benthique	375 726	5 300 621
BTN1	Faune benthique	375 692	5 300 967
BTN2	Faune benthique	375 700	5 301 009
BTN3	Faune benthique	375 703	5 301 046
PA	Filet-trappe	375 674	5 300 660
PTS	Filet-trappe	375 379	5 300 178
PTN	Filet-trappe	375 712	5 301 017
SA1	Senne de rivage	375 742	5 300 635
SA2	Senne de rivage	375 742	5 300 667
STS1	Senne de rivage	375 470	5 300 107
STS2	Senne de rivage	375 484	5 300 125
STN1	Senne de rivage	375 848	5 300 957
STN2	Senne de rivage	375 848	5 300 975



## Annexe 2 Photographies





**PHOTO 1 :** Vue de la digue transversale à marée basse, 11 mars 2016



**PHOTO 2 :** Vue de la portion sud-ouest du brise-lames à marée basse, 11 mars 2016



**PHOTO 3 :** Vue de la portion nord-est du brise-lames à marée basse, 11 mars 2016



**PHOTO 4 :** Vue du marais au large du brise-lames à marée haute, 11 mars 2016



**PHOTO 5 :** Vue générale de la structure à marée basse, 11 mars 2016



**PHOTO 6 :** Vue à marée basse de l'estran du marais à l'ouest de la structure, 11 mars 2016



**PHOTO 7 :** Vue de la digue transversale à marée basse, 24 août 2016



**PHOTO 8 :** Vue de la portion sud-ouest du brise-lames à marée basse, 24 août 2016



**PHOTO 9 :** Vue de la portion nord-est du brise-lames à marée basse, 24 août 2016



**PHOTO 10 :** Vue du marais au large du brise-lames à marée basse, 24 août 2016



**PHOTO 11 :** Vue générale de la structure à marée basse, 24 août 2016



**PHOTO 12 :** Vue à marée basse du marais à spartines à l'ouest de la structure, 24 août 2016



**PHOTO 13 :** Vue générale de la section nord-est de la zone protégée à partir de la rive, 24 août 2016



**PHOTO 14 :** Vue générale de la section sud-ouest de la zone protégée à partir son extrémité sud, 24 août 2016



**PHOTO 15 :** Vue générale de la section nord-est de la zone protégée à partir du brise-lames, 24 août 2016



**PHOTO 16 :** Vue du transect « C » de transplantation de spartines, vue vers le sud, 24 août 2016



**PHOTO 17 :** Vue du transect « 1 » de transplantation de spartines à partir du brise-lames, vue vers la rive, 24 août 2016



**PHOTO 18 :** Vue de l'ailette sud en direction du brise-lames, 24 août 2016



**PHOTO 19** : Vue de l'ailette nord en direction du brise-lames, 24 août 2016



**PHOTO 20** : Exemple de motte dérivée en rive avec de la spartine, 24 août 2016



**PHOTO 21** : Exemple de motte dérivée dans la zone aménagée avec de la spartine, 24 août 2016



**PHOTO 22** : Placette d'inventaire de la végétation, 23 août 2016



**PHOTO 23** : Station de prélèvement du benthos, 24 août 2016



**PHOTO 24** : Petits gastéropodes typiquement rencontrés sur le brise-lames, 24 août 2016



**PHOTO 25** : Accumulation de fucus au pied du brise-lames (côté vers le large), 24 août 2016



**PHOTO 26** : Filet-trappe (station PA), 23 août 2016



**PHOTO 27** : Filet-trappe (station PTS), 23 août 2016



**PHOTO 28** : Filet-trappe (station PTN), 23 août 2016



**PHOTO 29** : Bars rayés (3 classes de taille), 23 août 2016



**PHOTO 30** : Bars rayés (juvéniles), 24 août 2016



**PHOTO 31** : Poulamon atlantique adulte, 23 août 2016



**PHOTO 32** : Plie lisse adulte, 23 août 2016



**PHOTO 33** : Éperlan arc-en-ciel adulte, 23 août 2016



**PHOTO 34** : Éperlans arc-en-ciel et plies lisses (juvéniles et alevins), 24 août 2016



**PHOTO 35** : Éperlan arc-en-ciel (alevins)

## **Annexe 3**

## **Certificats d'analyse de la granulométrie**



Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauration Marais de Rivère-du-Loup Réf. client  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 1 Rév. 0  
 Page 1 de 1

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 1 N° d'échantillon client : PLS-1 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

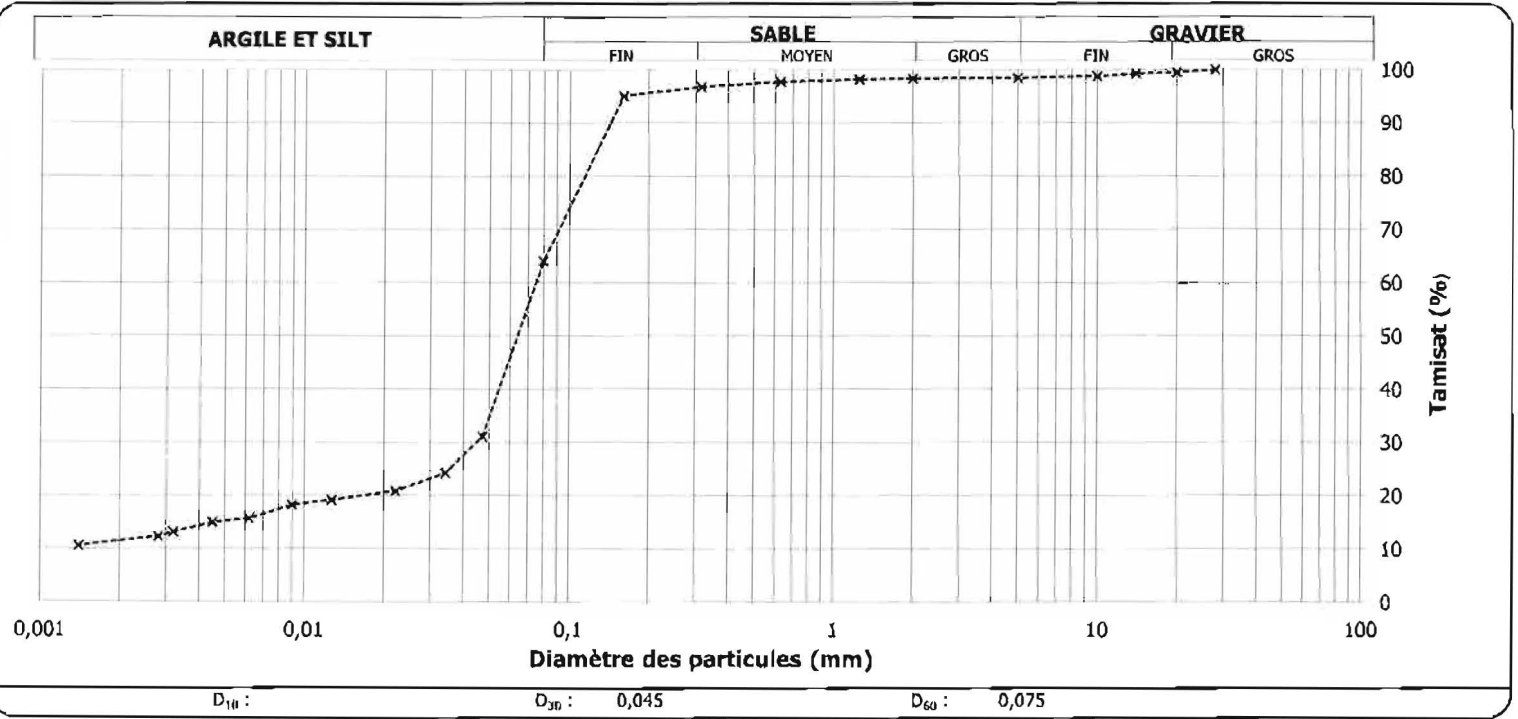
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)		AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)		
112 mm					
80 mm					
56 mm		47,3 µm	31,2		
40 mm		34,2 µm	24,3		
28 mm	100	22,1 µm	20,9		
20 mm	100	12,7 µm	19,2		
14 mm	99	9,0 µm	18,3		
10 mm	99	6,2 µm	15,7		
5 mm	99	4,5 µm	15,0		
2 mm	98	3,2 µm	13,2		
1,25 mm	98	2,8 µm	12,3		
0,630 mm	98	1,4 µm	10,6		
0,315 mm	97				
0,160 mm	95				
0,080 mm	64,1				

REMARQUES	
Méthode d'échantillonnage: LC 21-010	

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	34,4
Cailloux :	0,0
Gravier :	1,5
Silt :	52,8
Argile :	11,3



Préparé par : Asmae El Aychi, tech.  
 Date : 2016-07-06

Approuvé par : *Sylvie Hamel*  
 Date : 2016-07-07  
 Sylvie Hamel, tech.

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauration Marais de Rivière-du-Loup  
**Endroit :** Rivière-du-Loup  
**Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Réf. client :**  
**Rapport n° :** 2 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance :**  
**N° d'échantillon :** 2 **N° d'échantillon client :** PLS-3 **Échantillonné par :** Philippe Gélinas  
**Matériau :** **Date d'échantillonnage :** 2016-06-23  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2016-06-27  
**Localisation :** Marais - RDL (2016) **Densité relative des particules < 2 mm :** 2.700(estimé)

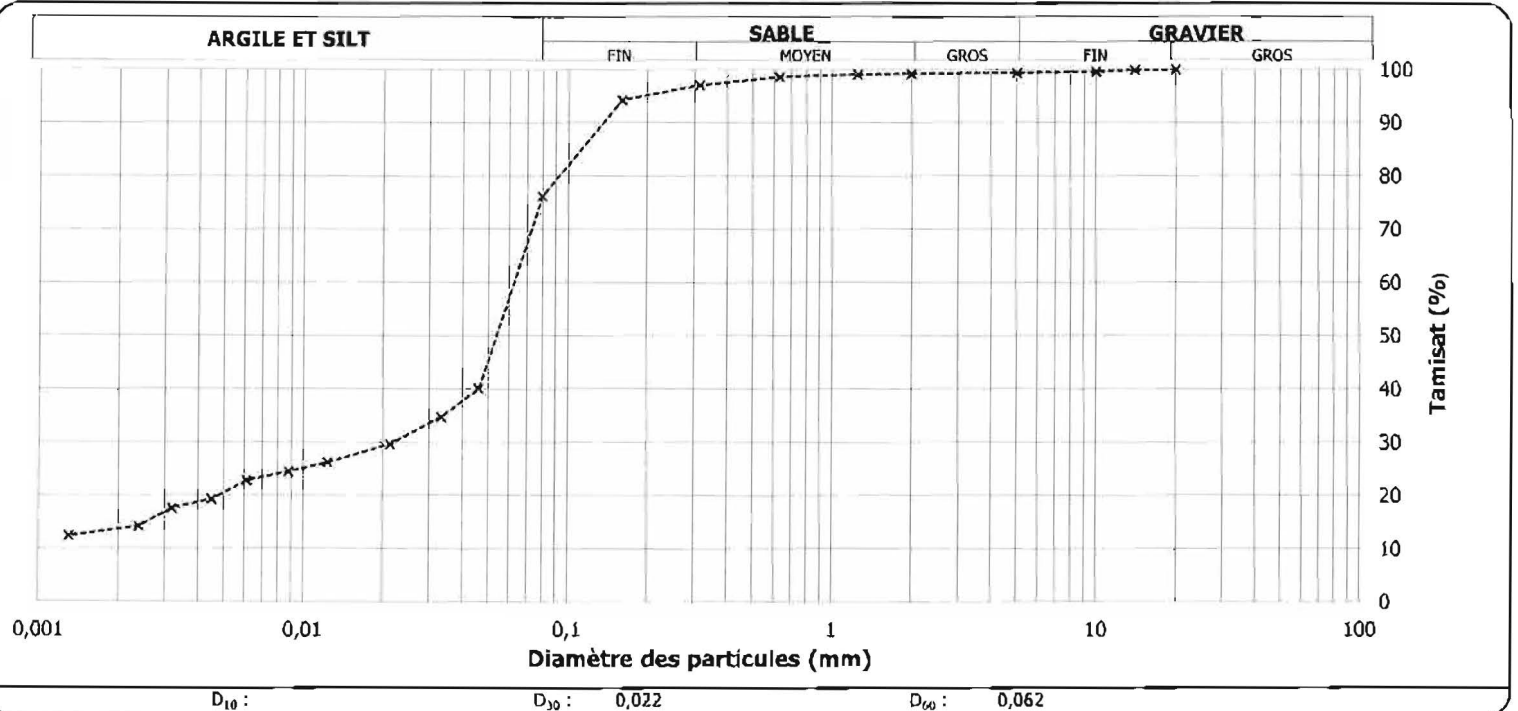
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)		AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)		
112 mm					
80 mm					
56 mm		46,1 µm	40,1		
40 mm		33,2 µm	34,8		
28 mm		21,4 µm	29,7		
20 mm	100	12,4 µm	26,2		
14 mm	100	8,8 µm	24,5		
10 mm	100	6,1 µm	22,8		
5 mm	99	4,5 µm	19,3		
2 mm	99	3,2 µm	17,6		
1,25 mm	99	2,4 µm	14,2		
0,630 mm	99	1,3 µm	12,4		
0,315 mm	97				
0,160 mm	94				
0,080 mm	76,2				

REMARQUES	
Méthode d'échantillonnage: LC 21-010	

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	23,2
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,6
Silt :	62,7
Argile :	13,5



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-07-06

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, tech.  
**Date :** 2016-07-07

Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de Rivière-du-Loup Réf. client  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 3 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

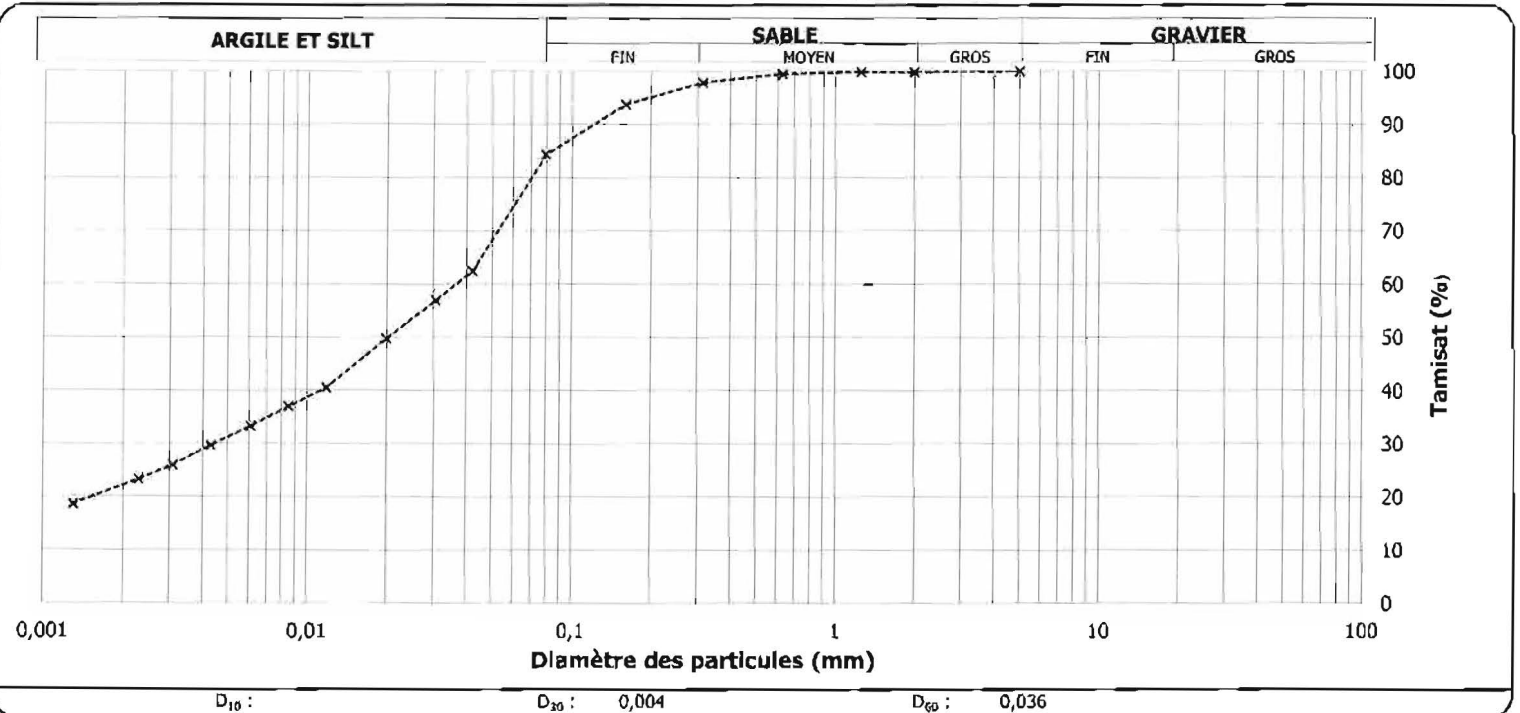
Provenance :  
 N° d'échantillon : 3 N° d'échantillon client : PLS-A2 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		42,2 µm	62,5
40 mm		30,6 µm	57,0
28 mm		19,9 µm	49,8
20 mm		11,8 µm	40,6
14 mm		8,5 µm	37,0
10 mm		6,1 µm	33,3
5 mm	100	4,3 µm	29,7
2 mm	100	3,1 µm	26,0
1,25 mm	100	2,3 µm	23,3
0,630 mm	100	1,3 µm	18,7
0,315 mm	98		
0,160 mm	94		
0,080 mm	84,4		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Méthode d'échantillonnage: LC 21-010

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	15,6
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	62,5
Argille :	21,9



Préparé par : Asmae El Aychi, tech.  
 Date : 2016-07-06

Approuvé par : Sylvie Hamel, tech.  
 Date : 2016-07-07

**Cliant** : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier** : P-0010439-0-01-001-01  
**Projet** : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratioln Marais de **Réf. client**  
**Endroit** : Rivière-du-Loup **Rapport n°** : 4 **Rév. 0**  
**Page** 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

**Provenance** :  
**N° d'échantillon** : 4 **N° d'échantillon client** : PLS-A3 **Échantillonné par** : Philippe Gélinas  
**Matériau** : **Date d'échantillonnage** : 2016-06-23  
**Profondeur** : **Date de réception** : 2016-06-27  
**Localisation** : Marais - RDL (2016) **Densité relative des particules < 2 mm** : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,5 µm	63,6
40 mm		30,1 µm	58,2
28 mm		19,7 µm	51,0
20 mm		11,7 µm	43,7
14 mm		8,4 µm	38,3
10 mm		6,0 µm	34,9
5 mm	100	4,3 µm	31,3
2 mm	100	3,1 µm	27,7
1,25 mm	99	2,4 µm	23,9
0,630 mm	99	1,3 µm	20,4
0,315 mm	96		
0,160 mm	89		
0,080 mm	74,8		

### AUTRES ESSAIS

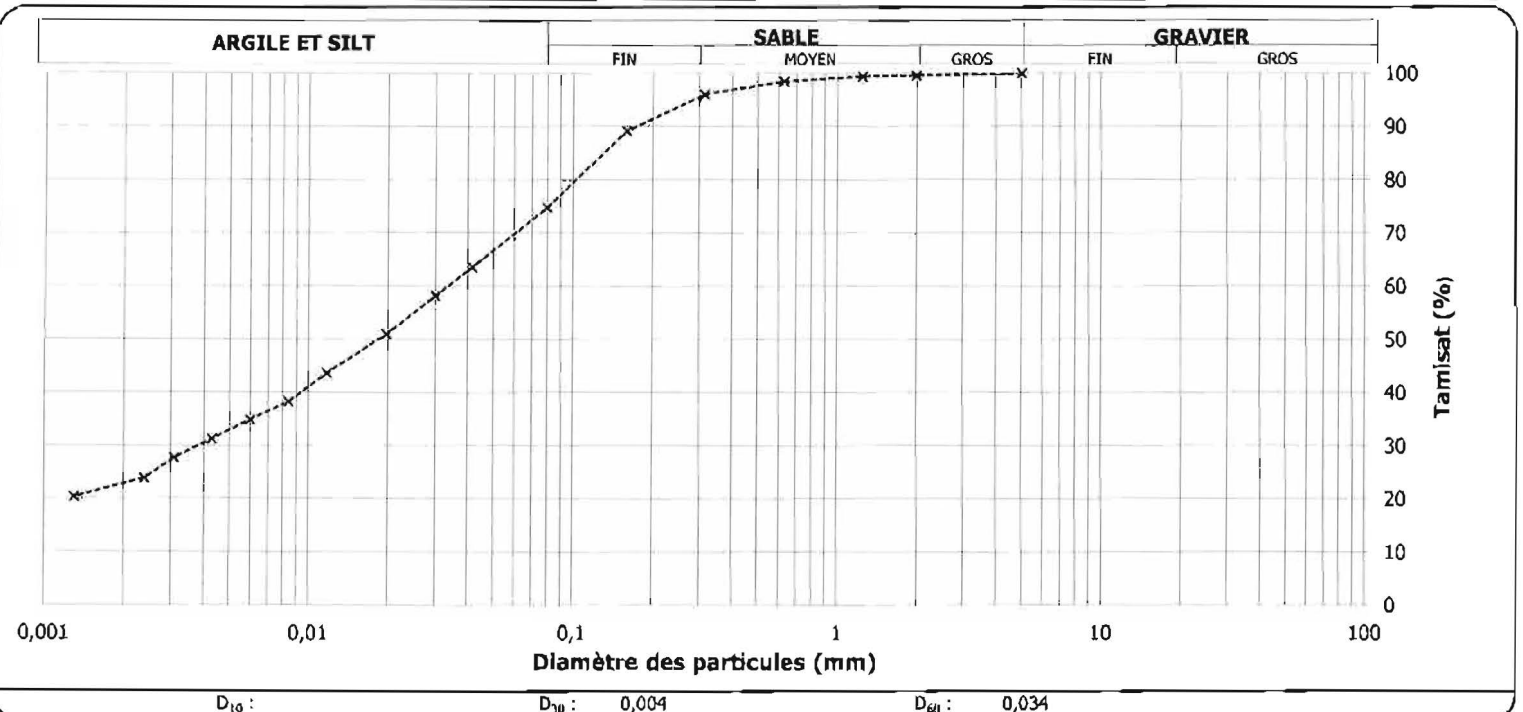
### MESURÉ

### REMARQUES

Méthode d'échantillonnage: LC 21-010

### Proportion selon analyse (%)

Sable : 25,2  
 Cailloux : 0,0  
 Gravier : 0,0  
 Silt : 52,2  
 Argile : 22,6



Préparé par :

Date :

Asmae El Aychi, tech.

2016-07-06

Approuvé par :

Date :

Sylvie Hamel, tech.

Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratioin Marais de Rivère-du-Loup Réf. client  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 5 Rév. 0  
 Page 1 de 1

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 5 N° d'échantillon client : PLS-A4 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

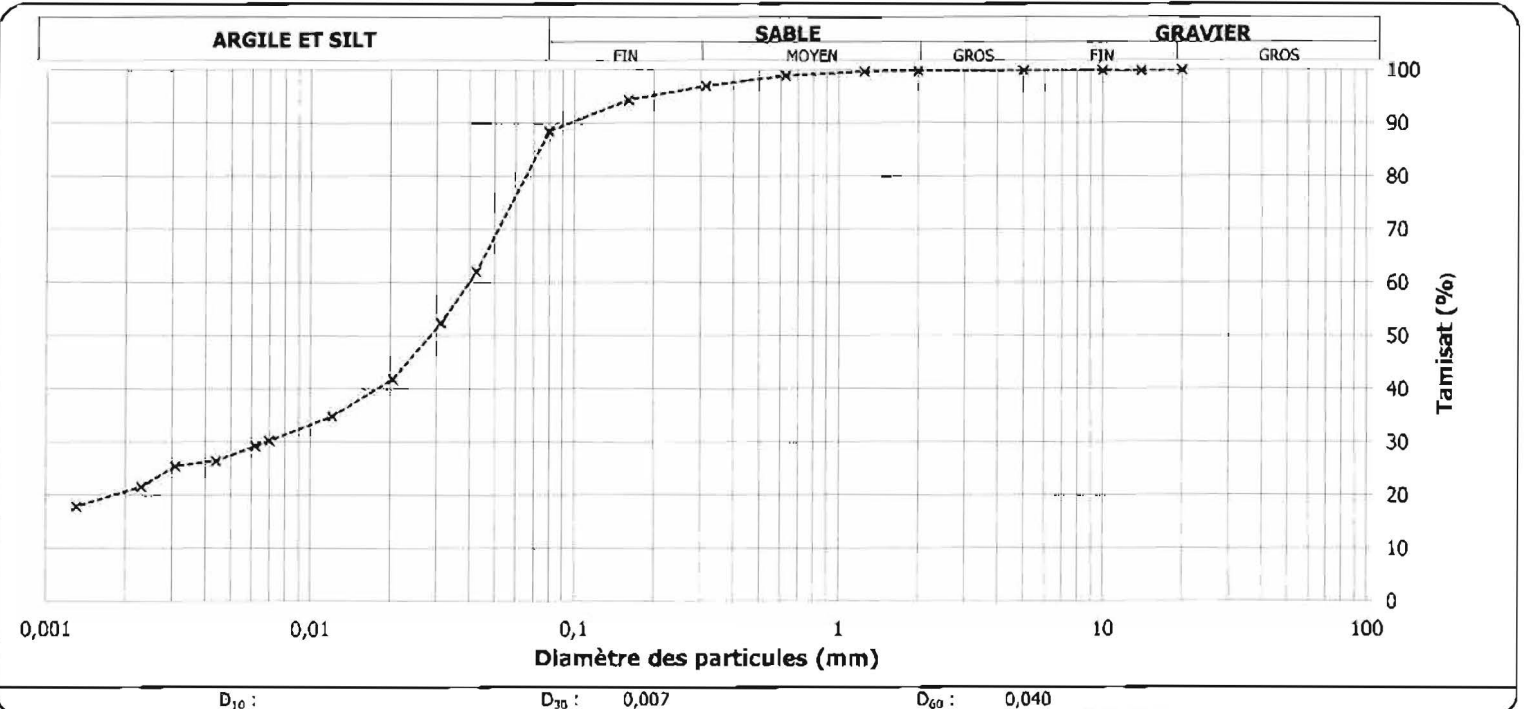
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		42,5 µm	62,1
40 mm		31,2 µm	52,4
28 mm		20,5 µm	41,9
20 mm	100	12,1 µm	34,9
14 mm	100	7,0 µm	30,3
10 mm	100	6,2 µm	29,3
5 mm	100	4,4 µm	26,5
2 mm	100	3,1 µm	25,5
1,25 mm	100	2,3 µm	21,6
0,630 mm	99	1,3 µm	17,9
0,315 mm	97		
0,160 mm	94		
0,080 mm	88,5		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Méthode d'échantillonnage: LC 21-010

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	11,4
Cailloux :	0,0
Silt :	68,0
Gravier :	0,1
Argile :	20,5



Préparé par : Asmae El Aychi, tech.  
 Date : 2016-07-06

Approuvé par : *Sylvie Hamel*  
 Date : 2016-07-07  
 Sylvie Hamel, tech.

Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauration Marais de Rivère-du-Loup Réf. client  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 6 Rév. 0  
 Page 1 de 1

**ÉCHANTILLONNAGE**

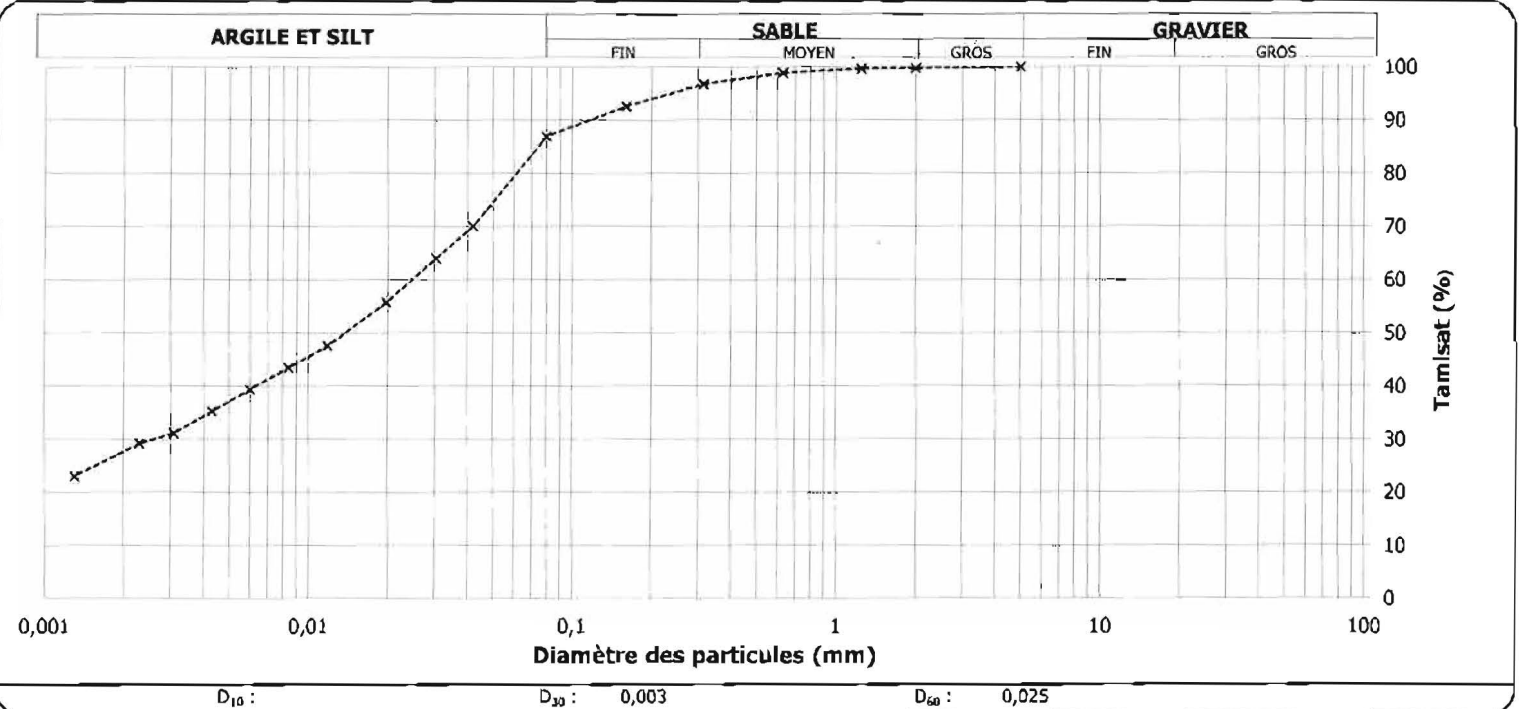
Provenance :  
 N° d'échantillon : 6 N° d'échantillon client : PLS-A6 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,9 µm	70,1
40 mm		30,4 µm	64,0
28 mm		19,7 µm	55,8
20 mm		11,8 µm	47,6
14 mm		8,4 µm	43,5
10 mm		6,0 µm	39,4
5 mm	100	4,3 µm	35,3
2 mm	100	3,1 µm	31,2
1,25 mm	100	2,3 µm	29,2
0,630 mm	99	1,3 µm	23,1
0,315 mm	97		
0,160 mm	93		
0,080 mm	87,0		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Méthode d'échantillonnage: LC 21-010

Proportion selon analyse (%)		Sable :	13,0
Cailloux :	0,0	Silt :	59,6
Gravier :	0,0	Argile :	27,4



Préparé par : Asmae El Aychi, tech.  
 Date : 2016-07-06

Approuvé par : Sylvie Hamel, tech.  
 Date : 2016-07-07

Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratioin Marais de Rivière-du-Loup Réf. client  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 7 Rév. 0  
 Page 1 de 1

**ÉCHANTILLONNAGE**

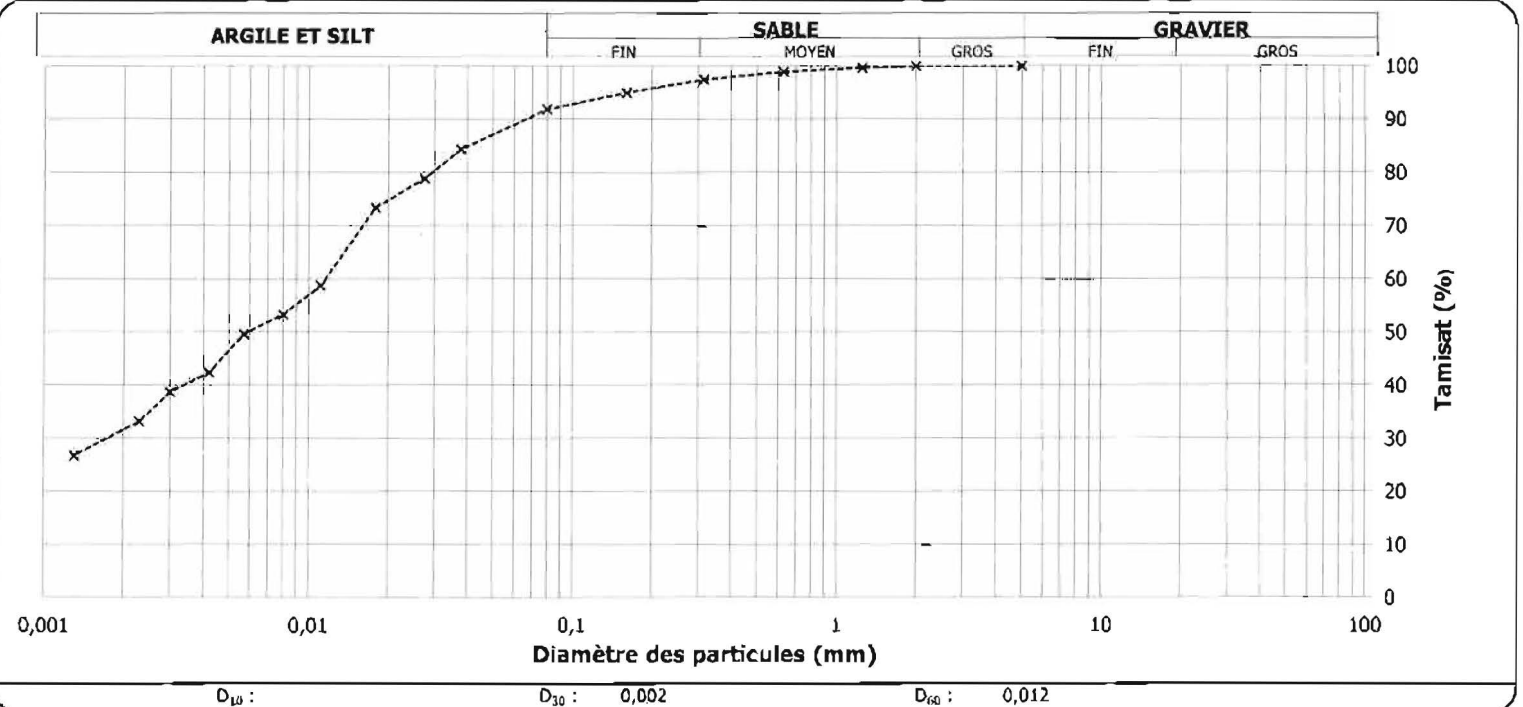
Provenance :  
 N° d'échantillon : 7 N° d'échantillon client : PLS-A7 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		37,8 µm	84,4
40 mm		27,5 µm	78,9
28 mm		17,9 µm	73,4
20 mm		11,1 µm	58,8
14 mm		8,0 µm	53,3
10 mm		5,7 µm	49,7
5 mm	100	4,2 µm	42,4
2 mm	100	3,0 µm	38,7
1,25 mm	100	2,3 µm	33,2
0,630 mm	99	1,3 µm	26,8
0,315 mm	98		
0,160 mm	95		
0,080 mm	91,9		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Méthode d'échantillonnage: LC 21-010

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	8,1
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	60,6
Argile :	31,3



Préparé par : Asmae El Aychi, tech. Date : 2016-07-06

Approuvé par : *Sylvie Hamel* Date : 2016-07-07  
 Sylvie Hamel, tech.

Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratioin Marais de Rivière-du-Loup Réf. client  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 8 Rév. 0  
 Page 1 de 1

**ÉCHANTILLONNAGE**

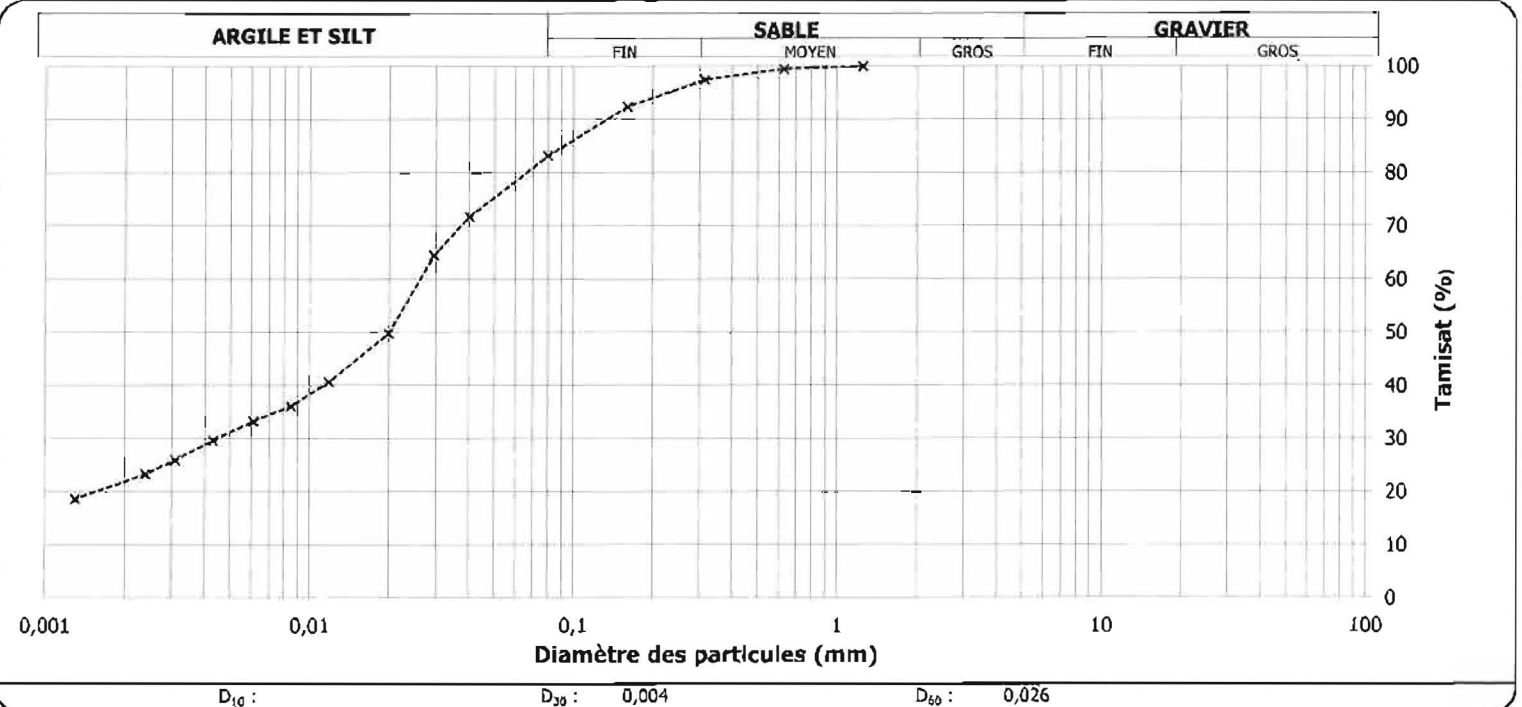
Provenance :  
 N° d'échantillon : 8 N° d'échantillon client : PLS-A9 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		40,3 µm	71,8
40 mm		29,5 µm	64,5
28 mm		19,9 µm	49,8
20 mm		11,8 µm	40,7
14 mm		8,5 µm	36,1
10 mm		6,1 µm	33,3
5 mm		4,3 µm	29,7
2 mm		3,1 µm	26,0
1,25 mm	100	2,4 µm	23,3
0,630 mm	100	1,3 µm	18,7
0,315 mm	98		
0,160 mm	92		
0,080 mm	83,2		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Méthode d'échantillonnage: LC 21-010

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	16,8
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	61,6
Argile :	21,6



Préparé par : Asmae El Aychi, tech. Date : 2016-07-06

Approuvé par : Sylvie Hamel, tech. Date : 2016-07-07

Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauration Marais de Rivière-du-Loup Réf. client  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 9 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :  
 N° d'échantillon : 9 N° d'échantillon client : PLS-A10 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

**Analyse granulométrique (LC 21-040)**      **Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)**

Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		39,4 µm	81,3
40 mm		28,3 µm	77,3
28 mm		18,4 µm	71,4
20 mm		11,1 µm	60,5
14 mm		8,0 µm	54,6
10 mm		5,8 µm	49,9
5 mm		4,2 µm	44,0
2 mm	100	3,0 µm	39,0
1,25 mm	100	2,2 µm	33,1
0,630 mm	99	1,3 µm	27,2
0,315 mm	96		
0,160 mm	94		
0,080 mm	91,1		

### AUTRES ESSAIS

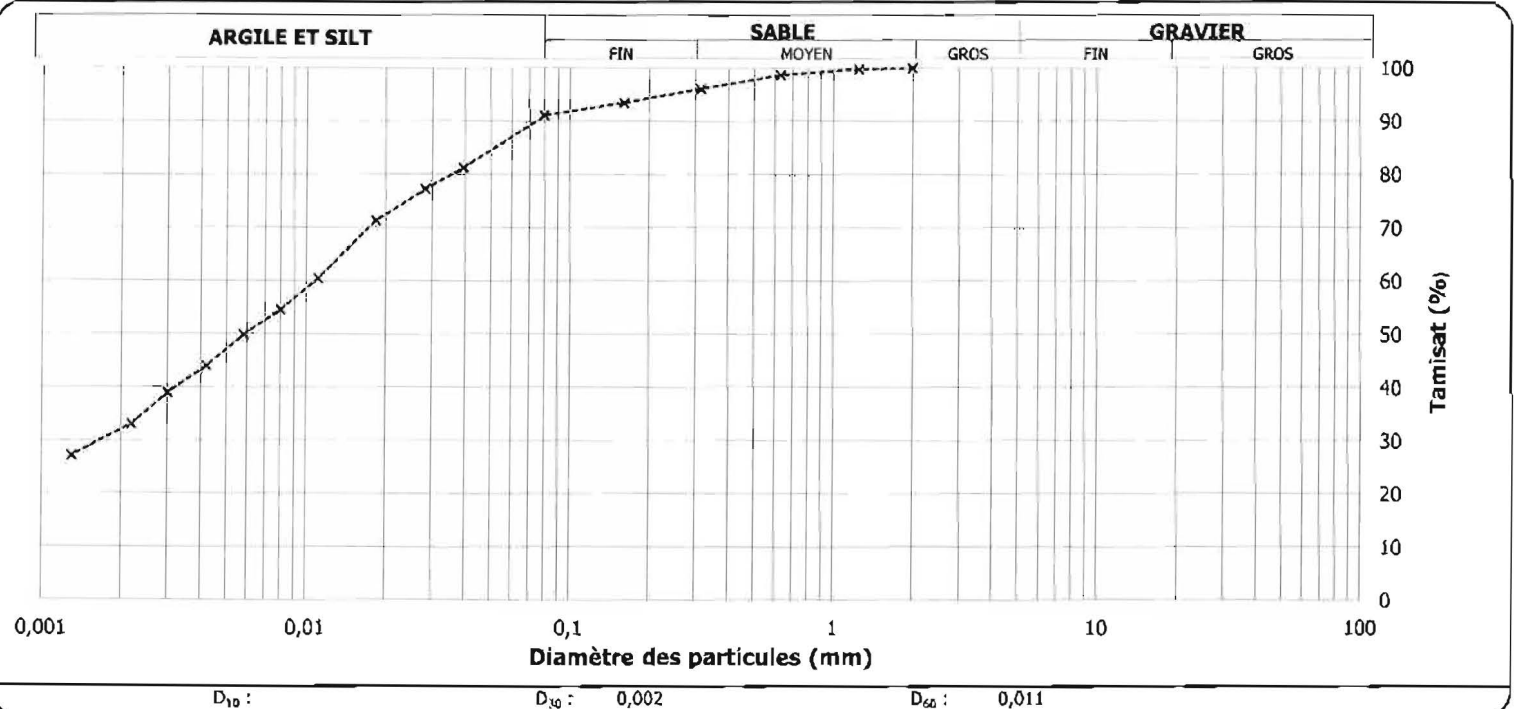
### MESURÉ

### REMARQUES

Méthode d'échantillonnage: LC 21-010

### Proportion selon analyse (%)

Cailloux : 0,0      Sable : 8,9  
 Gravier : 0,0      Silt : 59,3  
 Argile : 31,8



Préparé par :

Date :

Asmae El Aychi, tech.

2016-07-06

Approuvé par :

Date :

Sylvie Hamel, tech.

Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiön Marais de Rivère-du-Loup Réf. client  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 10 Rév. 0  
 Page 1 de 1

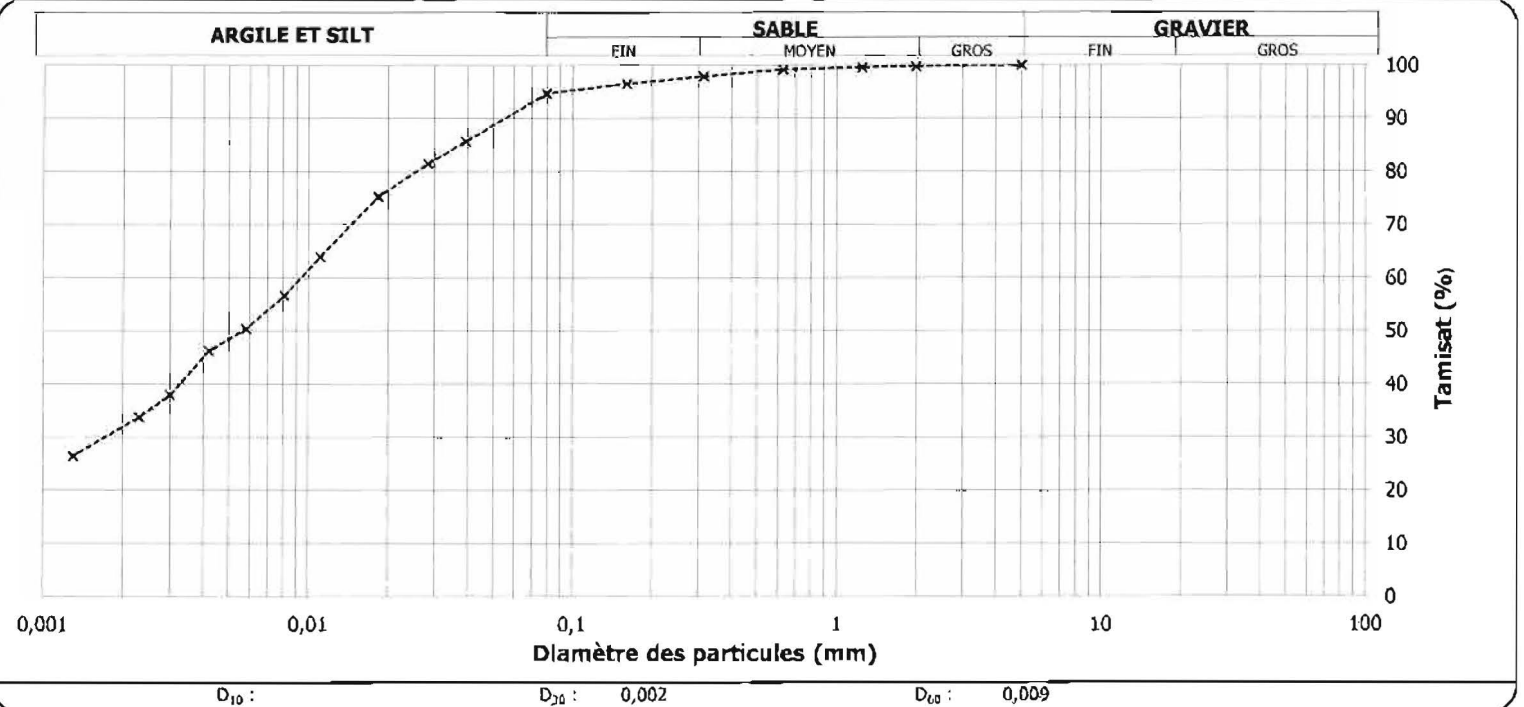
ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :  
 N° d'échantillon : 10 N° d'échantillon client : PLS-A11 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)		AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)		
112 mm					
80 mm					
56 mm		39,4 µm	85,7		
40 mm		28,3 µm	81,5		
28 mm		18,4 µm	75,3		
20 mm		11,1 µm	64,0		
14 mm		8,1 µm	56,7		
10 mm		5,8 µm	50,4		
5 mm	100	4,2 µm	46,3		
2 mm	100	3,0 µm	38,0		
1,25 mm	100	2,3 µm	33,8		
0,630 mm	99	1,3 µm	26,5		
0,315 mm	98				
0,160 mm	97				
0,080 mm	94,7				

REMARQUES											
Méthode d'échantillonnage: LC 21-010											
<p>Proportion selon analyse (%)</p> <table> <tr> <td>Sable :</td> <td>5,3</td> </tr> <tr> <td>Cailloux :</td> <td>0,0</td> </tr> <tr> <td>Gravier :</td> <td>0,0</td> </tr> <tr> <td>Silt :</td> <td>63,1</td> </tr> <tr> <td>Argile :</td> <td>31,6</td> </tr> </table>		Sable :	5,3	Cailloux :	0,0	Gravier :	0,0	Silt :	63,1	Argile :	31,6
Sable :	5,3										
Cailloux :	0,0										
Gravier :	0,0										
Silt :	63,1										
Argile :	31,6										



Préparé par : Asmae El Aychi, tech.  
 Date : 2016-07-06

Approuvé par : Sylvie Hamel, tech.  
 Date : 2016-07-07

Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiön Marais de Réf. client  
 Rivière-du-Loup  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 11 Rév. 0  
 Page 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE

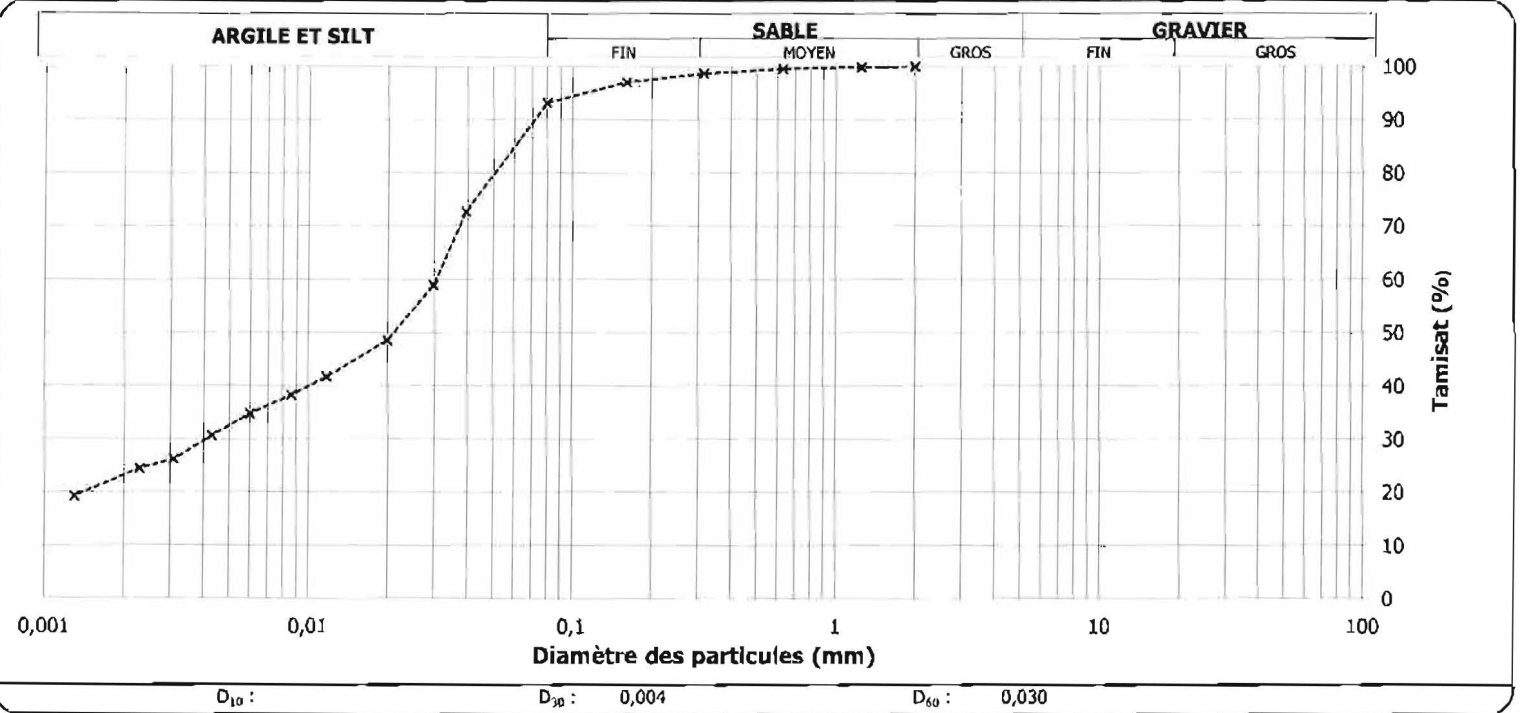
Provenance :  
 N° d'échantillon : 11 N° d'échantillon client : PLS-TN2 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamisé	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		39,4 µm	72,8
40 mm		29,8 µm	59,0
28 mm		19,9 µm	48,6
20 mm		11,7 µm	41,7
14 mm		8,6 µm	38,3
10 mm		6,0 µm	34,8
5 mm		4,3 µm	30,7
2 mm	100	3,1 µm	26,2
1,25 mm	100	2,3 µm	24,5
0,630 mm	100	1,3 µm	19,3
0,315 mm	99		
0,160 mm	97		
0,080 mm	93,2		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

REMARQUES  
 Méthode d'échantillonnage: LC 21-010

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	6,8
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,0
Silt :	70,3
Argile :	22,9



Préparé par : Asmae El Aychi, tech.      Date : 2016-07-06

Approuvé par : Fabien Bolduc      Date : 2016-07-07

Client : Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification Dossier : P-0010439-0-01-001-01  
 Projet : Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratioin Marais de Rivère-du-Loup Réf. client  
 Endroit : Rivière-du-Loup Rapport n° : 12 Rév. 0  
 Page 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

Provenance :  
 N° d'échantillon : 12 N° d'échantillon client : PLS-TN4 Échantillonné par : Philippe Gélinas  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-06-23  
 Profondeur : Date de réception : 2016-06-27  
 Localisation : Marais - RDL (2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

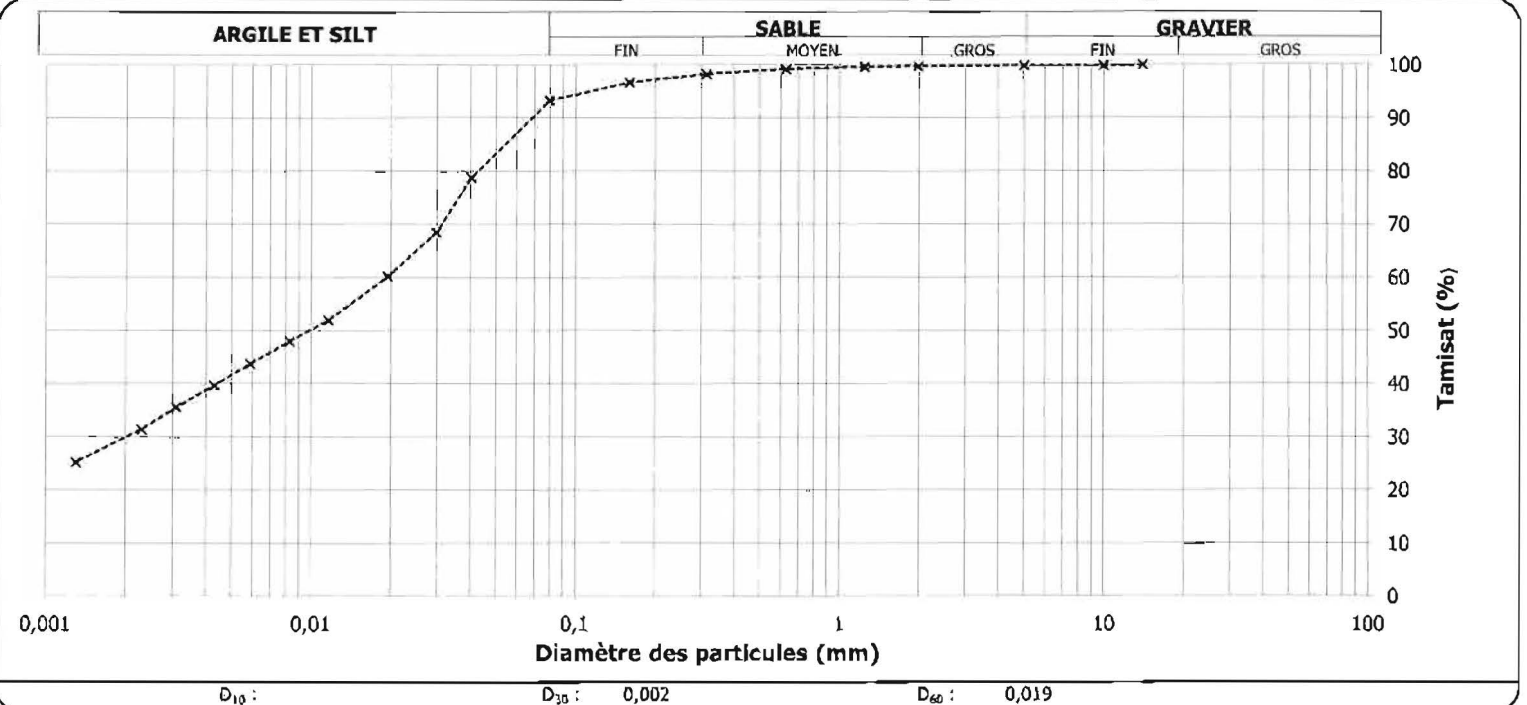
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)		AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)		
112 mm					
80 mm					
56 mm		40,4 µm	78,8		
40 mm		29,8 µm	68,5		
28 mm		19,5 µm	60,2		
20 mm		11,6 µm	52,0		
14 mm	100	8,3 µm	48,0		
10 mm	100	5,9 µm	43,8		
5 mm	100	4,3 µm	39,7		
2 mm	100	3,1 µm	35,6		
1,25 mm	100	2,3 µm	31,5		
0,630 mm	99	1,3 µm	25,3		
0,315 mm	98				
0,160 mm	97				
0,080 mm	93,3				

REMARQUES	
Méthode d'échantillonnage: LC 21-010	

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	6,6
Cailloux :	0,0
Gravier :	0,1
Silt :	63,7
Argile :	29,6



Préparé par : Asmae El Aychi, tech.  
 Date : 2016-07-06

Approuvé par : *Sylvie Hamel*  
 Date : 2016-07-07  
 Sylvie Hamel, tech.

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 13 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 13 N° d'échantillon client : PLS-1 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

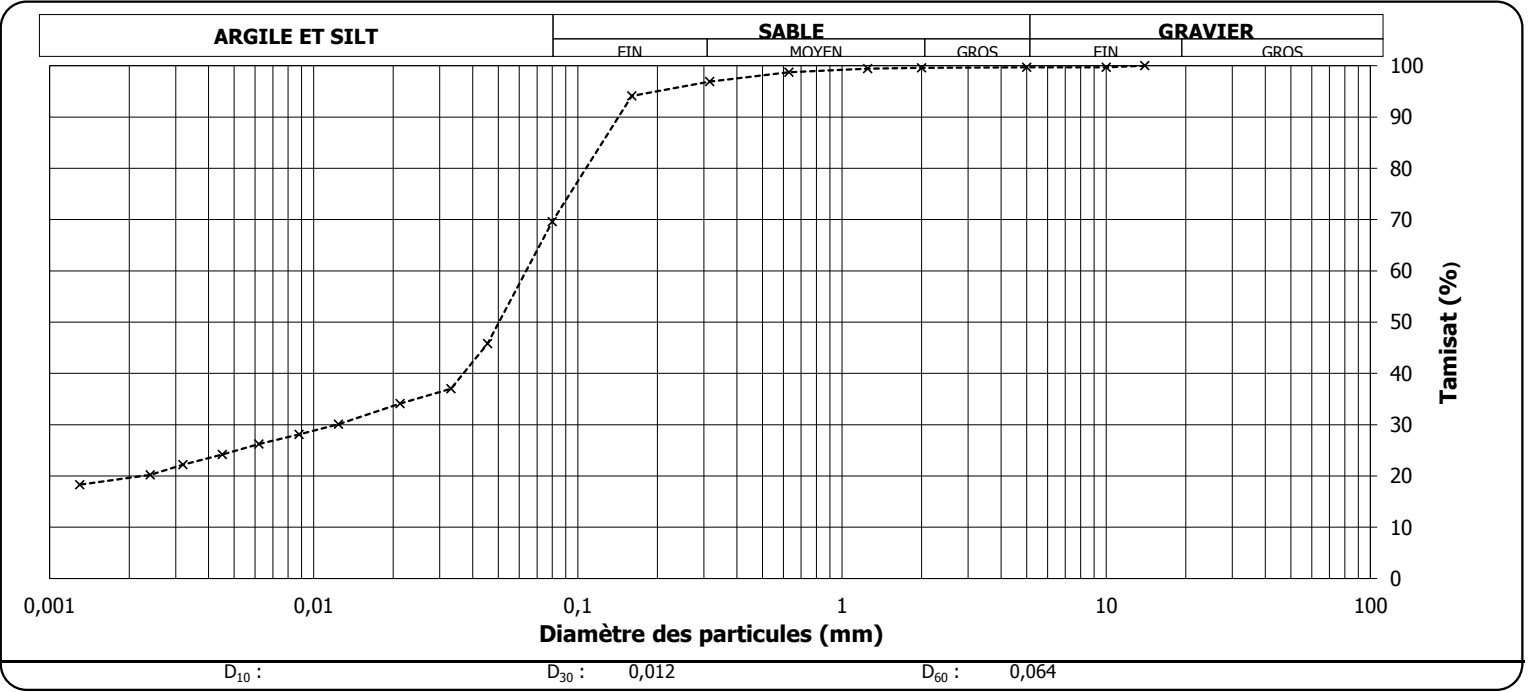
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		45,5 µm	45,8
40 mm		33,1 µm	37,0
28 mm		21,2 µm	34,1
20 mm		12,4 µm	30,1
14 mm	100	8,8 µm	28,1
10 mm	100	6,2 µm	26,2
5 mm	100	4,5 µm	24,2
2 mm	100	3,2 µm	22,2
1,25 mm	99	2,4 µm	20,2
0,630 mm	99	1,3 µm	18,3
0,315 mm	97		
0,160 mm	94		
0,080 mm	69,6		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 5,2 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 39,0 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 32,4 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 23,4 % .Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	30,1
Cailloux :	0,0
Silt :	50,1
Gravier :	0,3
Argile :	19,5



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, tech.  
**Date :** 2016-09-22

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 14 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 14 N° d'échantillon client : PLS-3 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

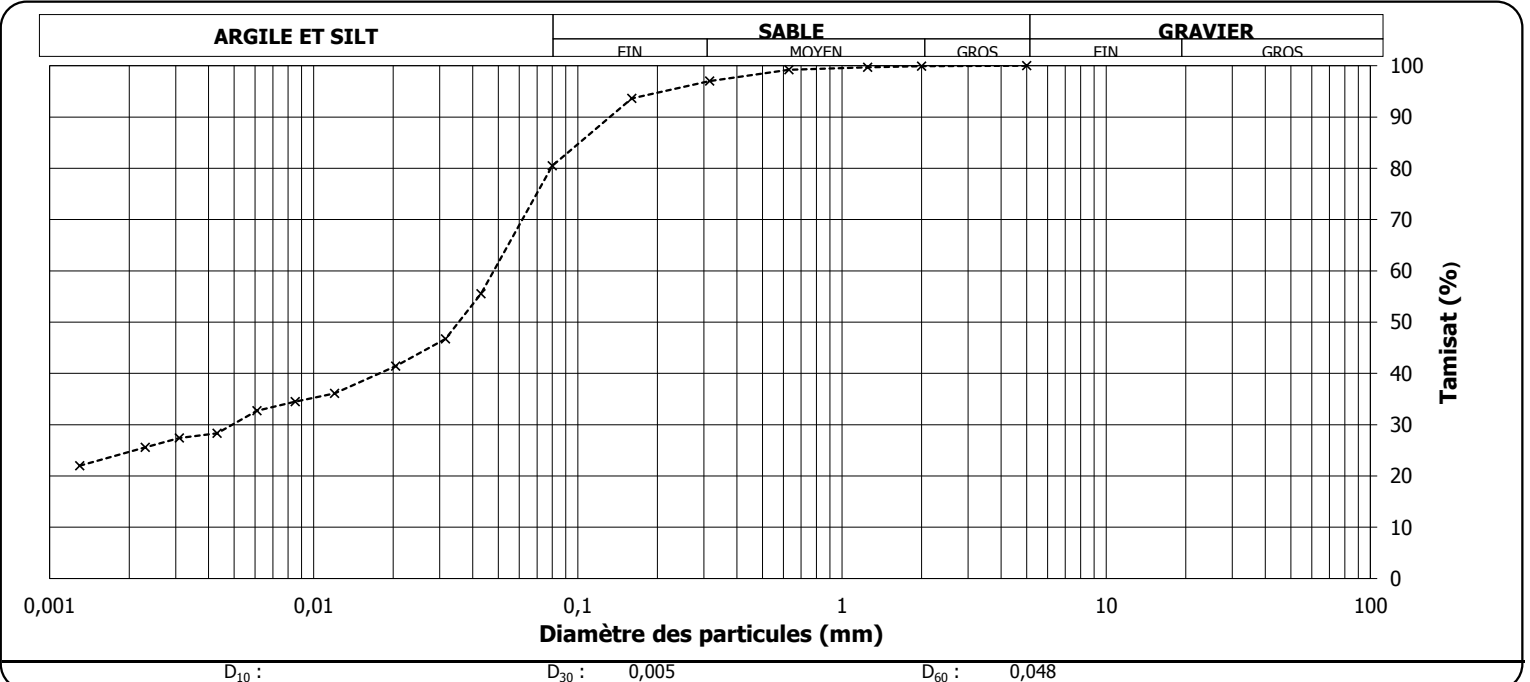
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		43,0 µm	55,5
40 mm		31,5 µm	46,7
28 mm		20,4 µm	41,4
20 mm		12,0 µm	36,1
14 mm		8,5 µm	34,5
10 mm		6,1 µm	32,7
5 mm	100	4,3 µm	28,3
2 mm	100	3,1 µm	27,4
1,25 mm	100	2,3 µm	25,6
0,630 mm	99	1,3 µm	22,0
0,315 mm	97		
0,160 mm	94		
0,080 mm	80,5		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 5,2 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 27,8 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 38,9 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 28,1 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	19,5
Cailloux :	0,0
Silt :	56,0
Gravier :	0,0
Argile :	24,5



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
**Date :** 2016-09-22  
**Sylvie Hamel, tech.**

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 15 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 15 N° d'échantillon client : PLS-A2 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

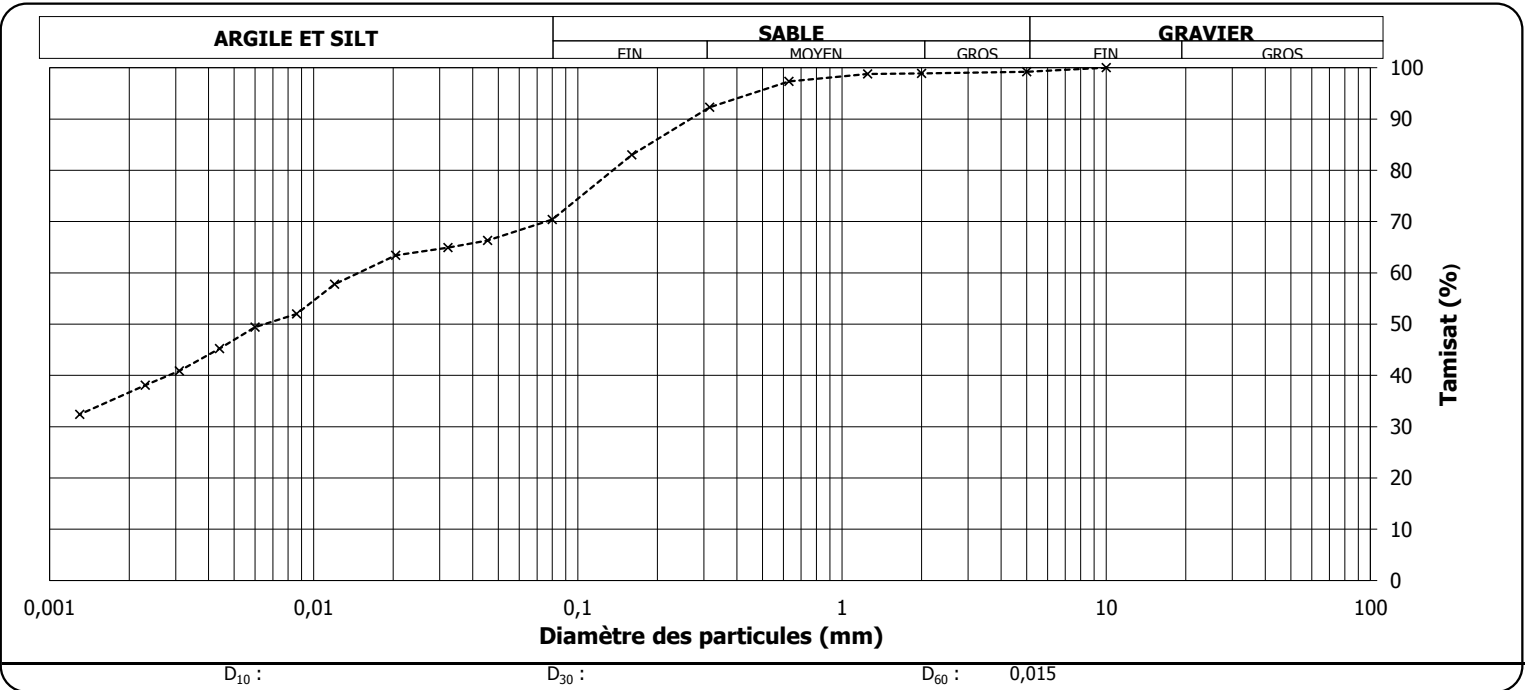
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		45,5 µm	66,3
40 mm		32,2 µm	64,9
28 mm		20,4 µm	63,4
20 mm		12,0 µm	57,8
14 mm		8,6 µm	52,0
10 mm	100	6,0 µm	49,4
5 mm	99	4,4 µm	45,2
2 mm	99	3,1 µm	40,9
1,25 mm	99	2,3 µm	38,1
0,630 mm	97	1,3 µm	32,4
0,315 mm	92		
0,160 mm	83		
0,080 mm	70,4		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 1,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 13,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 17,3 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 24,1 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 43,9 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	28,8
Cailloux :	0,0
Silt :	34,0
Gravier :	36,4



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
**Date :** 2016-09-22  
**Sylvie Hamel, tech.**

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 16 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

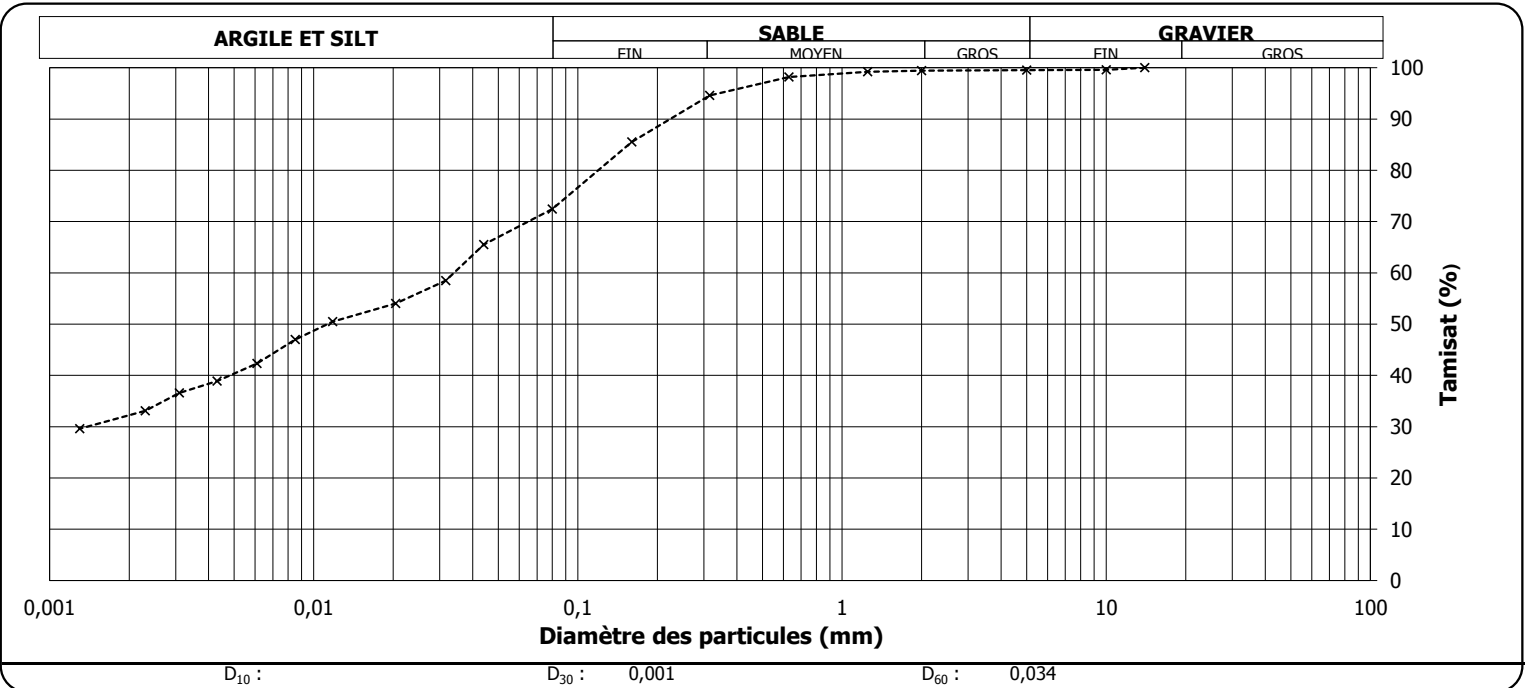
Provenance :  
 N° d'échantillon : 16 N° d'échantillon client : PLS-A3 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamaisat (%)	Diamètre équivalent	Tamaisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		44,0 µm	65,5
40 mm		31,6 µm	58,5
28 mm		20,4 µm	54,0
20 mm		11,8 µm	50,5
14 mm	100	8,5 µm	47,0
10 mm	100	6,1 µm	42,3
5 mm	100	4,3 µm	38,9
2 mm	99	3,1 µm	36,6
1,25 mm	99	2,3 µm	33,1
0,630 mm	98	1,3 µm	29,6
0,315 mm	95		
0,160 mm	86		
0,080 mm	72,4		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 1,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 10,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 19,8 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 30,2 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 38,3 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	27,1
Cailloux :	0,0
Silt :	40,4
Gravier :	0,5
Argile :	32,1



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
**Date :** 2016-09-22  
**Sylvie Hamel, tech.**

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 17 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 17 N° d'échantillon client : PLS-A4 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

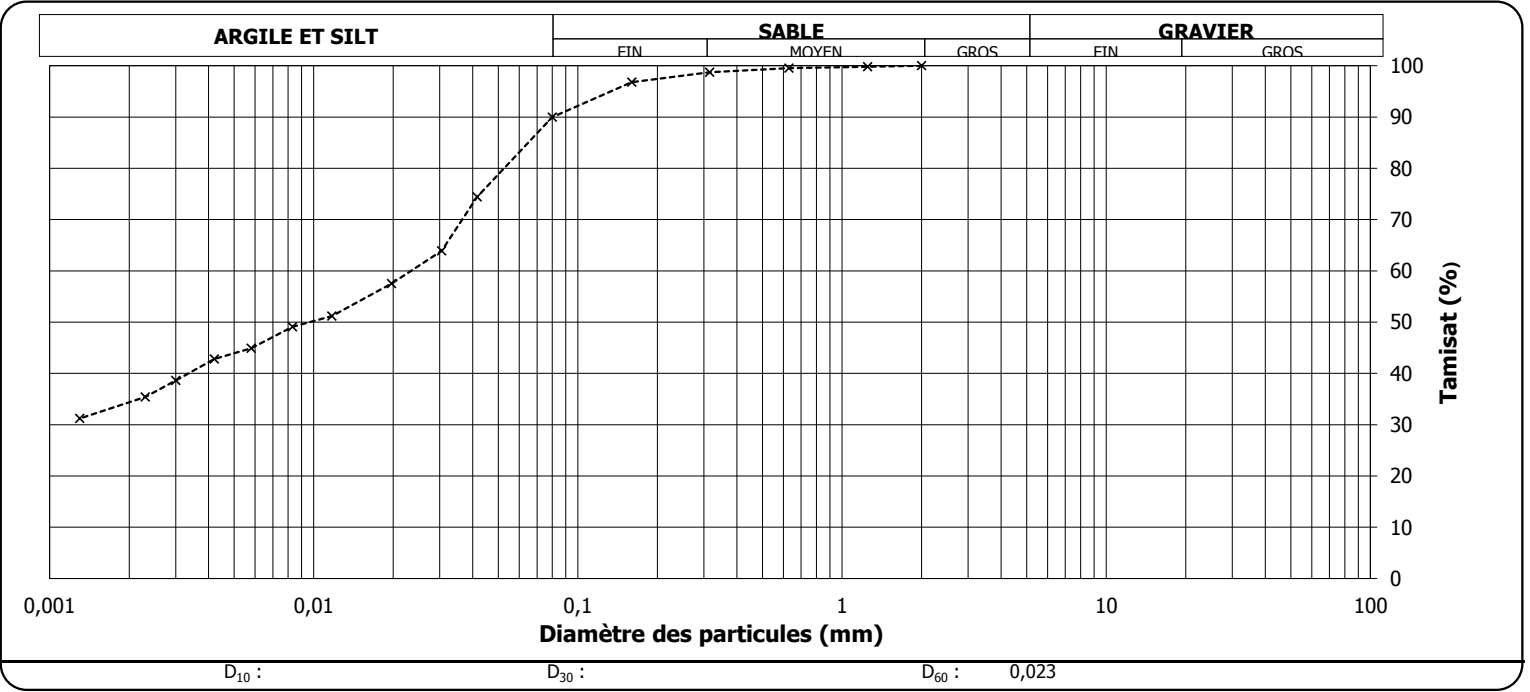
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,5 µm	74,4
40 mm		30,5 µm	63,9
28 mm		19,7 µm	57,5
20 mm		11,7 µm	51,2
14 mm		8,3 µm	49,1
10 mm		5,8 µm	44,9
5 mm		4,2 µm	42,8
2 mm	100	3,0 µm	38,6
1,25 mm	100	2,3 µm	35,4
0,630 mm	100	1,3 µm	31,2
0,315 mm	99		
0,160 mm	97		
0,080 mm	90,0		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 2,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 15,6 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 39,8 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 42,1 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	10,0
Cailloux :	0,0
Silt :	55,9
Gravier :	0,0
Argile :	34,1



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
**Date :** 2016-09-22  
**Sylvie Hamel, tech.**

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 18 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

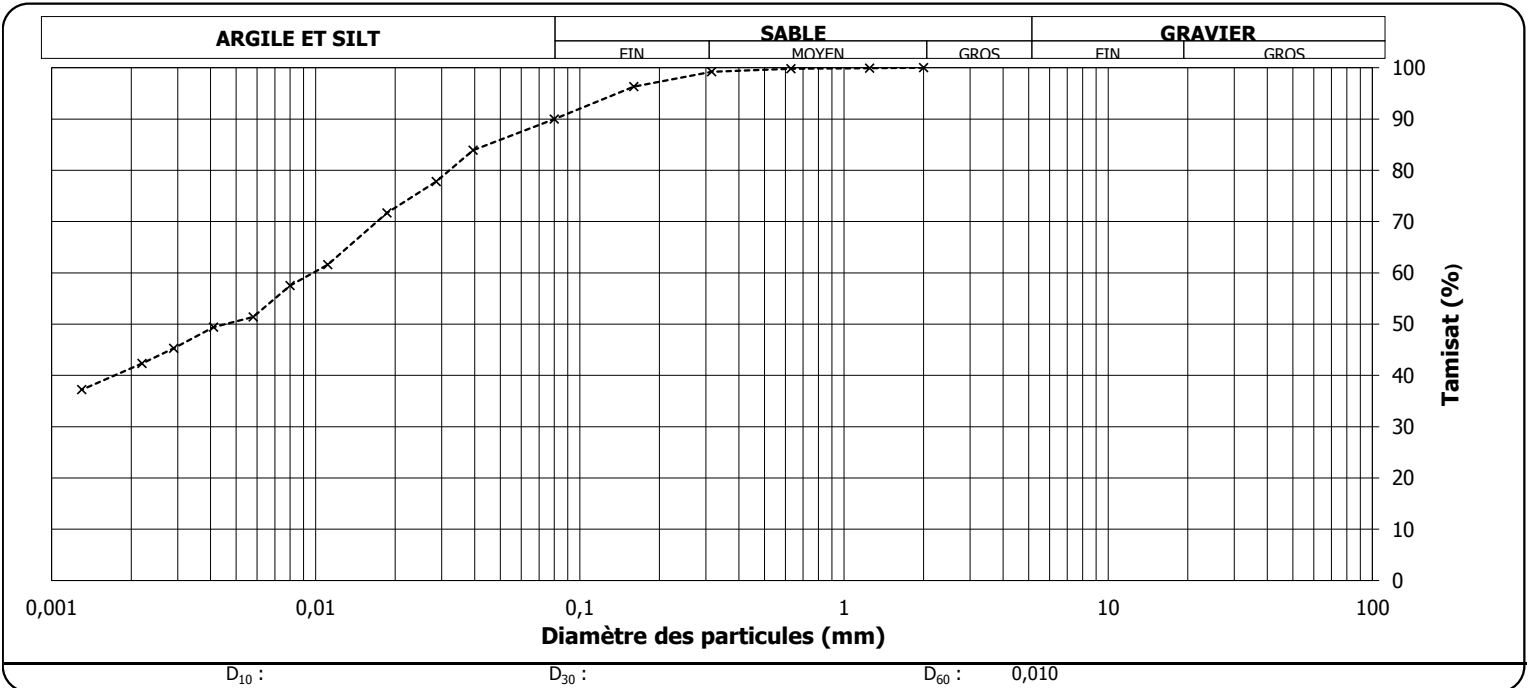
**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 18 N° d'échantillon client : PLS-A6 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)		AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)		
112 mm					
80 mm					
56 mm		39,4 µm	83,9		
40 mm		28,6 µm	77,8		
28 mm		18,6 µm	71,7		
20 mm		11,1 µm	61,6		
14 mm		8,0 µm	57,5		
10 mm		5,8 µm	51,4		
5 mm		4,1 µm	49,4		
2 mm	100	2,9 µm	45,3		
1,25 mm	100	2,2 µm	42,3		
0,630 mm	100	1,3 µm	37,2		
0,315 mm	99				
0,160 mm	96				
0,080 mm	90,0				

REMARQUES	
Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 3,2 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 9,8 %, Limon(<0.06 mm et > 0.004 mm) : 37,9 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 49,1 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.	
<b>Proportion selon analyse (%)</b>	
Cailloux :	0,0
Sable :	10,0
Silt :	48,8
Gravier :	0,0
Argile :	41,2



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, tech.  
**Date :** 2016-09-22

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 19 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 19 N° d'échantillon client : PLS-A7 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

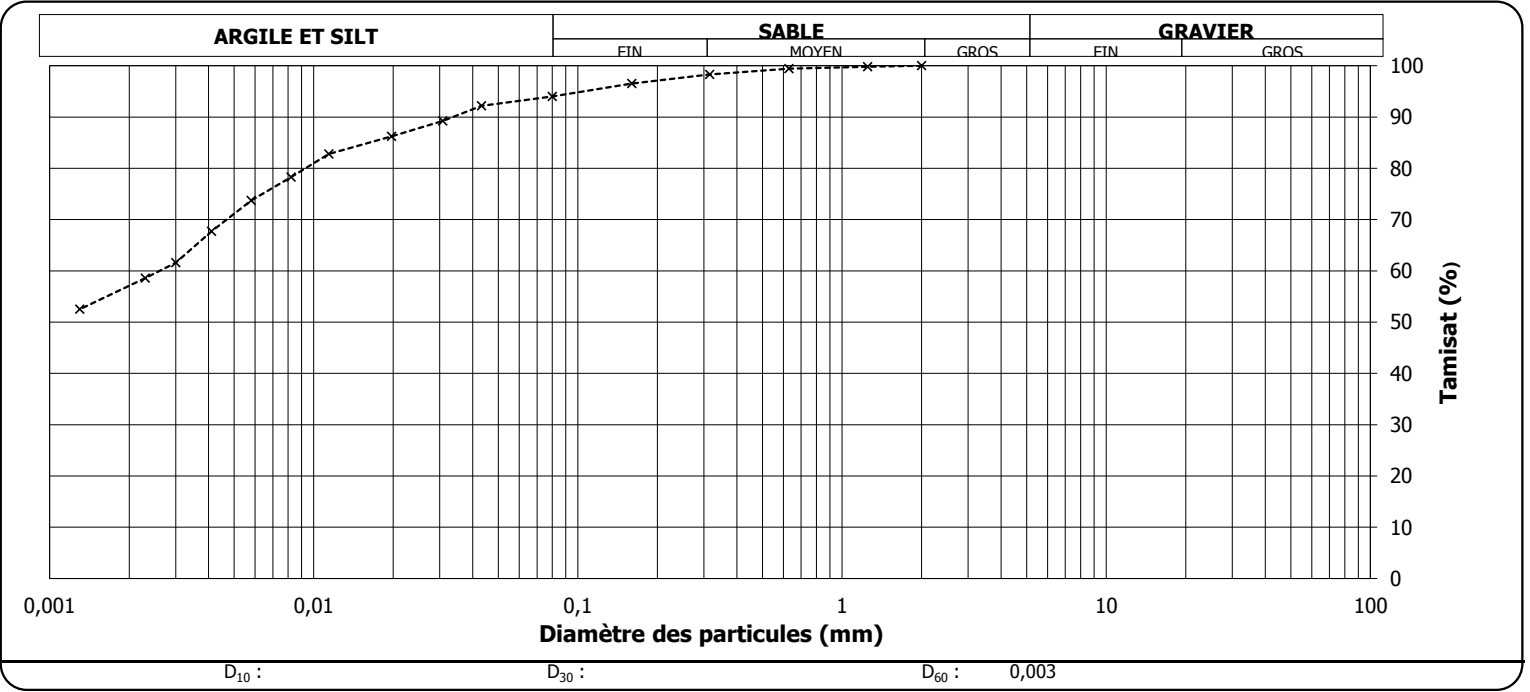
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		43,2 µm	92,2
40 mm		30,8 µm	89,2
28 mm		19,7 µm	86,2
20 mm		11,4 µm	82,8
14 mm		8,2 µm	78,3
10 mm		5,8 µm	73,7
5 mm		4,1 µm	67,7
2 mm	100	3,0 µm	61,6
1,25 mm	100	2,3 µm	58,6
0,630 mm	99	1,3 µm	52,5
0,315 mm	98		
0,160 mm	97		
0,080 mm	94,0		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 2,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 4,2 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 25,9 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 67,1 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	6,0
Cailloux :	0,0
Silt :	37,2
Gravier :	0,0
Argile :	56,8



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
**Date :** 2016-09-22  
**Sylvie Hamel, tech.**

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 20 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 20 N° d'échantillon client : PLS-A9 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

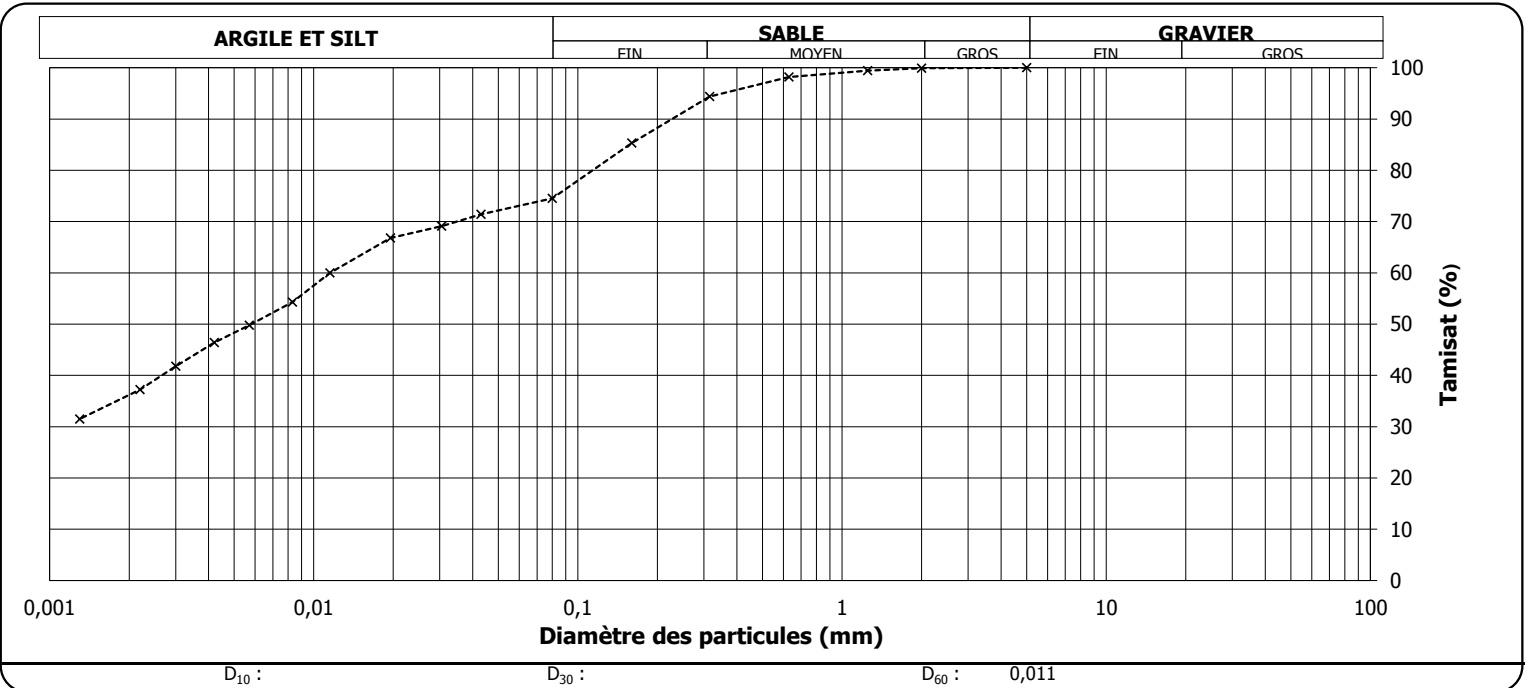
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		43,0 µm	71,4
40 mm		30,5 µm	69,1
28 mm		19,5 µm	66,8
20 mm		11,5 µm	60,0
14 mm		8,3 µm	54,3
10 mm		5,7 µm	49,8
5 mm	100	4,2 µm	46,4
2 mm	100	3,0 µm	41,8
1,25 mm	99	2,2 µm	37,2
0,630 mm	98	1,3 µm	31,5
0,315 mm	94		
0,160 mm	85		
0,080 mm	74,5		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 12,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 14,5 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 27,2 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 45,6 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	25,5
Cailloux :	0,0
Silt :	38,6
Gravier :	0,0
Argile :	35,9



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
**Date :** 2016-09-22  
**Sylvie Hamel, tech.**

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 21 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 21 N° d'échantillon client : PLS-A10 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

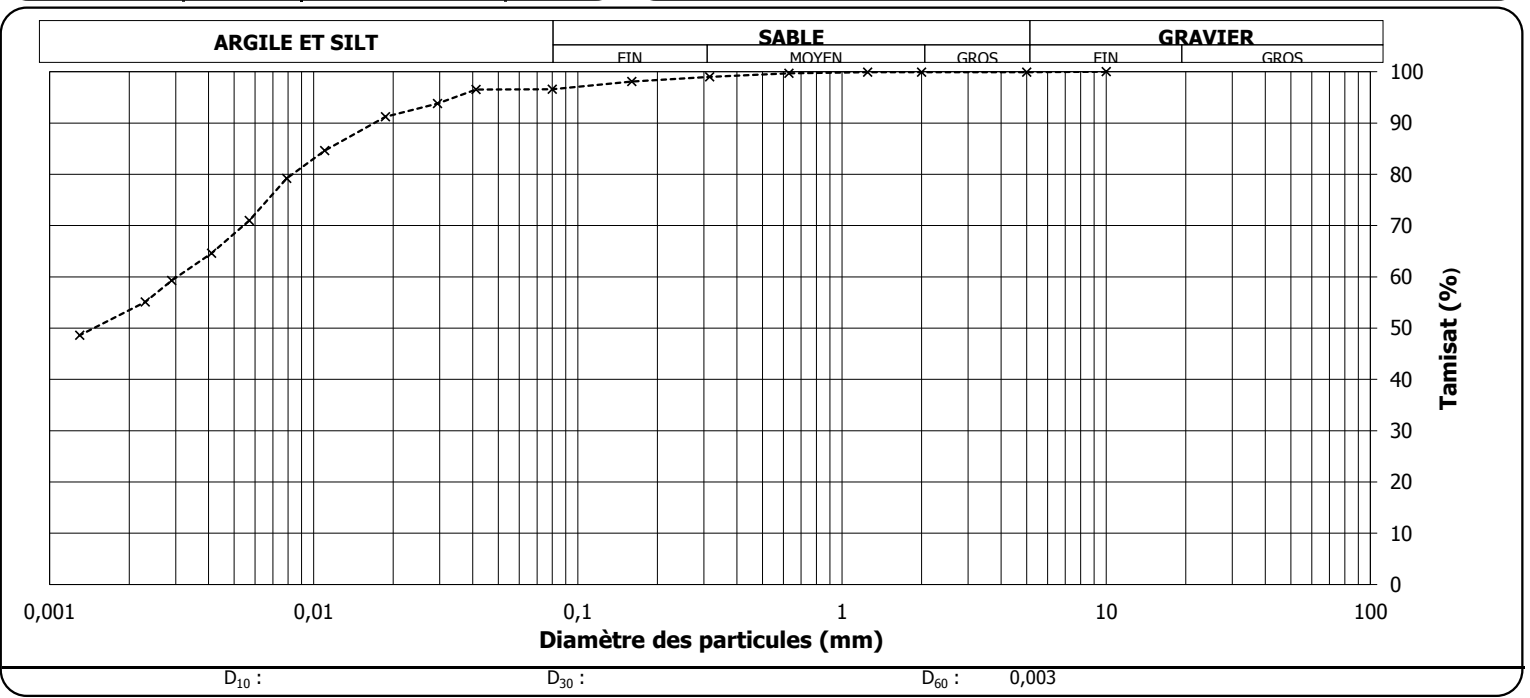
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,1 µm	96,5
40 mm		29,4 µm	93,8
28 mm		18,7 µm	91,2
20 mm		11,0 µm	84,6
14 mm		7,9 µm	79,2
10 mm	100	5,7 µm	71,0
5 mm	100	4,1 µm	64,6
2 mm	100	2,9 µm	59,3
1,25 mm	100	2,3 µm	55,1
0,630 mm	100	1,3 µm	48,6
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	96,6		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 2,0 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 1,5 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 32,4 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 64,2 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	3,3
Cailloux :	0,0
Silt :	43,5
Gravier :	0,1
Argile :	53,2



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, tech.  
**Date :** 2016-09-22

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 22 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 22 N° d'échantillon client : PLS-A11 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

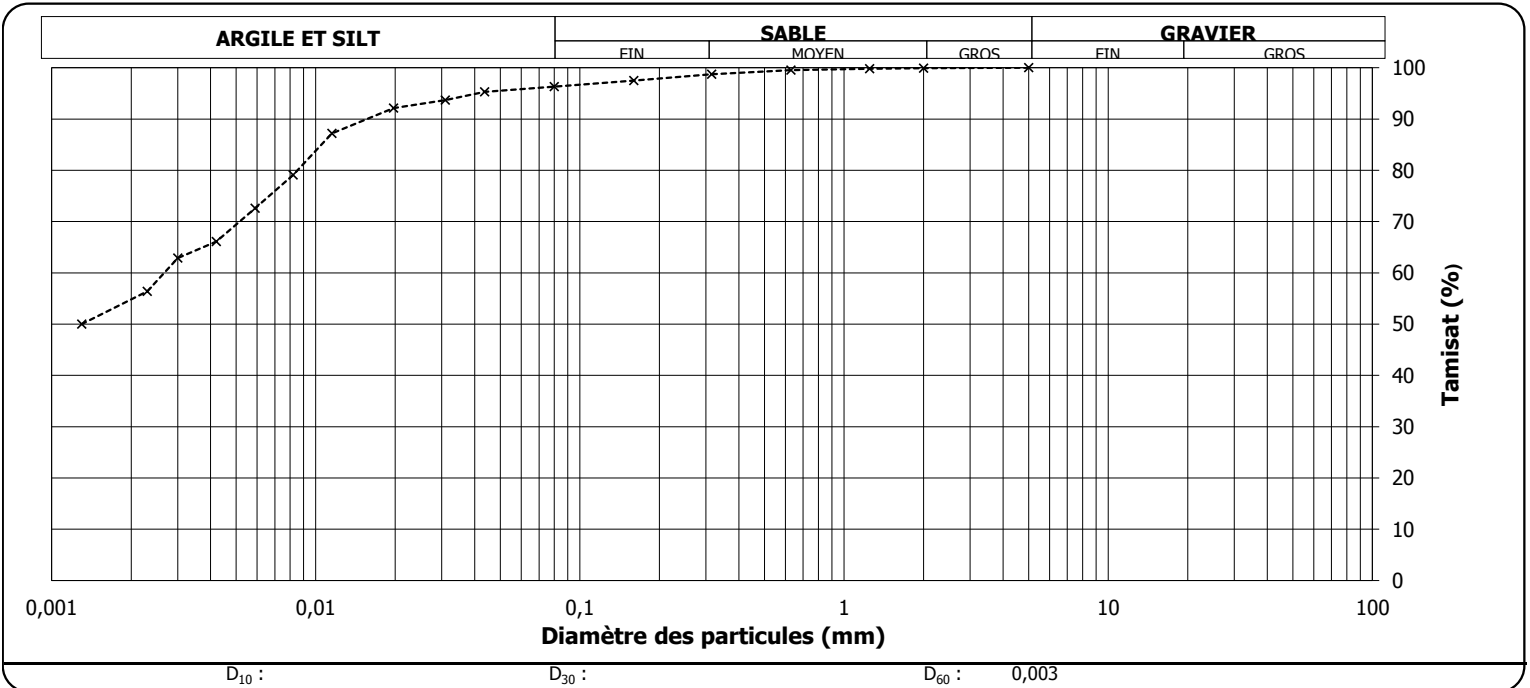
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		43,6 µm	95,3
40 mm		30,9 µm	93,7
28 mm		19,7 µm	92,1
20 mm		11,5 µm	87,2
14 mm		8,2 µm	79,1
10 mm		5,9 µm	72,6
5 mm	100	4,2 µm	66,1
2 mm	100	3,0 µm	62,9
1,25 mm	100	2,3 µm	56,4
0,630 mm	100	1,3 µm	50,0
0,315 mm	99		
0,160 mm	98		
0,080 mm	96,3		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 1,7 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 2,5 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 30,2 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 65,6 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	3,7
Cailloux :	0,0
Silt :	41,8
Gravier :	0,0
Argile :	54,5



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
**Date :** 2016-09-22  
**Sylvie Hamel, tech.**

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratiion Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 23 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 23 N° d'échantillon client : PLS-TN2 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

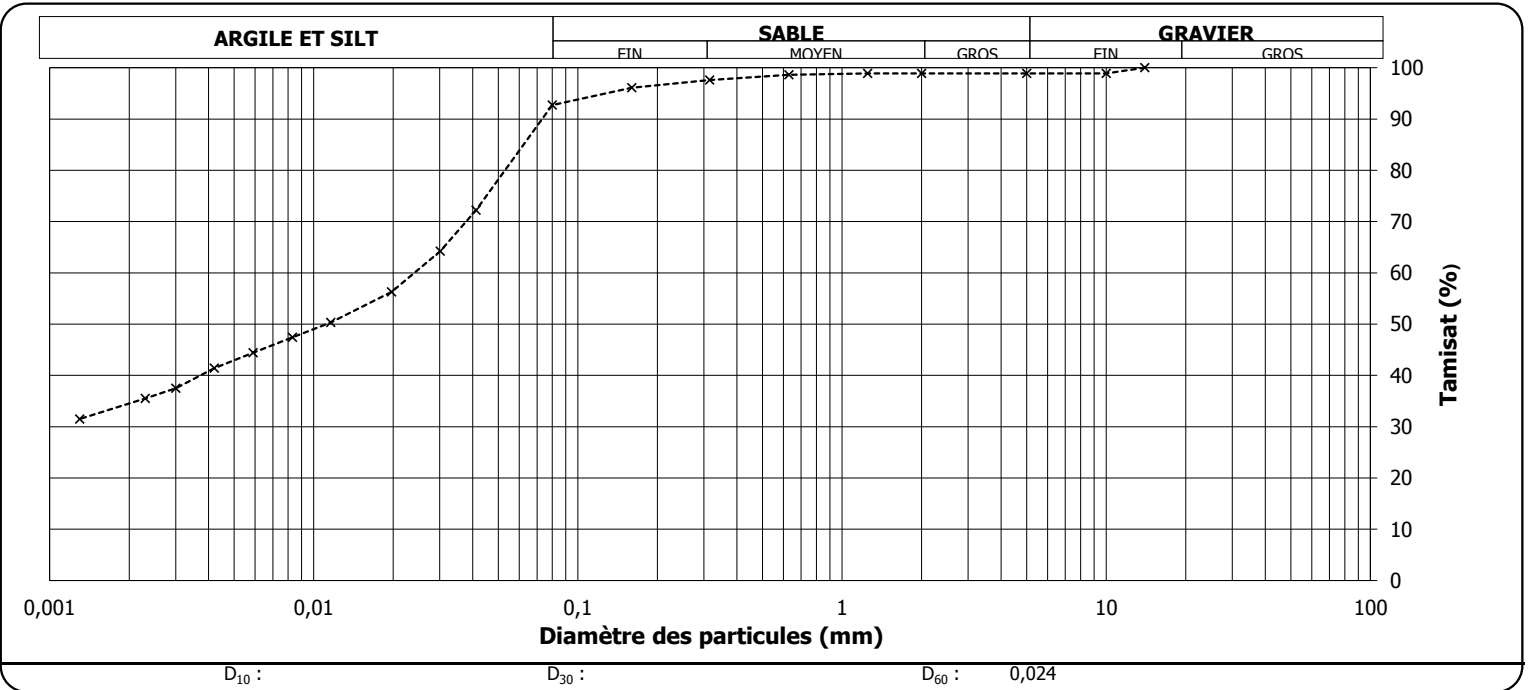
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,1 µm	72,2
40 mm		30,1 µm	64,2
28 mm		19,7 µm	56,3
20 mm		11,6 µm	50,3
14 mm	100	8,3 µm	47,4
10 mm	99	5,9 µm	44,4
5 mm	99	4,2 µm	41,4
2 mm	99	3,0 µm	37,5
1,25 mm	99	2,3 µm	35,5
0,630 mm	99	1,3 µm	31,5
0,315 mm	98		
0,160 mm	96		
0,080 mm	92,7		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 3,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 14,4 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 41,4 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 40,8 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	6,2
Cailloux :	0,0
Silt :	58,4
Gravier :	34,3



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** *Sylvie Hamel*  
**Date :** 2016-09-22  
**Sylvie Hamel, tech.**

**Client :** Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification **Dossier :** P-0010439-0-01-001-01  
**Projet :** Restauration marais de Rivière-du-Loup; Restauratioin Marais de **Réf. client**  
**Endroit :** Rivière-du-Loup **Rapport n° :** 24 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance :  
 N° d'échantillon : 24 N° d'échantillon client : PLS-TN4 Échantillonné par : François Turgeon  
 Matériau : Date d'échantillonnage : 2016-08-21  
 Profondeur : Date de réception : 2016-08-31  
 Localisation : Marais - RDL (août 2016) Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

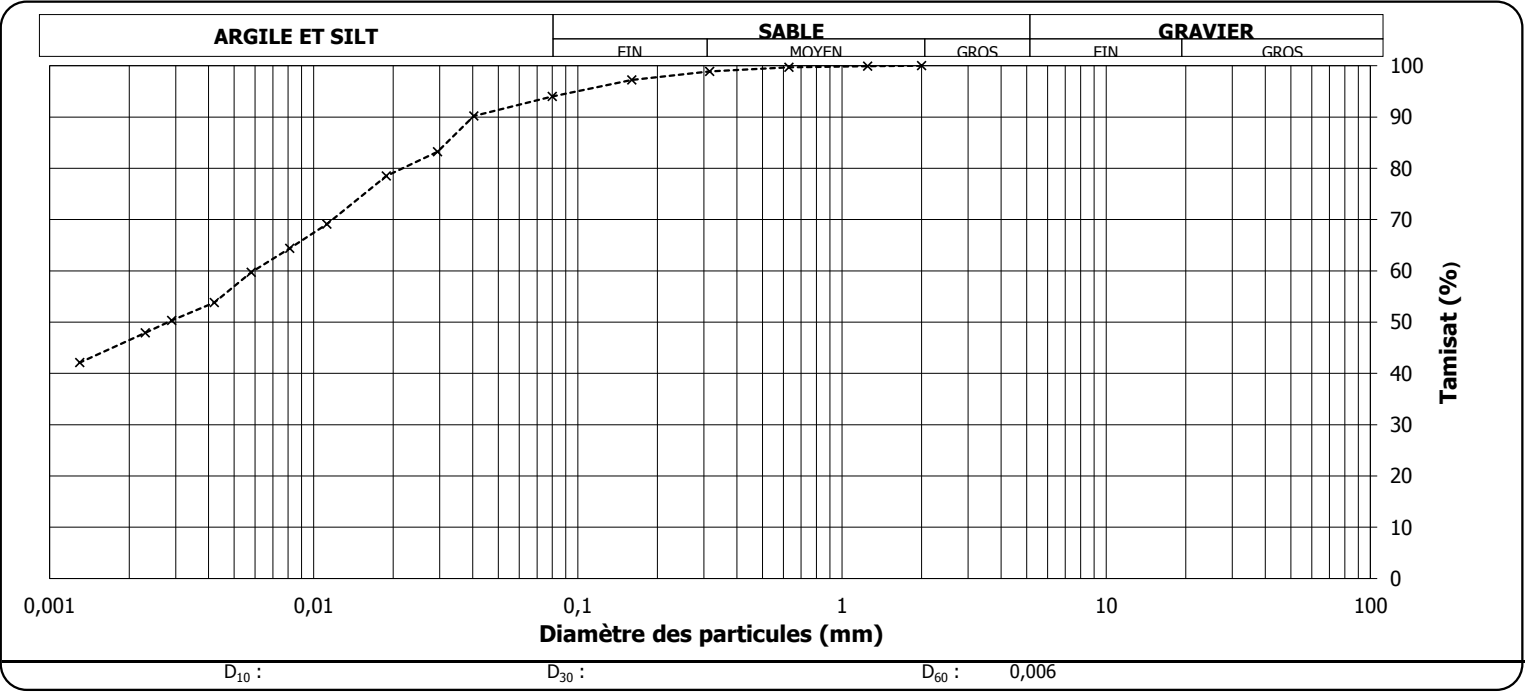
Analyse granulométrique (LC 21-040)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		40,4 µm	90,2
40 mm		29,4 µm	83,2
28 mm		18,8 µm	78,5
20 mm		11,2 µm	69,1
14 mm		8,1 µm	64,4
10 mm		5,8 µm	59,7
5 mm		4,2 µm	53,8
2 mm	100	2,9 µm	50,3
1,25 mm	100	2,3 µm	47,9
0,630 mm	100	1,3 µm	42,1
0,315 mm	99		
0,160 mm	97		
0,080 mm	94,0		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
 Gravier (>2 mm) : 0,0 %, Sable grossier (<2 mm et > 0.2 mm) : 2,5 %, Sable fin (< 0.2 mm et > 0.06 mm) : 5,4 %, Limon (<0.06 mm et > 0.004 mm) : 38,8 %, Argile et colloïde (< 0.004 mm) : 53,3 %. Méthode d'échantillonnage: LC 21-010.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	6,0
Cailloux :	0,0
Silt :	47,8
Gravier :	0,0
Argile :	46,2



**Préparé par :** Asmae El Aychi, tech.  
**Date :** 2016-09-15

**Approuvé par :** Sylvie Hamel, tech.  
**Date :** 2016-09-22

## **Annexe 4**

## **Données brutes de l'inventaire de la végétation dans les placettes d'inventaire**



**Annexe 4** Données brutes de l'inventaire de la végétation dans les placettes d'inventaire, 23 août 2016

Secteur	Station	Coordonnées (degrés)	Placette d'inventaire	Abondance des tiges*	Hauteur moy. des tiges de spartine (cm)	Épaisseur de sédiment non consolidé (cm)	Remarques
Secteur sud-ouest	VD-A1	47.8400 N -69.5540 O	Q1 (ouest)	0		5	Dans la ligne de transplantation C
			Q2 (centre)	5	75	3	
			Q3 (est)	3	55	5	
	VLS-A1	47.8399 N -69.5538 O	Q1 (centre)	0		20	
			Q2 (ouest)	0		18	
			Q3 (est)	0		22	
	VLS-A2	47.8399 N -69.5537 O	Q1 (centre)	0		23	
			Q2 (ouest)	0		21	
			Q3 (est)	0		22	
	VLS-A3	47.8399 N -69.5535 O	Q1 (centre)	0		17	
			Q2 (ouest)	0		21	
			Q3 (est)	0		19	
	VLS-A4	47.8398 N -69.5532 O	Q1 (centre)	0		16	
			Q2 (ouest)	0		17	
			Q3 (est)	0		14	
	VLS-A5	47.8408 N -69.5535 O	Q1 (centre)	0		20	
			Q2 (est)	0		23	
			Q3 (ouest)	0		16	
	VLS-A6	47.8407 N -69.5533 O	Q1 (centre)	0		20	
			Q2 (est)	0		18	
			Q3 (ouest)	0		19	
	VLS-A7	47.8407 N -69.5530 O	Q1 (centre)	0		17	
			Q2 (est)	0		21	
			Q3 (ouest)	0		24	
VLS-A8	47.8406 N -69.5526 O	Q1 (centre)	0		20		
		Q2 (ouest)	0		20		
		Q3 (est)	0		20		

Secteur	Station	Coordonnées (degrés)	Placette d'inventaire	Abondance des tiges*	Hauteur moy. des tiges de spartine (cm)	Épaisseur de sédiment non consolidé (cm)	Remarques
Secteur central	VLS-A9	47.8414 N -69.5532 O	Q1 (centre)	0		25	
			Q2 (ouest)	0		25	
			Q3 (est)	0		24	
	VLS-A10	47.8413 N -69.5530 O	Q1 (centre)	0		26	
			Q2 (ouest)	0		25	
			Q3 (est)	0		20	
	VLS-A11	47.8413 N -69.5527 O	Q1 (centre)	+	30	30	
			Q2 (ouest)	0		33	
			Q3 (est)	0		35	
	VLS-A12	47.8412 N -69.5524 O	Q1 (centre)	0		22	
			Q2 (ouest)	0		19	
			Q3 (est)	0		23	
	VLS-A13	47.8416 N -69.5531 O	Q1 (centre)	5	100	10	Dans la ligne de transplantation B
			Q2 (ouest)	5	100	15	
			Q3 (ouest)	5	100	5	
	VLS-A14	47.8416 N -69.5530 O	Q1 (centre)	0		20	
			Q2 (ouest)	0		19	
			Q3 (ouest)	0		23	
	VLS-A15	47.8415 N -69.5526 O	Q1 (centre)	0		18	
			Q2 (ouest)	0		20	
			Q3 (ouest)	0		20	
	VLS-A16	47.8415 N -69.5523 O	Q1 (centre)	0		21	
			Q2 (ouest)	0		20	
			Q3 (ouest)	0		18	
Secteur nord-est	VLS-A17	47.8422 N -69.5530 O	Q1 (centre)	0		25	
			Q2 (ouest)	0		18	
			Q3 (est)	0		21	
	VLS-A18	47.8422 N -69.5528 O	Q1 (centre)	0		18	
			Q2 (ouest)	0		25	
			Q3 (ouest)	0		22	
	VLS-A19	47.8421 N -69.5524 O	Q1 (centre)	0		24	
			Q2 (ouest)	0		15	
			Q3 (est)	0		20	
	VLS-A20	47.8420 N -69.5521 O	Q1 (centre)	0		20	
			Q2 (ouest)	0		15	
			Q3 (est)	0		12	

Secteur	Station	Coordonnées (degrés)	Placette d'inventaire	Abondance des tiges*	Hauteur moy. des tiges de spartine (cm)	Épaisseur de sédiment non consolidé (cm)	Remarques
Secteur témoin	VTN-1a	47.8390 N -69.5536 O	Q1 (centre)	5	90	1	
			Q2 (ouest)	5	85	1	
			Q3 (est)	5	85	2	
	VTN-2	47.8380 N -69.5544 O	Q1 (centre)	4	75	5	
			Q2 (ouest)	5	80	2	
			Q3 (est)	5	80	2	

\* Selon l'indice d'abondance/dominance de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, J. 1928)

- 5: espèce recouvrant plus de 75% de la surface du relevé (abondance quelconque)
- 4: espèce recouvrant entre 50% et 75% de la surface du relevé (abondance quelconque)
- 3: espèce recouvrant entre 25% et 50% de la surface du relevé (abondance quelconque)
- 2: espèce recouvrant entre 5% et 25% de la surface du relevé (abondance quelconque)
- espèce abondante à peu abondante et recouvrant moins de 5% du relevé
- 1: relevé
- +: espèce rare et recouvrant moins de 5% du relevé
- i: pour un individu isolé
- 0: aucune présence dans la surface du relevé



## **Annexe 5**

## **Données brutes de l'identification des invertébrés**



**Annexe 5 :** Données brutes de l'identification des invertébrés (sous-échantillon de 2 L)

Famille	Grand groupe	BA1	BA2	BA3	BA4	BA5	BTS1	BTS2	BTS3	BTN1	BTN2	BTN3
<i>Corixidae</i>	Autres	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Pyralidae</i>	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Gammaridae</i>	Crustacés	0	0	0	0	0	2	0	6	8	0	2
<i>Tellinidae</i>	Mollusques	2	1	7	1	0	5	4	3	9	25	3
<i>Myidae</i>	Mollusques	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Hydrobiidae</i>	Mollusques	3	3	1	1	0	10	1	6	0	1	0
<i>Succineidae</i>	Mollusques	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Oligochaeta</i>	Oligochètes	12	6	0	48	22	4	4	11	0	0	0
<i>Nereidae</i>	Polychètes	117	108	74	145	89	64	78	58	69	132	16
<b>Total</b>		<b>134</b>	<b>118</b>	<b>82</b>	<b>195</b>	<b>111</b>	<b>86</b>	<b>88</b>	<b>84</b>	<b>90</b>	<b>158</b>	<b>21</b>



**Annexe 6 Longueurs et poids des  
poissons  
mesurés**



**Annexe 6: Longueurs et poids des poissons mesurés**

Zone	Station	Date de levée	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Bar rayé	244	150
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Bar rayé	207	100
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Bar rayé	82	5
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Bar rayé	81	5
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Bar rayé	77	5
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Bar rayé	84	5
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Bar rayé	76	5
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Bar rayé	62	4
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Bar rayé	73	4
Témoin Sud	STS2	2016-08-24	Bar rayé	78	4
Témoin Sud	STS2	2016-08-24	Bar rayé	180	-
Témoin Sud	STS2	2016-08-24	Bar rayé	76	5
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	227	75
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	147	15
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	108	6
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	130	10
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	230	75
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	106	4
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	222	50
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	141	13
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	139	10
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	96	4
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	105	15
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	105	5
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	100	5
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	126	12
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	125	10
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	140	14
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	131	12
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	98	5
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Éperlan arc-en-ciel	95	5
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	115	6
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	105	4
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	112	5
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	120	6
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	115	5
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	95	4

Zone	Station	Date de levée	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	92	3
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	96	4
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	89	3
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	114	6
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Éperlan arc-en-ciel	104	5
Témoin Sud	STS2	2016-08-24	Épinoche à neuf épines	44	1
Témoin Sud	STS2	2016-08-24	Épinoche à neuf épines	37	1
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Épinoche à trois épines	20	0,05
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Épinoche à trois épines	20	0,05
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Épinoche à trois épines	20	0,05
Témoin Sud	STS2	2016-08-24	Épinoche à trois épines	21	0,05
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Plie lisse	267	300
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Plie lisse	221	150
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Plie lisse	246	225
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Plie lisse	189	100
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Plie lisse	155	25
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Plie lisse	128	28
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Plie lisse	111	18
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Plie lisse	58	1
Témoin Sud	STS1	2016-08-24	Plie lisse	51	1
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	200	50
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	225	75
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	205	75
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	185	50
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	223	75
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	226	100
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	205	75
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	206	75
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	225	75
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	118	25
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	183	50
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	190	50
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	184	25
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	189	50
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	230	100
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	237	125
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	254	125
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	180	25

Zone	Station	Date de levée	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	191	50
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	191	50
Témoin Nord	PTN	2016-08-23	Poulamon atlantique	169	25
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	221	125
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	216	100
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	264	175
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	219	125
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	254	175
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	217	125
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	189	75
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	174	75
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	196	100
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	198	100
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	120	125
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	115	25
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	208	100
Témoin Sud	PTS	2016-08-23	Poulamon atlantique	174	75





