

Programme décennal de dragage d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

Addenda à l'étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Tome 2 Annexes



Dossier 3211-02-309



Par :

Marc Pelletier, géologue et océanographe

Mai 2019

Programme décennal de dragage d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix

Addenda à l'étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Tome 2 Annexes

Dossier 3211-02-309

Municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix

Rapport principal

Préparé par :

Marc Pelletier

Liste des annexes (tome 2)

- Annexe A : Figures 2.1 à 2.4. Les canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix
- Annexe B : Figures 3.8a et 3.8b. Carte bathymétrique de la rivière Richelieu dans la zone d'étude.
- Annexe C: Figures 3.9 à 3.14. Bathymétrie des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix
- Annexe D : Figures 3.15 à 3.19. Localisation des échantillons de sédiments.
- Annexe E : Tableau 3.2. Granulométrie des échantillons de sédiments.
- Annexe F : Inventaire du recouvrement par les herbiers dans les zones de dragage Rapport d'inventaire. Octobre 2018.
- Annexe G : Tableau 3.3. Résultats des analyses chimiques.
- Annexe H : Chapitre 5. Analyse des impacts et mesures d'atténuation (version révisée)
- Annexe I : Procédures d'assurance et de contrôle de la qualité du laboratoire d'analyse.
- Annexe J : Évaluation des émissions de GES

Annexe A

Figures 2.1 à 2.4. Les canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix

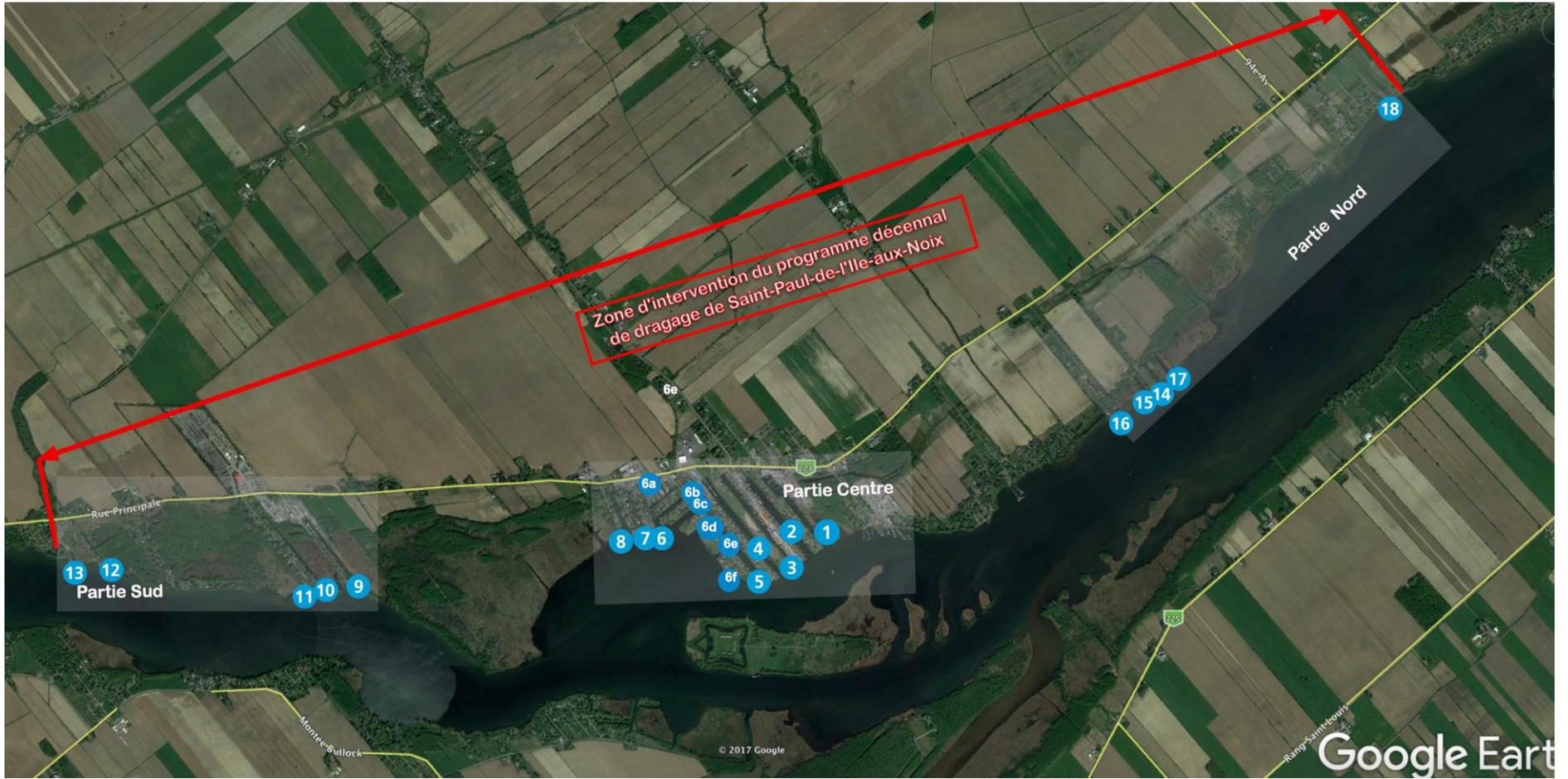


Figure 2.1 Les canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix

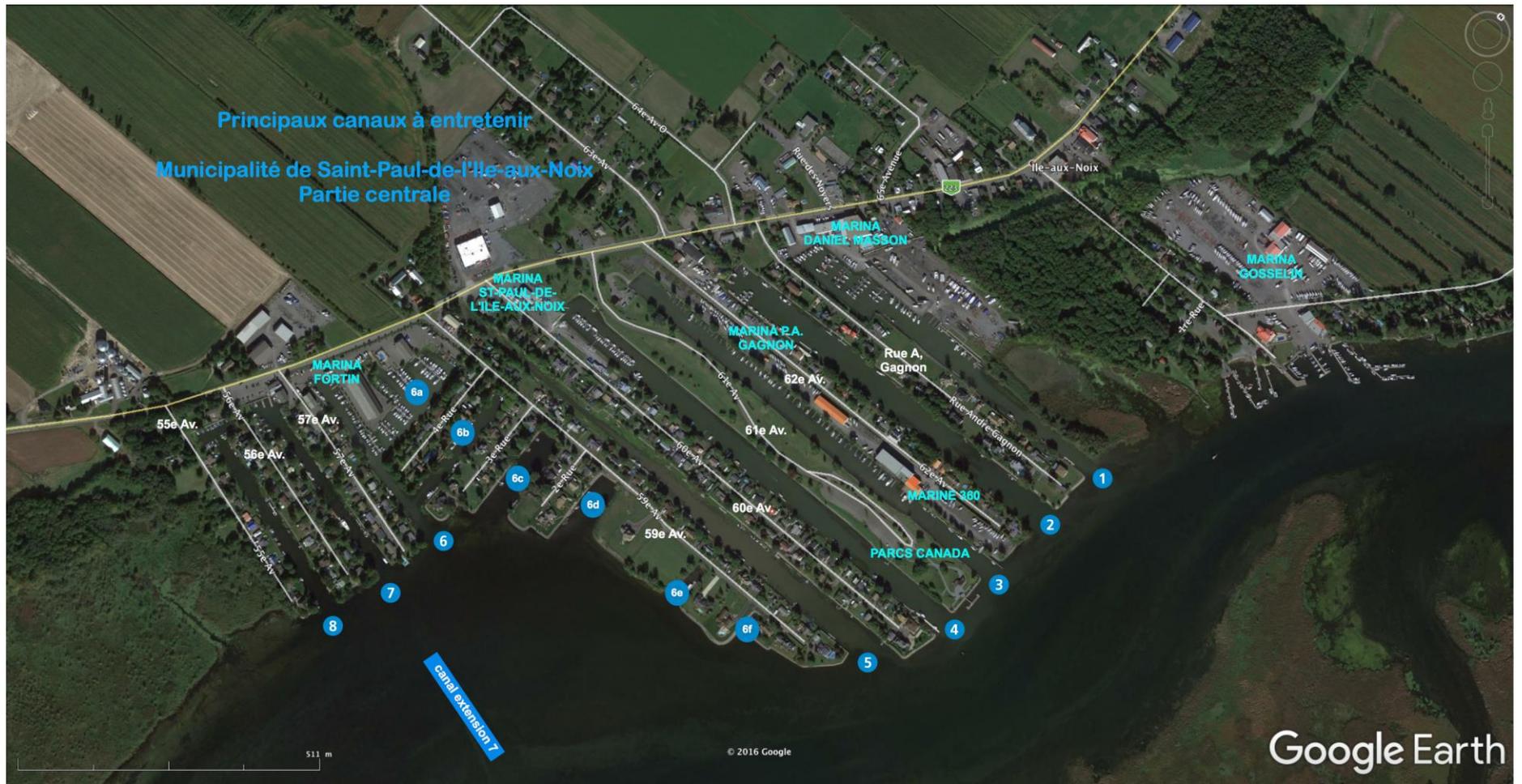


Figure 2.2 Les canaux de la partie centrale de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

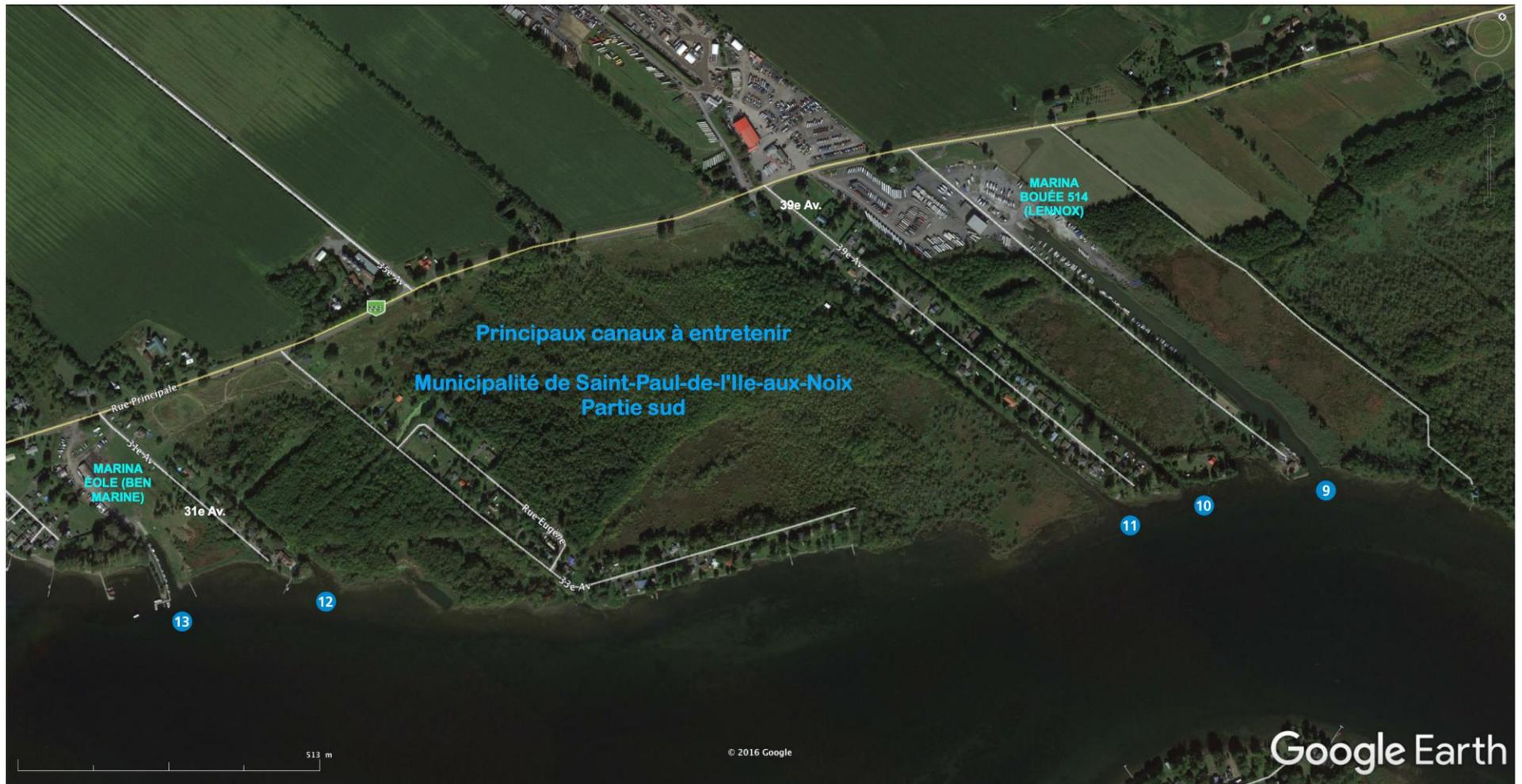


Figure 2.3 Les canaux de la partie sud de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.



Figure 2.4 Les canaux de la partie nord de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

Annexe B

Figures 3.8a et 3.8b. Carte bathymétrique de la rivière Richelieu dans la zone d'étude

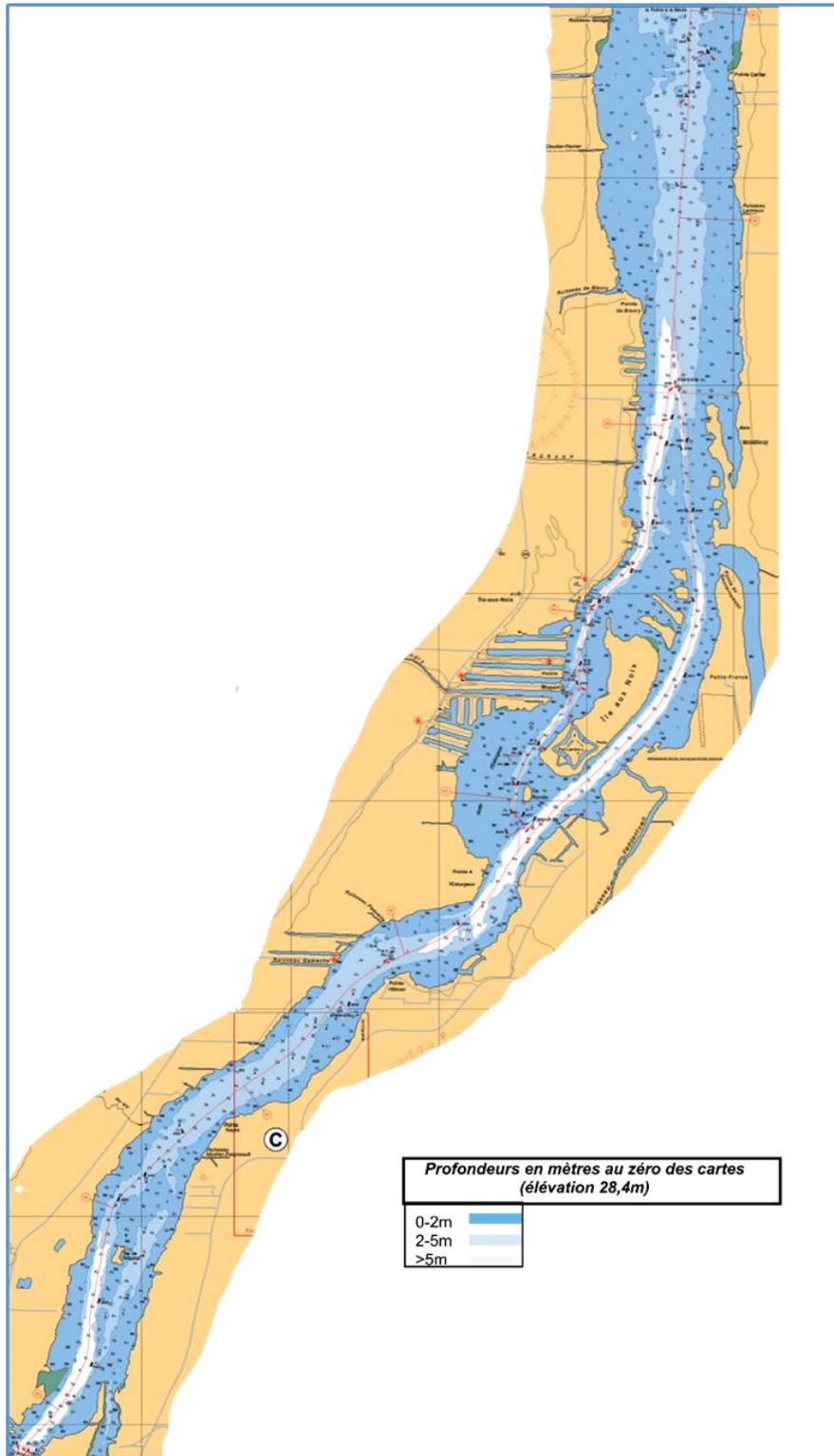


Figure 3.8A Carte bathymétrique de la rivière Richelieu dans la zone d'étude. (Source : SHC, 2007).

Annexe C

Figures 3.9 à 3.14. Bathymétrie des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix

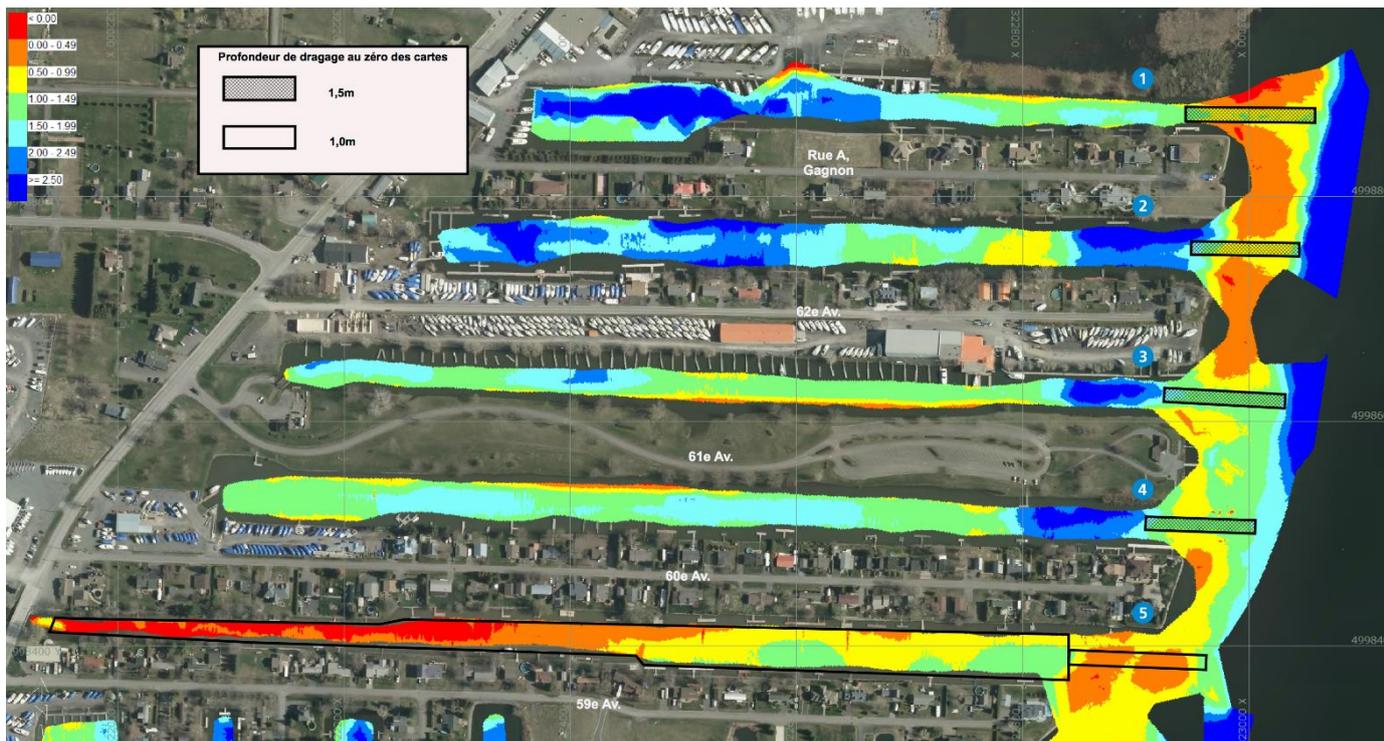


Figure 3.9 Bathymétrie des canaux 1 à 5 de la partie centrale de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

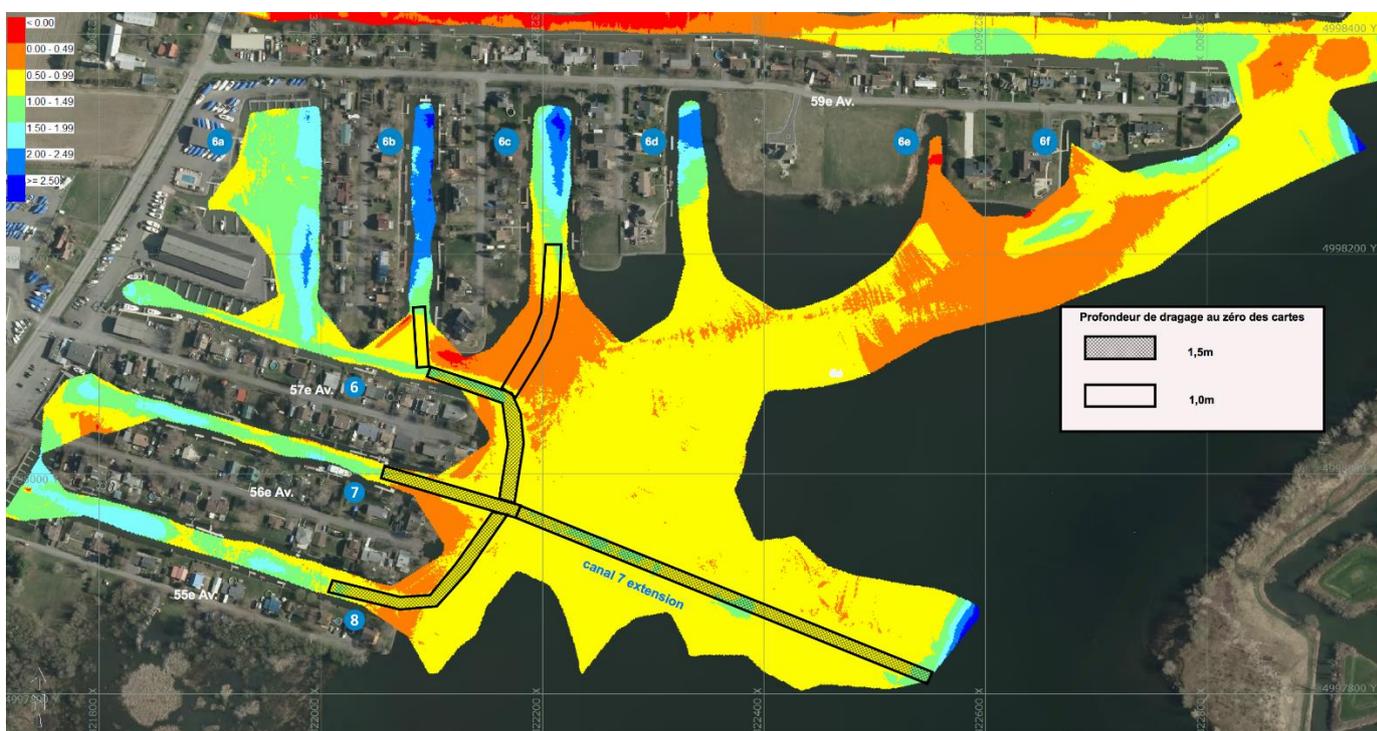


Figure 3.10 Bathymétrie des canaux 6 à 8 de la partie centrale de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

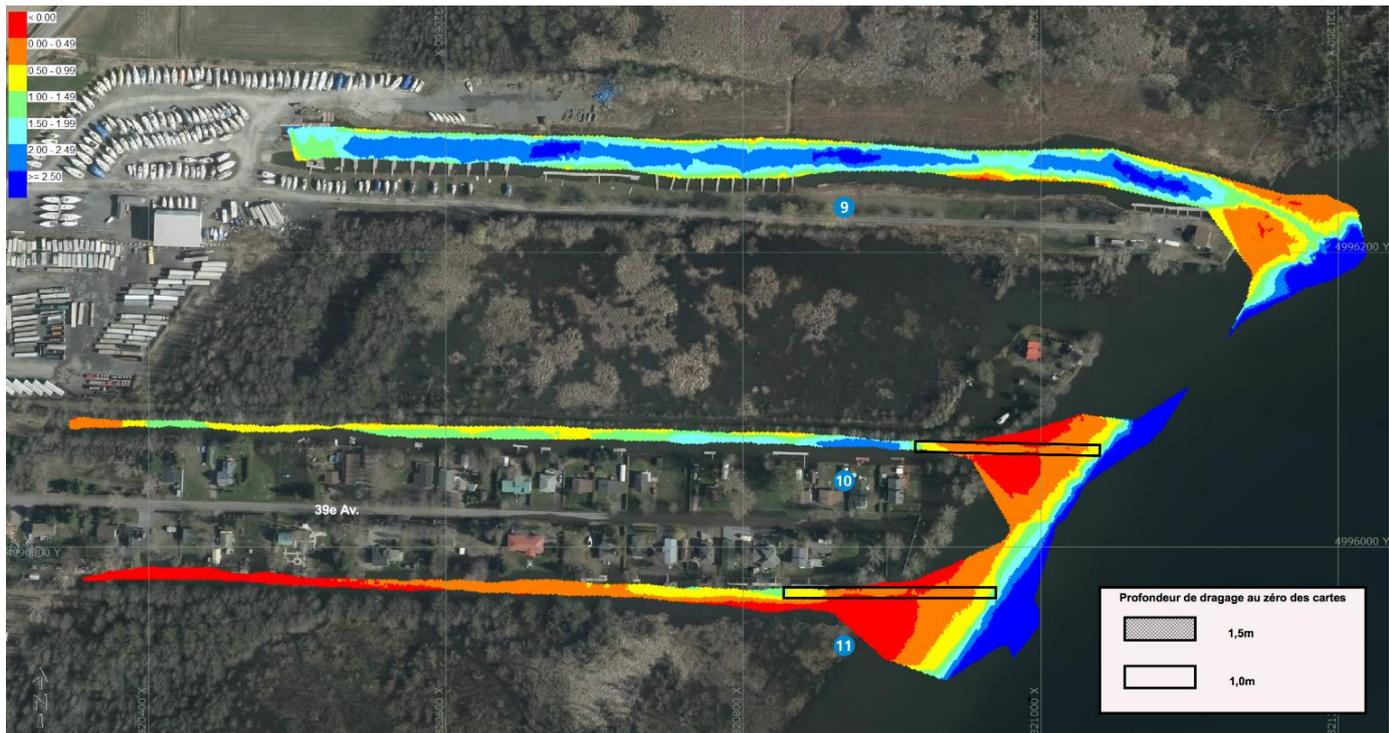


Figure 3.11 Bathymétrie des canaux 9 à 11 de la partie sud de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix

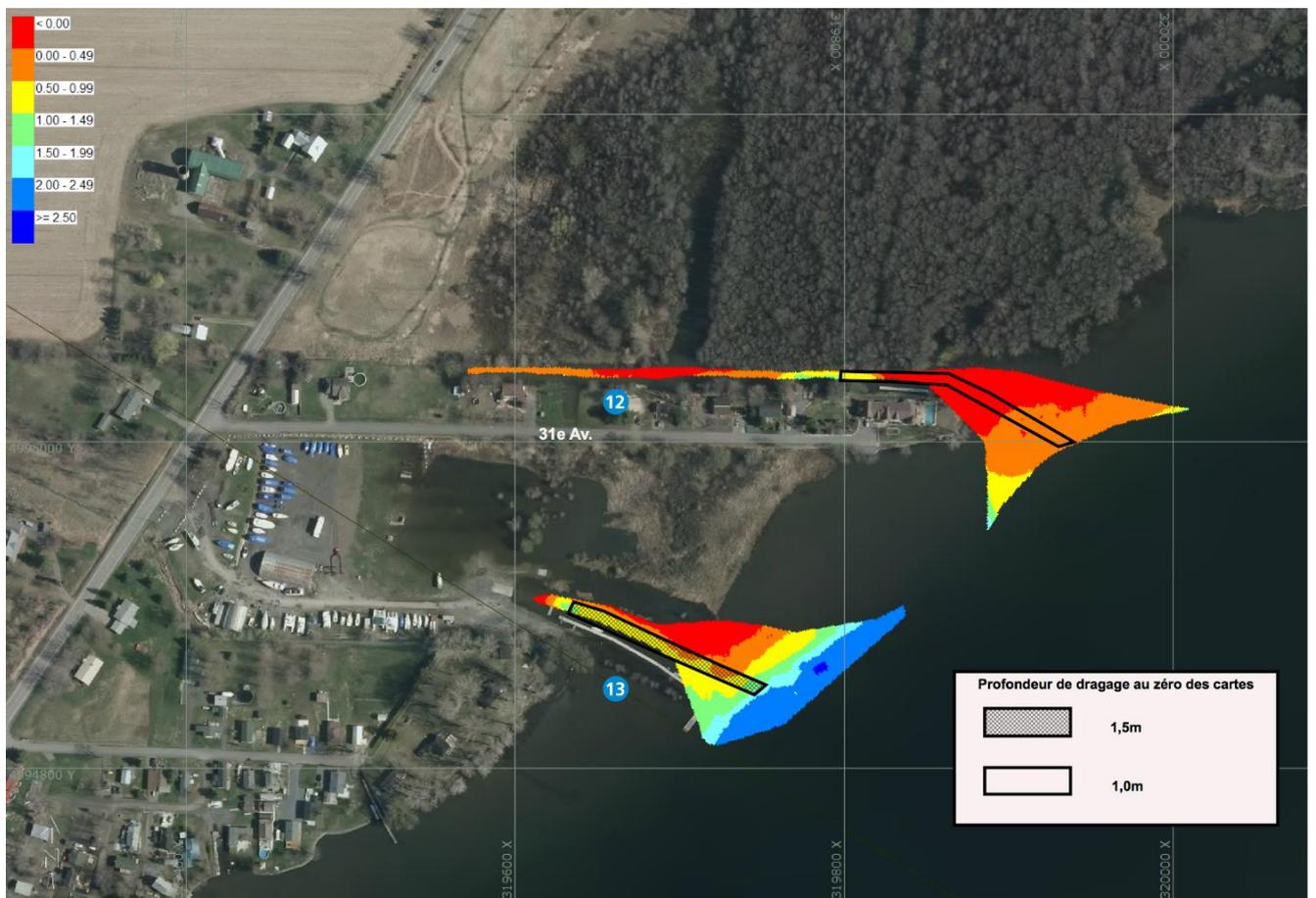


Figure 3.12 Bathymétrie des canaux 12 et 13 de la partie sud de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

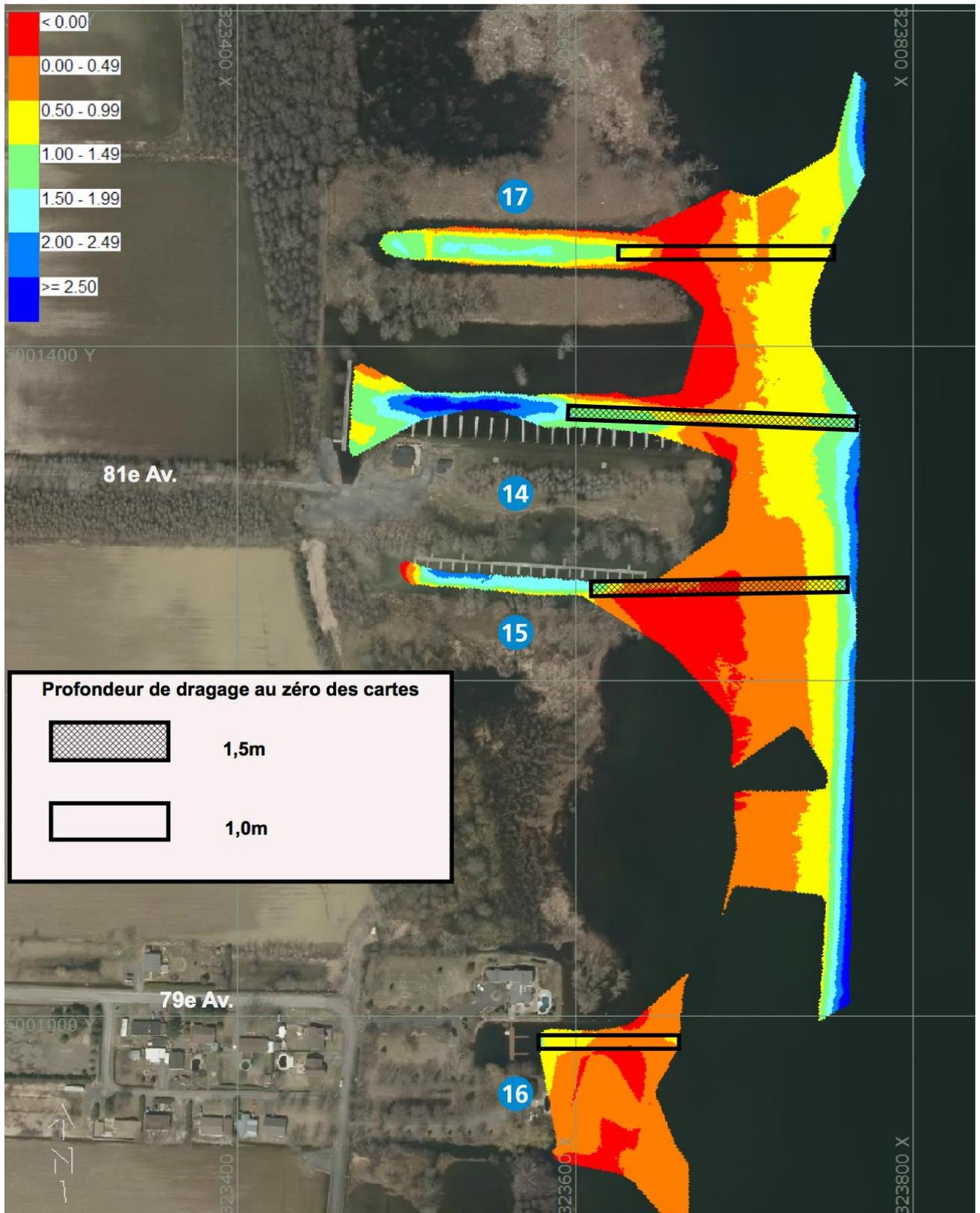


Figure 3.13 Bathymétrie des canaux 14 à 17 de la partie nord de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix



Figure 3.14 Bathymétrie du canal 18 de la partie nord de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix

Annexe D

Figures 3.15 à 3.19. Localisation des échantillons de sédiments.



Figure 3.15 Localisation des échantillons de sédiments (partie centrale).



Figure 3.16 Localisation des échantillons de sédiments (partie sud a).



Figure 3.17 Localisation des échantillons de sédiments (partie sud b).



Figure 3.18 Localisation des échantillons de sédiments (partie nord a).



Figure 3.19 Localisation des échantillons de sédiments (partie nord b).

Annexe E

Tableau 3.2. Granulométrie des échantillons de sédiments

Tableau 3.2 Granulométrie des échantillons de sédiments.

<u>Station</u>	<u>Canal</u>	<u>Description</u>	<u>% ≥sable fin</u>	<u>% sable très fin et silt très grossier</u>	<u>% ≤silt grossier</u>
1	8	Boue sableuse	25%	40%	36%
2	8	Boue sableuse	15%	46%	39%
3	8	Boue sableuse	13%	48%	39%
4	7	Boue sableuse	14%	37%	48%
5	7	Boue sableuse	14%	39%	47%
6	canal extérieur 7	Sable boueux	33%	43%	24%
7	6	Boue sableuse	14%	43%	44%
8	6	Boue sableuse	28%	33%	39%
9	6	Boue sableuse	18%	37%	45%
10	6b	Boue sableuse	23%	36%	40%
11	6b	Boue sableuse	16%	42%	42%
12	6c	Boue sableuse	27%	32%	42%
13	6c	Boue sableuse	15%	38%	47%
14	6c	Boue sableuse	15%	45%	40%
15	6e	Boue sableuse	15%	56%	29%
16	5	Boue sableuse	15%	51%	34%
17	5	Boue sableuse	8%	52%	40%
18	5	Sable	91%	6%	4%
19	4	Boue sableuse	10%	56%	33%
20	4	Boue sableuse	7%	46%	46%
21	2	Boue sableuse	9%	59%	32%
22	2	Boue sableuse	6%	52%	43%
23	2	Boue sableuse	8%	50%	41%
24	1	Boue sableuse	14%	53%	33%
25	1	Boue sableuse	21%	30%	49%
26	1	Boue sableuse	8%	51%	41%
27	10	Boue sableuse	10%	55%	35%
28	10	Sable boueux	70%	20%	10%
29	10	Boue sableuse	10%	65%	25%
30	11	Boue sableuse	9%	61%	31%
31	11	Boue sableuse	7%	72%	21%
32	11	Sable boueux	10%	68%	21%
33	12	Boue sableuse	17%	46%	36%
34	12	Boue sableuse	17%	40%	43%
35	12	Boue sableuse	12%	64%	24%
36	13	Sable boueux	19%	56%	26%
37	13	Boue sableuse	12%	51%	37%
38	15	Boue sableuse	9%	52%	39%

39	15	Boue sableuse	12%	55%	34%
40	15	Boue sableuse	7%	49%	44%
41	14	Boue sableuse	11%	57%	32%
42	14	Sable boueux	42%	49%	9%
43	17	Boue sableuse	9%	52%	38%
44	17	Sable boueux	43%	44%	12%
45	17	Boue sableuse	9%	57%	34%
46	18	Boue sableuse	8%	43%	49%
47	18	Boue sableuse	9%	50%	41%
48	18	Boue sableuse	16%	50%	34%
49	6d	Boue sableuse	8%	28%	64%
50	6f	Boue sableuse	9%	44%	47%
51	intérieur canal 5	Boue sableuse	13%	47%	40%
52	intérieur canal 5	Sable boueux légèrement graveleux	34%	40%	26%
53	3	Boue sableuse	10%	41%	49%
54	3	Boue sableuse	9%	39%	51%
55	9	Boue sableuse	22%	41%	37%
56	9	Boue sableuse	24%	40%	35%
57	9	Boue sableuse	21%	38%	41%
58	9	Boue sableuse	22%	44%	34%
59	9	Boue sableuse	23%	45%	32%
60	9	Boue sableuse	23%	43%	34%
61	16	Sable boueux	26%	57%	17%
62	16	Boue sableuse	11%	46%	42%
63	16	Boue sableuse	4%	23%	73%
64		Boue sableuse	18%	46%	35%
65		Boue sableuse	27%	36%	37%
66		Boue sableuse	16%	41%	43%
Moyenne			18%	46%	36%

Annexe F

Inventaire du recouvrement par les herbiers dans les zones de dragage
Rapport d'inventaire. Octobre 2018

**INVENTAIRE DU RECOUVREMENT PAR LES HERBIERS
DANS LES ZONES DE DRAGAGE.**

**PROGRAMME DÉCENNAL DE DRAGAGE D'ENTRETIEN DES
CANAUX DE SAINT-PAUL-DE-L'ILE-AUX-NOIX**

Rapport final

préparé pour la

Municipalité de Saint-Paul-de-L'Île-aux-Noix

par

Isabelle Picard

Biologiste

et

Marc Pelletier

(M.Sc) Océanographe

octobre 2018

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Analyse et rédaction : Isabelle Picard, biologiste

Coordination et révision : Marc Pelletier, géologue et océanographe

Inventaires de terrain : Louis-Philippe Gagnon, technicien en bio-écologie
Marc Pelletier, géologue et océanographe

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de dragage d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix une étude d'impact a été transmise aux autorités du Ministère de l'Environnement et de la Lutte aux Changements Climatique du Québec et au Ministère des Pêches et Océans Canada afin d'obtenir les autorisations nécessaires à la réalisation du projet. Ces deux ministères ont tous deux exigés des informations supplémentaires relatives à la présence et aux superficies des herbiers présentes dans les zones de dragage. Ce rapport présente les résultats d'un inventaire des herbiers présents dans ces zones.

2. MÉTHODOLOGIE

L'inventaire a été réalisé sur une période de trois jours entre les 12 et 14 octobre 2018 par une équipe composée de Marc Pelletier chargé de projet géologue et océanographe et Louis-Philippe Gagnon technicien en bio-écologie.

Les relevés ont été effectués à partir d'un bateau équipé d'un système de positionnement DGPS et d'un sondeur bathymétrique. Les équipements permettant la détection, le visionnement et l'échantillonnage des herbiers présents étaient :

- Caméra sous-marine de Marque Eyoyo couleur et pour les conditions de faibles luminosité, avec vision infrarouge ;
- Caméra sous-marine noir et blanc de marque Aqua-View;

- Sous-marin téléguidé (ROV) avec caméra couleur et système d'enregistrement vidéo de marque Videoray Explorer 3;
- Râteau d'échantillonnage (« Rock rake » de Lee Valley)

Les niveaux d'eau très bas lors de l'inventaire et l'abondance de plantes nous ont obligé à modifier la planification des relevés car plusieurs zones étaient difficilement accessibles et ne permettaient pas l'utilisation du sous-marin à cause du blocage continu des turbines de propulsion du bateau. De plus les fortes pluies tombées dans la semaine avant les relevés ont fortement diminué la visibilité dans les canaux (en particulier 1 à 5).

Les relevés ont donc été réalisés suivant des transects transversaux et longitudinaux avec plusieurs stations fixes où la caméra sous-marine était descendue près du fond pour visualiser le recouvrement des herbiers et le type de végétation présente. Pour chaque transect, le recouvrement de la végétation submergée a été évalué en pourcentage de recouvrement approximatif (au 5%) près et les espèces dominantes et sous-dominantes étaient identifiées au moins au genre et à l'espèce lorsque possible et pertinent (pour distinguer par exemple la présence du Myriophylle à épis).

3. RÉSULTATS

Les résultats sont synthétisés au tableau 1 qui présente pour chaque canal le pourcentage de recouvrement ainsi que les espèces présentes et dominantes.

L'embouchure des canaux no 1 à 5 est généralement dénuée de végétation parce que ceux-ci possèdent un fond composé d'un substrat relativement compact de boue sableuse et que ces canaux sont très utilisés par la navigation de plaisance.

L'intérieur du canal 5 montre une progression du pourcentage de recouvrement de l'entrée jusqu'à la limite amont.

Les canaux 6, 6b, 6c, 7, 8 et l'extension du canal 7 jusqu'au chenal principal de la rivière Richelieu montrent un pourcentage de recouvrement supérieur à 50% au centre du chenal. Ces zones de dragage sont entourées de zones peu profondes où le recouvrement est pratiquement de 100%. Seules les zones centrales empruntées par les bateaux montrent une diminution du recouvrement principalement due à l'action des hélices près du fond.

Tableau 1. Inventaire des herbiers des zones de dragage des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix

No canal embouchure seulement sauf lorsque spécifié	Surface de dragage	% de recouvrement	Espèce dominante*	Autres espèces*	Notes
1	1369	<5	Val	Al	Fond d'argile pratiquement dénudé
2	709.4	0		Al	Fond d'argile dénudé
3	1074.2	<5	Val	Al	Fond d'argile pratiquement dénudé
4	938.9	0		Al	Fond d'argile dénudé. Débris de Cer
5	1222.7	<5	Val, Myr	Al	Fond pratiquement dénudé
intérieur canal 5	17976.6	50	Myr	Cer, Al	% recouvrement augmente vers l'intérieur
6	1623	20-30	Pot	Val, Myr, Flo	
6b	545.7	100	Pot	Myr, Cer, Val, Elo	Entrée du canal pratiquement fermée
6c	1558.5	90	Pot	Myr, Cer, Val, Flo, Al	Entrée du canal pratiquement fermée
7	1438.7	50	Pot	Myr, Cer, Flo, Al	
extension 7	4471.2	60	Val, Pot	Elo	
8	2329	80-90	Pot	Flo, Val	
9	805.6				Exclus du programme
10	1050.5	0			
11	1484.1	30	Flo	Pot, Myr	Entrée du canal pratiquement fermée
12	1385.8	15-20	Myr	Pot, Flo, Val	Entrée du canal pratiquement fermée
13	1073	5-15	Myr	Val, Cer, Flo, Al	
14	1744.6	10-20	Cer	Myr, Val, Pot, Flo, Al	
15	1387	60	Flo, Myr	Val, Pot, Al	Entrée du canal pratiquement fermée. Quenouilles et joncs sur les rives
16	549.8	40	Myr	Cer, Val	
17	1130.7	60	Val, Elo	Myr, Pot, Cer	Entrée du canal pratiquement fermée
18	1046	50	Myr	Cer, Flo, Pot, Val	

Nom commun	Nom latin	Abréviations*
myriophylle à épi	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Myr
potamogeton	<i>Potamogeton sp.</i>	Pot
élodée	<i>Elodea sp.</i>	Elo
vallisnérie	<i>Vallisneria americana</i>	Val
cornifle nageant	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Cer
algues		Al

Les canaux 10 à 14 sont très faiblement recouverts par les herbiers soit toujours un recouvrement inférieur à 30% pour la végétation submergée.

Quant aux canaux de la partie nord soit les canaux 14 à 18 ils sont recouverts de 40 à 60% par la végétation submergée sauf le canal 14 recouvert à peine entre 10 et 20%.

Les espèces dominantes sont le Myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*) une espèce envahissante, le Potamot (*Potamogeton* sp.) et la Vallisnérie (*Vallisneria* sp.). En combinant les données de cette inventaire à celui du rapport « Caractérisation de la faune et la flore aquatique des canaux de la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix » (Picard, 2017), les myriophylles sont présents dans la totalité des canaux inventoriés.



Marc Pelletier, chargé de projet



Isabelle Picard, biologiste

Annexe photographique Les paramètres nécessaires sont manquants ou erronés.



Descente de la caméra sous-marine au canal 8



Herbier canal 8



Herbier canal 8



Positionnement GPS et sondeur montrant les plantes se détachant du fond. Extension canal 7



Prélèvement de la végétation avec un râteau. Extension du canal 7



Embouchure canal 17



Embouchure canal 15



Image du sondeur montrant l'absence de végétation dans le canal 1



Sortie de la caméra au canal 4 montrant des algues sur le fil protecteur



Intérieur du canal 5 à mi chemin entre l'entrée et la limite amont

Annexe G

Tableau 3.3. Résultats des analyses chimiques.

Tableau 3.3 Résultats des analyses chimiques

Paramètre	Unité	Limite de détection	Critères de sol(MDE/LCC,2017)			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14				
			A	B	C	02-mai-17 PIN-1	23-avr-18 SPIN-1	02-mai-17 PIN-2	23-avr-18 SPIN-2	02-mai-17 PIN-3	23-avr-18 SPIN-3	02-mai-17 PIN-4	02-mai-17 PIN-5	02-mai-17 PIN-6	02-mai-17 PIN-7	23-avr-18 SPIN-7	02-mai-17 PIN-8	02-mai-17 PIN-9	23-avr-18 SPIN-9	02-mai-17 PIN-10	02-mai-17 PIN-11	02-mai-17 PIN-12	02-mai-17 PIN-13	02-mai-17 PIN-14	02-mai-17 PIN-15	02-mai-17 PIN-16	02-mai-17 PIN-17	02-mai-17 PIN-18	02-mai-17 PIN-19	02-mai-17 PIN-20						
Date d'échantillonnage																																				
No laboratoire																																				
Profondeur (m)																																				
No du canal																																				
Carbone organique total (par titrage)	%	0.05				17.9	8	20.8	8	29.0	8	13.0	13.3	1.5	12.4	6	6	9.2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
Matière organique par oxydation ch	%	< 0.01																																		
Hydrocarbures pétroliers (C10-C5C)	mg/kg	<100	300	700	3500	<100		<100		<100		<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100		
Métaux																																				
Argent	mg/kg	0.5	2	20	40	<0.5		<0.5		<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Arsenic	mg/kg	0.7	6	30	50	2.3		3.0		2.6		3.0	2.7	1.4	2.8	3.2	2.4	3.3	3.2	3.4	2.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	
Baryum	mg/kg	20	340	500	2000	85		109		103		116	106	59	115	126	105	181	161	130	106	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101
Cadmium	mg/kg	0.30	1.5	5	20	0.53		0.71		0.70		0.67	0.63	<0.30	0.64	0.69	0.53	0.72	0.67	0.62	0.57	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	
Chrome	mg/kg	1	100	250	800	22		24		23		32	28	19	30	36	29	47	39	34	32	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Cobalt	mg/kg	2	25	50	300	7		8		6		10	9	7	9	12	10	12	10	12	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Cuivre	mg/kg	1	50	100	500	28		33		38		33	32	13	39	36	27	79	63	32	27	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
Étain	mg/kg	5	5	50	300	<5		<5		<5		<5	<5	<5	6	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Manganèse	mg/kg	5	1000	1000	2200	>240		>240		>240		>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	>240	
Mercure	mg/kg	0.02	0.2	2	10	0.13		0.16		0.17		0.09	0.09	0.03	0.09	0.05	0.06	0.04	0.04	0.03	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Molybdène	mg/kg	2	2	10	40	<2		<2		<2		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nickel	mg/kg	2	50	100	500	18		21		20		27	23	17	24	31	25	32	28	29	27	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Plomb	mg/kg	5	50	500	1000	13		15		16		28	52	8	13	11	12	18	17	10	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Sélénium	mg/kg	0.5	1	3	10	1.4		1.8		1.9		1.2	1.3	<0.5	1.2	1.0	0.9	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Zinc	mg/kg	5	140	500	1500	64		75		66		74	73	44	82	74	70	136	112	73	63	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Sommation des BPC congénères (41 composés)	mg/kg	0.012	0.2	1	10	<0.016		<0.016		<0.016		<0.016	<0.016	<0.010	1.78	<0.012	0.109	<0.012		0.097	0.139	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																																				
Acénaphthène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	0.016		<0.012		<0.012		<0.012	<0.012	<0.003	<0.012	<0.006	<0.009	0.196	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	
Acénaphthylène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	0.02		<0.012		0.015		<0.012	0.049	0.018	<0.012	<0.006	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
Anthracène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.08		<0.04		<0.04		0.08	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.03	0.06	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Benzo (a) anthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.32		0.08		0.15		0.12	<0.04	0.07	<0.01	0.06	<0.02	<0.03	0.24	0.09	0.04	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Benzo (a) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.28		0.08		0.12		0.12	0.19	<0.04	0.07	<0.01	0.07	<0.02	<0.03	0.36	0.14	0.05	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Benzo (e) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.18		0.07		0.09		0.05	0.09	0.13	<0.04	0.06	<0.01	0.07	<0.02	<0.03	0.22	0.12	0.05	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Benzo (b) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.22		0.09		0.1		0.06	0.11	0.18	<0.04	0.07	<0.01	0.08	<0.02	<0.03	0.29	0.17	0.06	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Benzo (j) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.15		0.05		0.06		0.06	0.10	<0.04	0.04	<0.01	0.04	<0.02	<0.03	0.18	0.09	<0.03	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Benzo (k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.14		0.05		0.07		<0.04	0.06	0.10	<0.04	<0.04	<0.01	0.05	<0.02	<0.03	0.17	0.09	<0.03	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Benzo (b,j,k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.51		0.19		0.23		0.06	0.23	0.38	<0.04	0.11	<0.01	0.17	<0.02	<0.03	0.64	0.35	0.06	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Benzo (c) phénanthrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.05		<0.04		<0.04		<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.01	<0.04	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Benzo (g,h,i) pérylène	mg/kg	0.01	0.1	1																																

Tableau 3.4 Résultats des analyses chimiques (suite)

Paramètre	Unité	Limite de détection	Critères de sol(MDELC,2017)			15		17		19		21		23		25		27		29		30	
			A	B	C	15	17	19	21	23	25	27	29	30	15 reprise	17 reprise	19 reprise	21 reprise	23 reprise	25 reprise	27 reprise	29 reprise	30 reprise
Date d'échantillonnage						02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	23-avr-18
No laboratoire						PIN-15	SPIN-15	PIN-16	PIN-17	SPIN-17	PIN-18	PIN-19	PIN-20	PIN-21	PIN-22	PIN-23	PIN-24	PIN-25	PIN-26	PIN-27	PIN-28	PIN-29	SPIN-30
Profondeur (m)						0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15	0-0.15
No du canal						6e	6e	5	5	5	4	4	2	2	2	1	1	1	10	10	10	11	11
Carbone organique total (par titrage)	%	0.05				6.9	6.9	6.9		0.3	7.2	8.7	7.5	8.7	8.9	8.7	2.9	7.9	5.5	1.9	2.5	4.3	
Matière organique par oxydation ch	%	< 0,01																					
Hydrocarbures pétroliers (C10-C5)	mg/kg	<100	300	700	3500	<100	<100	<100		<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
Métaux																							
Argent	mg/kg	0.5	2	20	40	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Arsenic	mg/kg	0.7	6	30	50	1.4	2.3	2.6		0.9	2.2	2.6	2.0	2.1	2.1	1.7	1.4	2.3	1.6	1.0	1.1	1.3	
Bayum	mg/kg	20	340	500	2000	65	97	115		<20	59	91	61	72	75	57	157	93	74	29	35	60	
Cadmium	mg/kg	0.30	1.5	5	20	<0.30	0.49	0.58		<0.30	0.46	0.55	0.42	0.52	0.53	0.34	0.49	0.55	0.35	<0.30	<0.30	<0.30	
Chrome	mg/kg	1	100	250	800	19	20	28		5	18	27	19	22	23	17	34	27	18	9	10	15	
Cobalt	mg/kg	2	25	50	300	6	7	9		3	6	8	6	7	7	5	5	8	6	4	4	5	
Cuivre	mg/kg	1	50	100	500	17	21	25		3	20	31	22	26	27	19	39	29	17	8	8	13	
Étain	mg/kg	5	5	50	300	<5	<5	<5		<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Manganèse	mg/kg	5	1000	1000	2200	233.00	>240	>240		85.00	>240	>240	219.00	>240	>240	209.00	142.00	>240	>240	153.00	>240	>240	
Mercur	mg/kg	0.2	2	10	10	0.06	0.09	0.07		0.05	0.07	0.10	0.07	0.11	0.10	0.07	0.06	0.09	0.07	<0.02	0.04	0.05	
Molybdène	mg/kg	2	2	10	40	<2	<2	<2		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Nickel	mg/kg	2	50	100	500	13	22	22		5	14	22	15	17	18	13	19	20	15	9	8	10	
Plomb	mg/kg	5	50	500	1000	8	11	13		<5	10	14	11	13	14	11	9	14	11	5	6	9	
Sélénium	mg/kg	0.5	1	3	10	0.6	0.8	0.8		<0.5	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.6	<0.5	<0.5	0.5	
Zinc	mg/kg	5	140	500	1500	40	60	77		19	51	77	53	62	65	54	36	69	57	34	32	41	
Sommation des BPC congénères (41 composés)	mg/kg	0.012	0.2	1	10	<0.012	<0.012	<0.016		<0.010	<0.010	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.010	<0.010	<0.012	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																							
Acénaphtène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	<0.006	<0.003	0.014	<0.009	<0.009	0.003	<0.006	<0.009	<0.009	<0.009	<0.006	<0.003	<0.009	<0.006	<0.003	<0.003	0.005	
Acénaphtylène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	0.029	0.013	<0.006	0.014	<0.009	<0.003	0.012	<0.009	<0.009	<0.009	<0.006	<0.003	0.011	0.007	<0.003	<0.003	0.018	
Anthracène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.04	0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.02	
Benzo (a) anthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.19	0.05	0.07	0.06	0.04	<0.01	0.04	<0.03	0.04	0.04	<0.02	<0.01	0.07	0.04	<0.01	0.01	0.13	
Benzo (a) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.24	0.07	0.1	0.08	0.06	0.01	0.05	0.05	0.04	0.04	<0.02	<0.01	0.07	0.04	<0.01	0.01	0.16	
Benzo (e) pyrène	mg/kg	0.01	0.01	1	10	0.16	0.05	0.07	0.06	0.05	<0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	<0.02	<0.01	0.06	0.04	<0.01	0.01	0.11	
Benzo (b) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.21	0.07	0.09	0.08	0.07	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.02	<0.01	0.08	0.05	<0.01	0.02	0.13	
Benzo (j) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.12	0.04	0.04	0.05	0.04	<0.01	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	0.04	<0.02	<0.01	<0.01	0.08	
Benzo (k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.12	0.04	0.05	0.04	0.03	<0.01	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	0.05	0.02	<0.01	<0.01	0.07	
Benzo (b,j,k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.45	0.15	0.18	0.17	0.14	0.01	0.11	0.05	0.05	0.05	0.02	<0.01	0.17	0.07	<0.01	0.02	0.28	
Benzo (c) phénanthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.02	
Benzo (g,h,i) pérylène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.12	0.05	0.07	0.05	0.05	<0.01	0.04	0.03	0.03	0.04	<0.02	<0.01	0.04	0.03	<0.01	0.01	0.09	
Chrysène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.19	0.05	0.09	0.09	0.06	0.01	0.06	0.05	0.06	0.05	0.02	<0.01	0.08	0.05	<0.01	0.02	0.13	
Dibenzo (a,h) anthracène	mg/kg	0.003	0.1	1	10	0.047	0.020	0.019	0.015	0.016	<0.003	0.012	0.01	0.012	0.014	0.01	<0.006	<0.003	0.016	0.012	<0.003	0.004	
Dibenzo (a,i) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.04	0.01	0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.06	
Dibenzo (a,h) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.02	
Dibenzo (a,l) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.01	
7,12-Diméthylbenzo (a) anthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.01	
Fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.31	0.09	0.14	0.19	0.12	0.03	0.13	0.1	0.13	0.1	0.04	<0.01	0.15	0.1	0.01	0.03	0.16	
Fluorène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.01	
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.13	0.04	0.06	0.05	0.04	<0.01	0.04	0.03	0.03	0.03	<0.02	<0.01	0.04	0.03	<0.01	0.01	0.08	
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.01	
Naphtalène	mg/kg	0.01	0.1	5	50	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.01	
Phénanthrène	mg/kg	0.01	0.1	5	50	0.08	0.02	0.09	0.05	0.06	0.03	0.04	0.03	0.06	0.03	0.03	<0.02	0.04	0.03	0.01	0.01	0.05	
Pyrène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.27	0.07	0.12	0.16	0.08	0.02	0.11	0.07	0.11	0.08	0.03	0.02	0.11	0.09	<0.01	0.02	0.14	
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.01	
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	0.05	<0.03	<0.03	<0.02	<0.01	<0.03	<0.02	<0.01	<0.01		

Tableau 3.5 Résultats des analyses chimiques (suite)

Paramètre	Unité	Limite de détection	Critères de sol(MDELCC,2017)			31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49				
			A	B	C	02-mai-17 PIN-31	02-mai-17 PIN-32	02-mai-17 PIN-33	02-mai-17 PIN-34	02-mai-17 PIN-35	02-mai-17 PIN-36	02-mai-17 PIN-37	02-mai-17 PIN-38	02-mai-17 PIN-39	02-mai-17 PIN-40	02-mai-17 PIN-41	02-mai-17 PIN-42	02-mai-17 PIN-43	02-mai-17 PIN-44	02-mai-17 PIN-45	02-mai-17 PIN-46	02-mai-17 PIN-47	02-mai-17 PIN-48	02-mai-17 PIN-49	02-mai-17 PIN-40	02-mai-17 PIN-41	02-mai-17 PIN-42	02-mai-17 PIN-43	02-mai-17 PIN-44	02-mai-17 PIN-45	02-mai-17 PIN-46	02-mai-17 PIN-47	02-mai-17 PIN-48	02-mai-17 PIN-49	02-mai-17 PIN-40	02-mai-17 PIN-41	02-mai-17 PIN-42	02-mai-17 PIN-43	02-mai-17 PIN-44	02-mai-17 PIN-45	02-mai-17 PIN-46	02-mai-17 PIN-47	02-mai-17 PIN-48	02-mai-17 PIN-49		
Date d'échantillonnage																																														
No laboratoire																																														
Profondeur (m)																																														
No du canal																																														
Carbone organique total (par titrage)	%	0,05																																												
Matière organique par oxydation et	%	<0,01																																												
Hydrocarbures pétroliers (C10-C5)mg/kg		<100	300	700	3500	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
Métaux																																														
Argent	mg/kg	0,5	2	20	40	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Arsenic	mg/kg	0,7	6	30	50	0,8	0,7	1,9	1,4	1,1	1,1	1,6	1,4	1,3	1,3	1,1	<0,7	1,3	0,9	1,2	2,3	2,0	1,6	3,7																						
Baryum	mg/kg	20	340	500	2000	30	24	148	84	40	39	83	106	45	64	44	<20	52	<20	53	112	109	94	83																						
Cadmium	mg/kg	0,30	1,5	5	20	<0,30	<0,30	0,50	<0,30	<0,30	<0,30	0,40	0,36	<0,30	0,32	0,31	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,56	0,47	0,44	0,59																						
Chrome	mg/kg	1	100	250	800	9	7	29	20	11	24	26	14	18	15	7	16	6	15	39	40	36	24																							
Cobalt	mg/kg	2	25	50	300	4	3	8	6	4	4	9	6	4	6	5	3	5	2	5	11	11	10	9																						
Cuivre	mg/kg	1	50	100	500	8	5	30	10	10	9	24	22	14	17	14	5	14	4	14	29	25	21	38																						
Étain	mg/kg	5	5	50	300	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5																						
Manganèse	mg/kg	5	1000	1000	2200	154,00	126,00	>240	>240	184,00	123,00	>240	221,00	181,00	>240	174,00	67,00	167,00	61,00	>240	>240	>240	>240	>240																						
Mercur	mg/kg	0,02	0,2	2	10	0,03	0,03	0,06	0,02	0,03	0,03	0,05	0,07	0,04	0,05	0,04	<0,02	0,03	<0,02	0,04	0,05	0,04	0,03	0,09																						
Molybdène	mg/kg	2	2	10	40	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2																						
Nickel	mg/kg	2	50	100	500	7	6	18	12	8	9	19	17	10	13	11	5	12	5	12	24	25	22	24																						
Plomb	mg/kg	5	50	500	1000	6	<5	14	6	6	6	11	13	7	10	9	17	8	<5	9	15	13	11	10																						
Sélénium	mg/kg	0,5	1	3	10	<0,5	<0,5	0,6	0,5	<0,5	<0,5	0,9	1,0	0,7	0,8	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7	1,0	0,8	0,7	1,6																						
Zinc	mg/kg	5	140	500	1500	31	26	86	44	34	35	67	48	31	45	40	18	37	15	40	74	69	58	58																						
Sommation des BPC congénères (41 composés)																																														
	mg/kg	0,012	0,2	1	10	<0,010	<0,010	<0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010																						
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																																														
Acénaphtène	mg/kg	0,003	0,1	10	100	<0,003	<0,003	<0,009	<0,003	<0,003	<0,003	<0,006	<0,006	<0,003	<0,006	<0,003	<0,003	<0,006	<0,003	<0,006	<0,009	<0,006	<0,006	<0,012																						
Acénaphthylène	mg/kg	0,003	0,1	10	100	0,006	<0,003	<0,009	<0,003	<0,003	<0,003	0,007	<0,006	<0,003	<0,006	<0,003	<0,003	<0,006	<0,003	<0,006	<0,009	<0,006	<0,006	<0,012																						
Anthracène	mg/kg	0,01	0,1	10	100	0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,03	<0,02	<0,04																						
Benzo (a) anthracène	mg/kg	0,01	0,1	1	10	0,03	0,02	<0,03	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,03	0,03	0,02	0,05																					
Benzo (a) pyrène	mg/kg	0,01	0,1	1	10	0,03	0,02	<0,03	<0,01	<0,01	0,01	0,03	<0,02	<0,01	0,02	0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,04	0,04	0,03	0,05																					
Benzo (e) pyrène	mg/kg	0,01	0,1	1	10	0,02	0,01	>0,03	<0,01	<0,01	0,01	0,03	<0,02	<0,01	<0,02	0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,04	0,03	<0,04																						
Benzo (b) fluoranthène	mg/kg	0,01	0,1	1	10	0,03	0,02	<0,03	<0,01	<0,01	0,02	0,03	<0,02	0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,04	0,04	0,03	0,05																						
Benzo (j) fluoranthène	mg/kg	0,01	0,1	1	10	0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,02	<0,01	<0,02	0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,04	0,03	0,05																						
Benzo (k) fluoranthène	mg/kg	0,01	0,1	1	10	0,02	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	0,04	0,03	0,05																						
Benzo (b,j,k) fluoranthène	mg/kg	0,01	0,1	1	10	0,06	0,02	<0,03	<0,01	<0,01	0,02	0,05	<0,																																	

Tableau 3.6 Résultats des analyses chimiques (suite)

Paramètre	Unité	Limite de détection	Critères de sol(MDELC,2017)			50		50 reprise		51		51 reprise		52		53		53 reprise		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		63 reprise				
			A	B	C	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	23-avr-18	01-nov-16	25-août-16	25-août-16	25-août-16	25-août-16	25-août-16	25-août-16	23-avr-18													
Date d'échantillonnage																																												
No laboratoire																																												
Profondeur (m)																																												
No du canal																																												
Carbone organique total (par titrage)	%	0.05				4.8		3.6		2.1		8.1				8.4		6.5		4.4		12.4		8.3		2.5		5.1		1.46		3.02		5.45										
Matière organique par oxydation ch	%	<0,01																																										
Hydrocarbures pétroliers (C10-C5C)	mg/kg	<100	300	700	3500	<100		<100		<100		<100		<100		<100		<200		<100		<200		<200		<100		<100		<100		<100		<100		<100		<100		<100		<100		
Métaux																																												
Argent	mg/kg	0.5	2	20	40	<0.5		<0.5		<0.5		<0.5		<0.5																														
Arsenic	mg/kg	0.7	6	30	50	1.5		2.0		2.1		2.6		2.6		2.1		1.8		2.4		2.9		0.8		1.8		1.1		1.6		2.6												
Baryum	mg/kg	20	340	500	2000	50		120		82		101		90																														
Cadmium	mg/kg	0.30	1.5	5	20	<0.30		0.39		0.31		0.63		0.63		<0.30		<0.30		<0.30		<0.30		<0.30		<0.30		<0.30		<0.1		0.1		0.3										
Chrome	mg/kg	1	100	250	800	14		22		17		29		29		19		15		21		23		8		17		10		22		40												
Cobalt	mg/kg	2	25	50	300	6		8		7		9		9																														
Cuivre	mg/kg	1	50	100	500	16		19		14		32		33		23		18		22		23		6		19		7		13		25												
Étain	mg/kg	5	5	50	300	<5		<5		<5		<5		<5																														
Manganèse	mg/kg	5	1000	1000	2200	226.00		>240		>240		>240		>240																														
Mercur	mg/kg	0.02	2	10	40	0.04		0.03		0.04		0.07		0.07		0.05		0.05		0.06		0.06		0.02		0.04		0.02		0.03		0.06												
Molybdène	mg/kg	2	2	10	40	<2		<2		<2		<2		<2																														
Nickel	mg/kg	2	50	100	500	13		17		14		23		23		16		12		17		19		6		13		8		15		27												
Plomb	mg/kg	5	50	500	1000	6		11		10		17		16		12		10		13		13		<5		9		4		8		14												
Sélénium	mg/kg	0.5	1	3	10	0.8		0.7		0.6		1.2		1.1																														
Zinc	mg/kg	5	140	500	1500	39		65		54		80		78		62		50		65		71		26		50		13		32		68												
Sommation des BPC congénères (41 composés)	mg/kg	0.012	0.2	1	10	<0.010		<0.010		<0.010		<0.012		<0.016		<0.010		<0.010		<0.010		<0.010		<0.010		<0.010		<0.010		<0.005		<0.007		<0.010										
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																																												
Acénaphtène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	0.022		<0.009		0.083		0.009		0.006		<0.009		<0.009		<0.012		0.004		<0.003		0.004		0.004		<0.003		0.003		<0.003		<0.03		0.012		0.033				
Acénaphylène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	0.007		0.010		0.003		<0.003		<0.003		<0.009		<0.009		<0.012		0.009		0.011		0.011		0.009		<0.003		0.015		<0.003		<0.03		0.01		0.007				
Anthracène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.04		<0.03		0.06		<0.01		<0.03		<0.03		<0.03		<0.04		0.01		0.02		0.01		0.01		<0.01		0.02		<0.005		<0.05		0.035		0.02				
Benzo (a) anthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.24		0.06		0.41		0.05		0.03		0.06		0.04		0.04		0.04		0.06		0.03		0.03		<0.01		0.05		0.011		<0.05		0.13		0.10				
Benzo (a) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.31		0.08		0.66		0.08		0.05		0.08		0.05		0.04		0.04		0.07		0.04		0.04		0.01		0.06		0.011		<0.05		0.215		0.19				
Benzo (e) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.25		0.07		0.44		0.05		0.04		0.07		0.05		0.05		0.04		0.05		0.04		0.01		0.05		0.010		<0.05		0.2		0.18						
Benzo (b) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.34		0.10		0.58		0.07		0.04		0.08		0.06		0.06		0.06		0.04		0.01		0.05		0.04		0.01		0.05		0.010		<0.05		0.2		0.18		
Benzo (j) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.16		0.05		0.28		0.04		0.02		0.05		0.03		<0.04																								
Benzo (k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.2		0.05		0.29		0.04		0.03		0.05		0.03		<0.04																								
Benzo (b,i,k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.7		0.20		1.15		0.15		0.09		0.18		0.12		0.06		0.09		0.15		0.09		0.11		0.01		0.13		0.027		0.059		0.515		0.48				
Benzo (c) phénanthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.05		<0.03		0.05		<0.01		<0.01		<0.03		<0.03		<0.04		<0.01		0.01		<0.01		<0.01		<0.01		<0.005		<0.05		<0.02		0.03						
Benzo (g,h,i) pérylène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.21		0.08		0.48		0.06		0.04		0.05		0.05		<0.04		0.03		0.04		0.03		0.04		<0.01		0.04		<0.01		0.010		<0.05		0.215		0.19		
Chrysène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.38		0.09		0.45		0.06		0.04		0.08		0.06		0.05		0.06		0.09		0.05		0.05		0.01		0.07		0.017		0.065		0.269		0.22				
Dibenzo (a,h) anthracène	mg/kg	0.003	0.1	1	10	0.062		0.024		0.133		0.019		0.009		0.016		0.017		<0.012		0.011	</																					

Annexe H

Chapitre 5. Analyse des impacts et mesures d'atténuation (version révisée)

5. ANALYSE DES IMPACTS ET MESURES D'ATTÉNUATION

Cette section présente l'analyse des impacts potentiels du projet de dragage d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. L'analyse des impacts consiste à identifier et évaluer les relations entre d'un côté les composantes du projet tel que défini à la section 4 et de l'autre les différents éléments du milieu récepteur tel que décrit à la section 3.

Les sections suivantes présentent d'abord la méthodologie utilisée, puis l'analyse des impacts et finalement les mesures d'atténuation à mettre en place et les impacts résiduels. La dernière section présente les impacts cumulatifs.

MÉTHODOLOGIE

Dans un premier temps, le projet, tel que décrit au chapitre 4, a été subdivisé en ses principales composantes, puis celles-ci ont été mises en confrontation face aux différents éléments du milieu récepteur tel que décrit au chapitre 3. Cette confrontation conduit à une grille d'interactions potentielles. Cette grille a servi ensuite à identifier les impacts prévisibles du projet. Une fois identifiés, les impacts potentiels ont été évalués et décrits au moyen de critères qualitatifs.

Lorsque nécessaire, des mesures d'atténuation visant à minimiser les impacts négatifs ou à augmenter les impacts positifs ont ensuite été proposées. Les impacts persistants après l'application de ces mesures d'atténuation sont appelés des impacts résiduels. Le bilan environnemental global des impacts du projet a finalement été déterminé sur la base de ces impacts résiduels.

5.1.1. Composantes du projet représentant des sources d'impact

Les composantes du projet susceptibles de créer des impacts sur le milieu sont :

- La mobilisation et la démobilitation des équipements;
- L'opération de dragage comprenant l'extraction et le transport à la rive;
- Le transbordement et le transport de la rive vers le site de mise en dépôt;
- Le ravitaillement et l'entretien des équipements comprenant la gestion des matières résiduelles.

5.1.2. Éléments du milieu potentiellement affectés

Les principaux éléments du milieu potentiellement affectés par ce projet sont :

Milieu physique :

- Bathymétrie;
- Nature du fond;
- Hydrodynamique;
- Qualité de l'eau;
- Qualité de l'air.

Milieu biologique :

- Végétation;
- Faune benthique;
- Herpétofaune;
- Faune ichthyenne;
- Faune avienne;
- Espèces exotiques envahissantes (EEE)
- Espèces menacées, vulnérables, ou susceptibles d'être ainsi désignées (EVMS)

Milieu humain :

Qualité de vie (bruit et paysage);

Utilisation du site (commercial et de plaisance);

Activités nautiques et récréotouristiques;

Économie locale et régionale.

La grille des interrelations potentielles est présentée au tableau 5.1

Tableau 5.1 Grille d'interactions potentielles

Éléments du milieu	Composantes du projet			
	Mobilisation et démobilisation	Dragage	Transport	Ravitaillement Entretien
Milieu physique				
Bathymétrie		X		
Nature du fond		X		
Hydrodynamique		X		
Qualité de l'eau		X	X	X
Qualité de l'air		X	X	
Milieu biologique				
Végétation		X		
Faune benthique		X		
Herpétofaune		X		
Faune ichthyenne		X	X	
Faune avienne		X		
EEE		X		
EMVS		X		
Milieu humain				
Qualité de vie	X	X	X	X
Utilisation du site	X	X	X	
Activités nautiques et récréotouristiques		X	X	
Économie locale		X	X	

5.1.3. Évaluation des impacts

L'évaluation des impacts s'est basée sur les critères suivants :

Type :

- Positif (amélioration ou bonification);
- Négatif (détérioration);
- Neutre (améliorations ~détériorations).

Importance elle-même fonction de :

Intensité :

- Faible (modification peu perceptible);
- Moyenne (altération significative de certaines caractéristiques);
- Forte (altération importante, destruction d'un ou de plusieurs éléments constitutants).

Étendue :

- Ponctuelle (zone des travaux, perceptible par nombre restreint de personnes);
- Locale (dépasse la zone des travaux et touche les zones adjacentes ou la communauté locale);
- Régionale (dépasse largement la zone des travaux et les zones adjacentes et touche les communautés régionales).

Durée :

- Courte : durée des travaux et moins de 3 ans;
- Moyenne : 3 à 10 ans;
- Longue : >10 ans.

Valorisation (appréciation de l'élément portant sur l'unicité, la rareté ou sa valeur écologique, économique et sociale)

- Forte;
- Moyenne;
- Faible.

L'importance absolue (sans valorisation) et relative (avec valorisation) de chaque impact a été cotée faible, moyen ou fort, selon les caractéristiques des effets appréhendés. La combinaison de ces quatre critères (intensité, étendue, durée et valorisation) permet de déterminer l'importance de l'impact. Ces quatre critères ont tous le même poids dans l'évaluation de l'importance relative de l'impact. On distingue trois classes d'importance relative de l'impact. Le tableau 5.2 précise le cheminement d'évaluation de l'importance de l'impact.

Tableau 5.2 Matrice de détermination de l'importance de l'impact

Intensité	Étendue	Durée	Importance absolue	Importance relative selon la valorisation		
				Forte	Moyenne	Faible
Forte	Régionale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Moyenne	Forte Forte Moyenne	Moyenne Moyenne Moyenne	Faible Faible Faible
	Locale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Moyenne	Forte Forte Moyenne	Moyenne Moyenne Moyenne	Faible Faible Faible
	Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible	Moyenne Moyenne Faible	Moyenne Moyenne Faible	Faible Faible Faible
Moyenne	Régionale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Moyenne	Forte Forte Moyenne	Moyenne Moyenne Moyenne	Faible Faible Faible
	Locale	Longue Moyenne Courte	Forte Moyenne Moyenne	Forte Moyenne Moyenne	Moyenne Moyenne Moyenne	Faible Faible Faible
	Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible	Moyenne Moyenne Faible	Moyenne Moyenne Faible	Faible Faible Faible
Faible	Régionale	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible	Moyenne Moyenne Faible	Moyenne Moyenne Faible	Faible Faible Faible
	Locale	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible	Moyenne Moyenne Faible	Moyenne Moyenne Faible	Faible Faible Faible
	Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Faible Faible Faible	Faible Faible Faible	Faible Faible Faible	Faible Faible Faible

La valeur des éléments du milieu (tableau 5.3) varie de faible à forte, et est jugée d'après le cadre environnemental dans lequel se situe le projet en prenant en compte les préoccupations du milieu. Ainsi, une valeur faible a été attribuée aux composantes physiques, sauf la bathymétrie, qui est ici la variable la plus valorisée puisqu'elle est l'élément qu'on veut modifier par ce projet. Une valeur moyenne a été attribuée à la plupart des composantes biologiques sauf la faune ichthyenne et avienne. Enfin, les composantes du milieu humain ont été les plus valorisées. L'évaluation de la valeur de ces éléments est très spécifique à cette zone d'étude et pourrait différer dans un autre contexte.

Tableau 5.3 Valorisation des éléments du milieu

Valeur	Éléments du milieu
Faible	Nature du fond
	Hydrodynamique
Moyenne	Qualité de l'air
	Qualité de vie
Forte	Bathymétrie
	Qualité de l'eau
	Végétation
	Herpétofaune
	Faune benthique
	Faune ichthyenne
	Faune avienne
	EEE
	EMVS
	Utilisation du site
	Activités récréotouristiques
	Économie locale

ÉVALUATION DES IMPACTS

Le tableau 5.4 présente la synthèse de l'évaluation des impacts du programme décennal de dragage d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. Il précise, pour chacun des éléments du milieu, l'intensité, l'étendue, la durée, la valorisation et l'importance de chacun des impacts. Les sections qui suivent décrivent ces impacts de façon détaillée.

Tableau 5.4 Synthèse de l'importance des impacts environnementaux du projet

Éléments du milieu	Type d'impact		Importance de l'impact		
	Positif/négatif ou neutre	Variables		Valorisation	Impact
Milieu physique					
Bathymétrie	Positif	Intensité Étendue Durée	Forte Locale Moyenne	Forte	Fort
Nature du fond	Neutre	Intensité Étendue Durée	Faible Locale Moyenne	Faible	Faible
Hydrodynamique	Positif	Intensité Étendue Durée	Moyenne Locale Longue	Faible	Faible
Qualité de l'eau	Négatif	Intensité Étendue Durée	Faible Ponctuelle Courte	Forte	Faible
Qualité de l'air	Négatif	Intensité Étendue Durée	Faible Locale Courte	Moyenne	Faible

Éléments du milieu	Type d'impact		Importance de l'impact		
	Positif/négatif ou neutre	Variables		Valorisation	Impact
Milieu biologique					
Végétation	Négatif	Intensité Étendue Durée	Faible Ponctuelle Courte	Forte	Faible
Faune benthique	Négatif	Intensité Étendue Durée	Moyenne Ponctuelle Courte	Forte	Faible
Herpétofaune	Négatif	Intensité Étendue Durée	Faible Ponctuelle Courte	Forte	Faible
Faune ichthyenne	Négatif	Intensité Étendue Durée	Moyenne Locale Courte	Forte	Moyen
Faune avienne	Négatif	Intensité Étendue Durée	Faible Ponctuelle Courte	Forte	Faible
EEE	Neutre	Intensité Étendue Durée	Faible Ponctuelle Courte	Forte	Faible
EMVS	Négatif	Intensité Étendue Durée	Faible Ponctuelle Courte	Forte	Faible
Milieu humain					
Qualité de vie	Négatif	Intensité Étendue Durée	Moyenne Locale Courte	Moyenne	Moyen
Utilisation du site	Positif	Intensité Étendue Durée	Moyenne Régionale Longue	Forte	Fort
Activités récréotouristiques	Positif	Intensité Étendue Durée	Moyenne Régionale Longue	Forte	Fort
Économie locale	Positif	Intensité Étendue Durée	Forte Régionale Longue	Forte	Fort

5.1.4. Bathymétrie

Le dragage modifiera la bathymétrie des canaux d'accès en augmentant les profondeurs dans les embouchures des canaux. Ces dragages permettront d'assurer en tout temps des conditions de navigation sécuritaires pour les plaisanciers, ce qui constitue un impact positif de forte intensité en raison de l'importance de l'accumulation actuellement observée dans certains secteurs des canaux d'accès. L'étendue de la répercussion est considérée locale puisqu'elle touche tous les canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, laquelle constitue le cœur de la municipalité. Considérant la durée moyenne de la répercussion et de la forte valorisation de cet élément, **l'impact positif du projet sur la bathymétrie des canaux d'accès est jugé fort.**

5.1.5. Nature du fond

L'enlèvement des accumulations de sédiments très fins et parfois très organiques modifiera la nature des matériaux à cet endroit. Les matériaux se trouvant sous les accumulations sont cependant de même type que ce que l'on retrouve en surface. L'impact n'est donc ni positif ni négatif; il est considéré neutre. L'intensité est jugée faible puisqu'il est probablement peu perceptible. L'étendue est locale et la durée moyenne.

Avec une faible valorisation de l'élément, **l'impact neutre sur la nature du fond est jugé faible.**

5.1.6. Hydrodynamique

Puisque la bathymétrie est modifiée, la circulation des courants risque d'être affectée. Puisque les sections transversales dans l'entrée des canaux seront augmentées, les échanges d'eau entre la rivière et l'intérieur des canaux seront aussi augmentés proportionnellement. Cependant, puisque les canaux sont fermés, les courants déjà très lents ne seront que légèrement augmentés.

L'intensité de l'impact est donc jugée moyenne. L'étendue sera locale et la durée sera longue. Compte tenu de la faible valorisation de cet élément, **l'impact positif est jugé faible.**

5.1.7. Qualité de l'eau

Les opérations de dragage, de transport et de transbordement affectent la qualité de l'eau par la perte de sédiments dans la colonne d'eau. Le transport est la source la moins importante et est généralement négligeable lorsque les équipements de transport sur l'eau sont étanches. L'opération de dragage est l'activité considérée comme la plus dommageable pour la qualité de l'eau.

Lors des opérations de dragage la concentration de matière en suspension (MES) et la turbidité augmentent en raison de l'impact du godet ou de la benne sur le fond, des pertes entre les mâchoires de la benne ou de la surface du godet lors de la remontée et de la surverse à la sortie de l'eau et au dépôt dans la barge de transport.

Selon la littérature et les suivis réalisés au Québec, les pertes lors de ces opérations sont estimées entre 1 et 3 % du volume dragué (Pelletier, 2003).

Les mesures effectuées lors de différents programmes de surveillance et de suivi environnemental depuis 2001 (Pelletier, 2003) portant sur des activités de dragage ont permis de démontrer que la limite du panache de turbidité se trouve généralement à moins de 500 m de distance de la drague et que le panache varie en fonction :

- De l'importance des pertes;
- De la granulométrie et de la cohésion des sédiments;
- De la dynamique hydraulique au site.

Donc de façon générale, l'impact des activités de dragage est d'intensité faible, d'étendue ponctuelle et de courte durée. **L'impact sur la qualité de l'eau est donc jugé faible même si la qualité de l'eau est fortement valorisée.**

Il est à noter cependant qu'après les travaux et conséquemment à l'augmentation des échanges d'eau entre la rivière et l'intérieur des canaux la qualité de l'eau à l'intérieur des canaux sera améliorée.

5.1.8. Qualité de l'air

Les activités de dragage et de transport vers un site de disposition risquent d'entraîner des effets négatifs sur la qualité de l'air, principalement en raison des émissions de gaz à effet de serre par les échappements des moteurs de la machinerie et aussi par l'émission de poussières lors du transport des matériaux vers le site de disposition finale.

Cet élément est généralement moyennement valorisé, mais l'impact est de faible intensité, d'étendue locale et d'une durée correspondant à l'opération des équipements. **L'impact global sur la qualité de l'air est donc jugé faible.**

5.1.9. Végétation

Les activités de dragage sont susceptibles d'affecter la végétation lorsque les fonds à draguer supportent une végétation aquatique. La végétation sera complètement enlevée dans les surfaces draguées. Cependant selon l'inventaire des herbiers réalisés à l'automne 2018 (voir rapport d'inventaire en annexe) dans les zones où les herbiers sont omniprésents (soit principalement sur les canaux 6 à 8) la présence d'herbier de forte densité tout autour des zones de dragages permettra une recolonisation rapide des zones qui seront draguées.

Cette régénération devrait se produire dès le printemps suivant. De plus l'omniprésence d'espèces envahissantes tel que le Myriophylle à épis qui tapissent la plupart des canaux se rétablira rapidement dès le printemps suivant.

Les espèces présentes sont également communes, et l'abondance des plantes aquatiques dans le secteur devrait sans problème permettre une recolonisation rapide. Notons finalement que le dragage des sédiments pourrait améliorer la colonisation d'une végétation submergée au fond du chenal. La forte turbidité, causée par le brassage des sédiments, ainsi que l'arrachage à cause des hélices, nuit actuellement à la croissance optimale de la végétation dans les chenaux.

Ainsi, cet impact est de faible intensité, d'étendue ponctuelle et de durée moyenne. Malgré sa forte valorisation la **végétation subira donc un faible impact négatif.**

5.1.10. Faune benthique

Le dragage aura un impact négatif sur la faune benthique susceptible d'être présente sur les aires de dragage des canaux. En effet toute la faune benthique sera enlevée sur les surfaces de dragage. Toutefois, l'impact dans les zones de dragage sera peu important, étant donné que ces fonds sont constamment remis en suspension par les déplacements des bateaux et l'agitation générée par leurs hélices. De plus, la caractérisation du benthos a révélé des cotes de qualité de mauvaises à très mauvaises confirmant la faible intégrité benthique. Le dragage des sédiments pourrait même améliorer la qualité de l'habitat benthique en diminuant le brassage de sédiments qui affecte probablement négativement la qualité de l'habitat présentement.

L'évaluation de l'impact sur la faune benthique est donc jugée d'intensité moyenne à cause de la faible concentration d'organismes dans les canaux. L'étendue est ponctuelle et de courte durée. La valorisation de cet élément est forte. **Cet impact négatif sur la faune benthique est donc jugé de faible importance.**

5.1.11. Herpétofaune

Le dragage aura un impact négatif sur l'herpétofaune susceptible d'être présente sur les aires de dragage des canaux. En effet toute l'herpétofaune sera enlevée sur les surfaces de dragage. Toutefois, l'impact dans les zones de dragage sera peu important, étant donné que ces fonds sont constamment remis en suspension par les déplacements des bateaux et l'agitation générée par leurs hélices et que les organismes y sont rarement présents. Le dragage des sédiments pourrait même améliorer la qualité de l'habitat en diminuant le brassage de sédiments qui affecte probablement négativement la qualité de l'habitat présentement et empêche l'herpétofaune de s'y déplacer.

Quant au potentiel de présence d'espèces de tortues géographiques à statut précaire, il a été jugé très faible compte tenu de leurs mœurs farouches. Il pourrait toutefois y avoir fréquentation occasionnelle, en déplacement, de tortues serpentes et peintes, répertoriées dans le secteur dans les zones riveraines et secteur d'herbiers aquatiques en rive. Les autres espèces herpétofauniques ne sont généralement pas présentes dans les aires prévues pour le dragage.

L'évaluation de l'impact sur la faune benthique est donc jugée d'intensité moyenne à cause de la faible concentration d'organismes dans les canaux. L'étendue est ponctuelle et de durée moyenne. La valorisation de cet élément est cependant forte. **Cet impact négatif sur la faune benthique et l'herpétofaune est donc jugé de faible importance.**

5.1.12. Faune ichthyenne

Le dragage et le rejet des sédiments auront un impact négatif sur la faune ichthyenne, principalement à cause de l'augmentation de la turbidité et de la concentration en MES. Toutefois, la période de réalisation des travaux (automne-hiver) permet d'éviter les périodes critiques pour les poissons et reste conforme aux périodes autorisées pour la réalisation de travaux en milieu aquatique par le MFFP, soit du 1^{er} août au 1^{er} mars.

Le risque de mortalité associé au dragage est relié uniquement à l'action des hélices lors des déplacements. Cependant la zone des travaux est déjà fortement affectée par les déplacements de bateaux de toute sorte. Contrairement à la plupart

D'autre part, les espèces présentes dans ce secteur sont déjà habituées à des conditions très variables de concentrations en MES, particulièrement dans les zones riveraines et peu profondes fortement affectées par l'agitation par les vagues de bateau. L'indice d'intégrité faible, le taux d'anomalies un peu élevé et l'absence d'espèces considérées intolérantes à la pollution démontrent que la qualité d'habitat aquatique du point de vue de l'ichtyofaune est de faible qualité.

De plus, les espèces présentes sont relativement communes dans la région et sont caractéristiques des habitats vaseux et d'herbiers aquatiques. Il s'agit d'espèces tolérantes ou de tolérance intermédiaire à la pollution et à l'augmentation de matières en suspension.

Il est à noter de plus que les inventaires ichtyologiques n'ont pas permis de répertorier des espèces de poissons à statut précaire ni d'espèces considérées intolérantes à la pollution.

Ainsi, considérant l'intensité moyenne de la perturbation, son étendue locale et sa courte durée, **l'impact des travaux sur la faune ichthyenne est jugé moyen malgré sa forte valorisation.**

5.1.13. Faune avienne

Au cours des activités de dragage et de transport des sédiments vers le site de rejet en eaux libres, les oiseaux (rassemblements ou colonies) peuvent être dérangés par les déplacements des barges et des équipements de transbordement et de transport terrestre, ainsi que par le bruit généré par les moteurs. Cependant, les oiseaux paraissent s'habituer rapidement à la présence et au fonctionnement des équipements nécessaires au dragage et au transport des sédiments (Environnement Canada, 1994).

De nombreuses études réalisées ont démontré que des oiseaux aquatiques continuent de couvrir à 50 mètres d'une drague en opération (Campbell, 1988) et que des activités de dragage intenses d'en moyenne 85 000 m³ par jour n'ont eu que des effets mineurs sur le comportement et la distribution des populations d'oiseaux dans la Baie McKinley (Ward, 1981 cité dans Environnement Canada, 1994). De plus, les oiseaux sont des animaux mobiles capables d'éviter temporairement les zones de perturbation. Les oiseaux se déplacent dès que des éléments perturbent leur habitat et reviennent ensuite rapidement après la fin de la perturbation sans subir d'effets.

En conséquence bien que la zone des travaux soit un habitat pour la faune avienne, **l'impact du dragage sur la faune avienne est de faible** intensité, d'étendue ponctuelle et de courte durée, ce qui résulte en un impact jugé faible même si cet élément biologique est fortement valorisé.

5.1.14. Espèces exotiques envahissantes (EEE)

La principale espèce exotique et envahissante est le Myriophylle à épis qui compose la majorité des zones d'herbiers des zones à draguer. Comme le recouvrement végétal sera enlevé et transporté ensuite en dehors du milieu aquatique il s'agit du moins temporairement d'un impact positif. Cependant étant donné que les zones adjacentes aux zones draguées sont aussi recouvertes par le même type de végétation le Myriophylle à épis devrait recoloniser rapidement les zones draguées et donc nous considérons que cette impact est neutre de courte durée et ponctuel.

5.1.15. Espèces menacées, vulnérables, ou susceptibles d'être ainsi désignées (EVMS)

Comme la plupart des EVMS susceptibles de se retrouver dans la région de Saint-Paul-de l'Île-aux-Noix n'ont pratiquement aucune chance d'être présentes dans les zones à draguer lors des périodes de dragage, **l'impact est globalement jugé faible** même si cet élément est fortement valorisé.

5.1.16. Qualité de vie

Les travaux de dragage et de transport se produiront au cœur même de la municipalité, où la concentration résidentielle et commerciale est maximale. Plusieurs résidences les plus rapprochées des canaux se trouvent à moins de 200 m des travaux prévus. La qualité de l'air a déjà été traitée dans les aspects physiques des impacts du projet et a été jugée de faible importance.

Le principal irritant est le bruit généré par les opérations qui se dérouleront pendant le jour. La perturbation sera effective durant toute la durée des travaux, puisque le transport des sédiments est effectué simultanément aux opérations de dragage. La durée de l'impact est jugée courte.

Les émissions sonores des équipements de dragage et de transport se limiteront à leur environnement proche et seront de courte durée. L'étendue de la perturbation est donc locale. Cet impact est jugé d'intensité moyenne compte tenu de la distance entre les résidences et l'activité de dragage et de courte durée. Compte tenu de la valorisation moyenne de cet élément, **l'impact négatif sur la qualité de vie est jugé d'importance moyenne.**

5.1.17. Utilisation du site

Comme spécifié dans la description du milieu, les sites de dragage sont utilisés essentiellement pour la navigation par les embarcations de plaisance. Bien que les travaux de dragage constituent une entrave à la navigation lors de la période des travaux l'impact global sur la navigation est positif et de longue durée. De plus l'entrave est minimisée par le fait que les travaux se dérouleront après la saison de haute fréquentation nautique soit durant l'automne et l'hiver.

L'intensité de cet impact est jugée moyenne, et son étendue régionale puisque ce programme permettra une utilisation accrue et sécuritaire pour tous les plaisanciers naviguant dans la région du Haut-Richelieu. De plus la durée de cet impact est longue. **Puisque la valorisation de cet élément est très forte, l'impact positif sur l'utilisation du site est jugé fort.**

5.1.18. Activités récréotouristiques

L'impact du dragage sur les activités récréotouristiques via une utilisation accrue et permanente du site sera positif puisque ces activités seront maintenues, et même possiblement augmentées. Cet impact positif en phase d'exploitation surpasse de beaucoup l'impact négatif presque négligeable de la baisse d'attrait et de l'entrave à la circulation des bateaux lors des travaux. De plus, l'impact négatif sur la pêche récréative est très faible, car les espèces de poissons de pêche sportive dans ce secteur sont de faibles tailles, ce qui limite de beaucoup le potentiel de pêche sportive.

L'impact positif du dragage sur les activités récréotouristiques est jugé d'intensité moyenne, d'étendue régionale et de longue durée. Puisque cet élément est fortement valorisé par la population locale, **l'impact positif sur les activités récréotouristiques est jugé fort.**

5.1.19. Économie locale

L'impact du programme décennal de dragage sur l'économie locale et régionale est positif, car la navigabilité des canaux constitue un élément essentiel de la vocation nautique intrinsèque à la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, et donc aux retombées économiques. En effet, le nautisme est l'un des piliers de l'économie de la municipalité. De plus, la valeur des propriétés riveraines aux canaux est directement reliée à la possibilité d'accéder aux activités nautiques via l'utilisation des canaux.

L'intensité de l'impact du dragage est donc forte, de portée régionale et de longue durée. Cet élément est fortement valorisé par la population de sorte que **l'impact positif sur l'économie locale est jugé fort.**

MESURES D'ATTÉNUATION ET IMPACTS RÉSIDUELS

Les principales mesures d'atténuation s'appliquant au programme de dragage d'entretien sont présentées dans les sections suivantes.

5.1.20. Réduction des volumes et des pertes et réduction des impacts sur la qualité de l'eau

Réduction du surdragage et optimisation des opérations de dragage par la détermination optimale des surfaces et des volumes de dragage. Cette optimisation a déjà été initiée en partie et continuera tout au long du programme par un suivi bathymétrique régulier;

Réduction des pertes lors de l'opération de dragage par un contrôle de la vitesse de descente et de remontée de la benne, par l'utilisation d'une benne étanche et par la réduction des surverses lors du remplissage des barges et des camions de transport;

Utilisation de barges et de camion de transport étanches avec des bâches afin de diminuer les pertes lors du transport vers le site de mise en dépôt;

Contrôle précis des opérations de dragage par un positionnement précis au moyen d'un système de localisation automatisée;

Utilisation de rideaux de turbidité entourant les zones de dragage et de transbordement;

Éviter de faire les travaux par mauvais temps extrêmes avec agitation importante du plan d'eau.

5.1.21. Réduction impacts sur la circulation

Installer une signalisation adéquate pour assurer la sécurité des usagers pendant les travaux (déplacements sur le site, déplacements piétons et cyclistes);

Émettre un avis à la navigation aux autorités responsables;

Pendant toute la durée des travaux, nettoyer les chemins d'accès empruntés par les véhicules de transport afin d'enlever toute accumulation de débris;

Durant les travaux de dragage, utiliser des embarcations conformes à la réglementation afin d'assurer la sécurité nautique.

5.1.22. Réduction des impacts sur la qualité de vie

Prévoir les travaux dans les zones à draguer en dehors de la saison à fort achalandage, soit en automne et au début de l'hiver;

Établir un horaire de travail d'au maximum 12 heures par jour (de 7 h à 19 h) du lundi au samedi;

Communiquer aux autorités et aux résidents l'horaire et la localisation des travaux et des zones affectés;

Minimiser le bruit par l'installation d'écran antibruit temporaire et l'organisation du chantier et des travaux en conséquence;

S'abstenir de laisser en marche la machinerie non utilisée.

5.1.23. Réduction des impacts liés à l'entretien et la gestion des résidus

Effectuer le plein de carburant, la lubrification et l'entretien des équipements dans des zones prévus à cet effet et le plus éloigné possible de l'eau;

Utiliser des huiles biodégradables pour la lubrification;

Disposer des trousse d'urgence en cas de déversements accidentels;

Gérer les déchets selon la réglementation en vigueur.

5.1.24. Réduction des impacts sur la faune et la flore

Effectuer les travaux en dehors des périodes de restriction, soit du 1^{er} mars au 1^{er} août;

S'assurer de l'absence de poisson ou d'herpétofaune à l'intérieur des rideaux de turbidité et dans les zones de transbordement.

5.1.25. Impacts résiduels

Les impacts négatifs résiduels après l'application des mesures de mitigation seront donc :

Sur le milieu physique :

Une faible diminution de la qualité de l'eau et de la qualité de l'air;
Une faible modification de la nature du fond et de l'hydrodynamique.

Sur le milieu biologique :

Un faible impact sur la végétation, la faune benthique, herpétologique et avienne;
Un impact moyen sur la ichtyenne.

Sur le milieu humain :

Un impact moyen sur la qualité de vie.

Les impacts positifs ont un fort impact sur la bathymétrie et un fort impact sur l'utilisation du site, les activités récréo-touristiques et l'économie locale.

IMPACTS CUMULATIFS

Les diverses activités de dragage sur le Richelieu peuvent interagir entre elles de façon concomitante ainsi qu'avec d'autres activités, telles que la navigation, la pêche ou même le rejet d'eaux usées municipales. Les effets biophysiques et socio-économiques alors générés doivent être appréhendés de façon multiplicative. C'est ce que l'on appelle les effets cumulatifs.

Dans la zone d'étude, aucune autre activité liée au dragage n'est à prévoir pour l'instant, et par conséquent, aucun impact cumulatif n'est à prévoir.

Les autres sources d'effets sur la qualité de l'eau, tels que des rejets d'eaux usées ou des travaux maritimes ne représentent aucun effet additif avec ce projet, puisque les rares rejets sont déjà traités avant d'être introduits à la rivière et que les travaux maritimes sont absents dans cette zone.

Annexe I

Procédures d'assurance et de contrôle de la qualité du laboratoire d'analyse.

Assurance et contrôles de qualité

AGAT Laboratoires emploie des professionnels de l'assurance qualité afin de surveiller les activités de l'organisation et de s'assurer de respecter les normes internationalement reconnues ainsi que les procédures et politiques internes. Le programme d'assurance qualité documente chaque activité effectuée par l'organisation afin de générer des résultats de qualité.

Nous améliorons continuellement nos systèmes, nos processus et notre personnel afin de perfectionner nos services pour nos clients. Le but de nos systèmes d'assurance qualité est de maintenir la précision, l'exactitude et la fiabilité de tous les services que nous offrons. Nos meilleures pratiques ont été documentées et sont, le cas échéant, conformes aux :

Normes de l'Organisation internationale de normalisation ISO/IEC 17025, Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais et les séries ISO 9000 pour les standards de qualité.

- Tous les principes de gestion totale de qualité.
- Toutes réglementations et directives applicables à la sécurité et l'environnement.
- Méthodologies publiées par le CEAEQ, ASTM, GPA, UOP, CGSB et autres organismes réputés.

Les systèmes d'assurance qualité couvrent tous les domaines incluant : la collecte, le transport et l'analyse des échantillons ainsi que le rapport de données.

Documentation : Tous les aspects du système d'assurance qualité sont documentés. Ces documents incluent les méthodes d'analyses, la santé et la sécurité, l'environnement et le système de gestion. Cette documentation est primordiale pour la formation de notre personnel et pour démontrer notre système de qualité à notre clientèle et aux organismes d'accréditation. En prenant soin d'effectuer le travail selon la meilleure pratique, la précision, la justesse et la fiabilité, tous nos services en sont meilleurs.

Entretien préventif : Les procédures d'entretien préventif sont clairement définies pour chacun des instruments. Les entretiens et réparations sont documentés dans un registre d'équipement.

Amélioration continue : Plusieurs procédés sont définis selon notre manuel qualité pour permettre une amélioration continue. Ces procédés incluent des audits externes et internes, des procédures d'investigation, des rapports de non-conformité, des suggestions d'améliorations et des actions correctives et préventives.

Commentaires des clients : Les commentaires de nos clients nous permettent d'évaluer notre efficacité à les satisfaire. Les formulaires de revue du client sont disponibles en ligne et, lorsque remis à AGAT, sont vérifiés par le président et distribués aux personnels concernés. Avec cette procédure, chaque client est entendu et des améliorations peuvent être apportées.

Non-conformités, actions préventives et correctives : Lorsque des non-conformités sont notées suite à des validations, des audits, des commentaires de clients ou tout autre problème, un rapport de non-conformité est créé et envoyé à la division d'assurance qualité. Des actions correctives concernant une analyse sont documentées selon la procédure de l'analyse en particulier. Les non-conformités notées par des audits ou des clients sont prises en charge par la division d'assurance qualité et celle-ci recommande les actions correctives et/ou préventives dans le but d'assurer la résolution définitive du problème.

Contrôle de qualité : Les procédures analytiques sont sujettes à plusieurs contrôles de qualité comme par exemple la linéarité lors de l'étalonnage, la justesse, la précision et les interférences. Tous ces paramètres sont suivis pour vérifier la performance de chaque procédure analytique.

Audits Internes : Les audits internes sont effectués périodiquement afin d'assurer l'efficacité de nos meilleures pratiques. Les procédures et les pratiques de gestions sont toutes deux sujettes aux audits internes et comparées aux meilleures pratiques des autres organisations ou de méthodologies publiées.

Échantillons de contrôle de qualité

La justesse et la précision d'une procédure analytique sont estimées par l'analyse d'échantillon de contrôle de qualité. Les échantillons de contrôle de qualité proviennent du laboratoire. Les résultats des contrôles de qualité sont rapportés sur le certificat de contrôle de qualité (voir image ci-dessous), qui est fournis avec le certificat d'analyse. Les informations suivantes expliquent chacune des composantes du certificat de contrôle de qualité :

Duplicata

Dans la colonne duplicata, on retrouve trois autres colonnes, Dup #1, Dup#2 et % d'écart. Les duplicata sont utilisés pour la mesure de précision. Nous utilisons deux types de duplicata.

Les duplicatas d'échantillon sont deux aliquotes traités séparément pendant tout le processus analytique. Les résultats mesurés sont utilisés pour comparer la précision analytique de la procédure complète, incluant la préparation d'échantillon, la digestion/extraction et l'instrumentation.

Les duplicatas de matériaux de référence sont également utilisés pour déterminer la précision. Pour ce type de contrôle, nous utilisons deux échantillons d'eau déionisée et ajoutons une quantité connue de contaminants dans chacun des aliquotes. Ils suivent ensuite tout le processus analytique. Ce type de duplicata est utilisé lorsqu'il est impossible de faire deux analyses sur un même échantillon.

Le pourcentage d'écart relatif est la valeur de la différence entre les 2 résultats obtenus. Il est calculé par la différence des résultats divisée par la moyenne des 2 puis multiplié par 100%. Le pourcentage d'écart est un facteur direct du contrôle de qualité lorsqu'on compare plusieurs mesures qui devraient avoir le même résultat.

Matériau de référence

Le matériau de référence (MR) est acheté et contient un ou plusieurs analytes d'intérêts de concentrations prédéterminées. Le MR est utilisé pour démontrer la justesse d'une méthode, la proximité du résultat par rapport à la valeur attendue. Le MR peut être utilisé pour étalonner un instrument en le diluant à différentes concentrations. Le matériau de référence utilisé lors de l'extraction doit provenir d'un fournisseur différent ou d'un autre lot que celui utilisé pour l'étalonnage afin de s'assurer que la courbe d'étalonnage est bonne. Sur le certificat de contrôle de qualité d'AGAT, la valeur rapportée (% récup) est le pourcentage de récupération obtenu par rapport à la valeur attendue.

Fortifié

L'échantillon fortifié est utilisé pour déterminer la justesse d'une méthode analytique. Ce type de contrôle de qualité peut nous démontrer l'effet d'une matrice sur la mesure de la justesse. Un échantillon fortifié est préparé en ajoutant une quantité connue d'analytes à un échantillon client. Avec cet ajout, le laboratoire peut démontrer si la procédure est adéquate pour l'analyse de ce type d'échantillon.

Standard de récupération

L'Agence de Protection Environnementale (EPA) définit le standard de récupération (surrogate) comme étant une substance ayant des propriétés imitant celles de l'analyte d'intérêt. C'est une substance ayant peu de chance de se retrouver dans l'environnement qui est ajoutée aux échantillons pour démontrer que la méthode est adéquate. Ce standard est très important pour les analyses organiques afin de s'assurer que l'analyte d'intérêt a été extrait complètement de l'eau ou du sol dans la phase organique ou dans la phase gazeuse dans le cas des composés organiques volatils. Dans plusieurs cas, ces composés sont des versions deutérées des composés ciblés. Ces standards sont identiques aux composés recherchés cependant un atome d'hydrogène a été remplacé

par un atome de deutérium. Par exemple, le toluène-D8 réagit comme le toluène mais sont distingués l'un de l'autre par l'instrument analytique.

Guide de référence des contrôles de qualité

Le tableau qui suit représente les critères d'acceptabilité des contrôles de qualité décrit dans ce document pour la majorité des analyses. Ces critères sont à titre indicatif et peuvent ne pas représenter les exigences juridictionnelles. Veuillez communiquer avec le département d'assurance qualité des Laboratoires AGAT pour plus d'informations.

Contrôle de Qualité	Fréquence d'utilisation	But	Critère d'acceptabilité
Blanc de méthode	Tous les 15 échantillons	Vérifier la contamination	< LDR
Courbe d'étalonnage	Lorsque les critères ne sont pas rencontrés et lorsqu'un entretien a été fait sur l'instrumentation	Étalonnage	Le coefficient de corrélation doit être >0.995
Standard contrôle source 2e	Analysé avant et après chaque série de 15 échantillons client	Justesse (instrument)	Entre 80 et 120% de récupération (peut varier selon les analyses)
Standard étalon	Analysé une fois par jour avant une série de 15 échantillons client	Justesse (instrument)	Entre 80 et 120% de récupération (peut varier selon les analyses)
Matériau de référence	Tous les 15 échantillons	Justesse (extraction)	Entre 70 et 130% de récupération (peut varier selon les analyses)
Échantillon fortifié	Tous les 15 échantillons	Justesse (extraction) et interférence de matrice	Entre 70 et 130% de récupération (peut varier selon les analyses)
Pourcentages de récupération	Tous les échantillons organiques (contrôles de qualité et échantillons client)	Justesse (extraction et préparation d'échantillons) et interférence de matrice	Entre 40 et 140% de récupération (peut varier selon les analyses)
Duplicata (d'échantillon ou de MR)	Tous les 15 échantillons	Précision	Entre 70 et 130% de récupération (peut varier selon les analyses)

Accréditations

AGAT Laboratoires est certifié ou approuvé pour des analyses spécifiques par les agences suivantes :

- Ministère du Développement Durable, Environnement et Lutte contre les Changements Climatiques (MDDELCC)
- Canadian Association for Laboratory Accreditation (CALA)
- Conseil Canadien des Normes (CCN)
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario
- Permis d'analyse d'eau potable du Ministère de l'Environnement de l'Ontario
- Ministère de l'Environnement et du Travail de la Nouvelle-Écosse
- Association of Professional Engineers, Geologists and Geophysicists of Alberta (APEGGA)
- US EPA Superfund Site Contract Lab Program for Dioxins and Furans.

AGAT Laboratoires est certifié par les normes internationales suivantes:

- Organisation internationale de normalisation ISO 9001:2008
- Organisation internationale de normalisation ISO/IEC 17025:2005

Inspection et contrôles

Programme de rapport d'intégrité des échantillons et confirmation de l'analyse

L'usage de logiciels innovateurs créés par le personnel d'AGAT Laboratoires nous permet de surveiller et tout documenter incluant la température, les non-conformités, la quantité d'échantillons, les divergences et plus encore. Les non-conformités sont signalées au client sur le formulaire de chaîne de traçabilité (CDT) lorsque celles-ci surviennent. Cette information est disponible au client dans un rapport planifié ou en temps réel par le logiciel d'AGAT Laboratoires WebSOL conçu spécialement pour nos clients environnementaux. L'information peut être classée par représentant, par bon de travail ou par projet, en entier ou en partie, pour tous les domaines à travers le Canada. Un formulaire de confirmation d'analyse est généré en identifiant l'information fournie par le client lors de l'enregistrement, tel que le numéro de projet, l'identification de l'échantillon, la description et l'analyse requise.

La confirmation de l'analyse ainsi que le rapport d'intégrité des échantillon, si des questions d'intégrité s'appliquent, sont envoyés au client par le chargé de projet par courriel pour chaque soumission. Les sections « Échantillon remis par » et « Échantillons reçu par » du formulaire de chaîne de traçabilité sont remplies et signées lors de la réception et de l'inspection des échantillons. Des copies complétées des formulaires seront soumises avec leurs factures applicables.

Annexe J
Évaluation des émissions de GES

Programme décennal de dragage d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. Évaluation des émissions de GES

1. Cadre et objectifs

La prise en compte des changements climatiques est maintenant incontournable dans le processus d'autorisation environnementale du Québec et à ce titre la Loi sur la Qualité de l'Environnement et le Règlement relatif à l'évaluation et à l'examen des impacts sur l'environnement oblige tout promoteur à évaluer et quantifier la contribution de son projet en termes d'émissions de gaz à effet de serre (GES) et à déterminer les possibilités de réduction de ces émissions. Ce document vise justement à répondre à cette obligation.

2. Méthodologie

Les émissions de GES ont été évaluées pour chaque type de carburant (i) selon la formule suivante :

Émissions de gaz à effet de serre

$$= \sum_{i=1}^{i=n} \text{Quantité de carburant } i \text{ consommée} \times \text{Facteur d'émission}_i$$

Pour ce qui est des facteurs d'émission de GES des différents types de combustibles et des équipements utilisés, le tableau suivant du Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère a été utilisé.

Facteurs d'émission des carburants ou des combustibles, en équivalent CO ₂					
Carburants et combustibles liquides	gCO ₂ /litre	gCH ₄ /litre	gN ₂ O/litre	gCO ₂ e/litre	Référence
Essence automobile	2307	0,14	0,022	2317	*

Carburant diesel	2681	0,11	0,151	2729	*
Propane	1515	0,64	0,028	1539	*
Véhicules hors route à essence	2307	10,61	0,013	2576	*
Véhicules hors route au diesel	2681	0,073	0,022	2689	*
Véhicules au gaz naturel	1,9	0,009	0,00006	2,143	*, ***
Essence d'aviation	2365	2,2	0,23	2489	*
Carburéacteur	2560	0,029	0,071	2582	*
Trains alimentés au diesel	2681	0,15	1	2983	*
Bateaux à essence	2307	0,22	0,063	2331	*
Navires à moteur diesel	2681	0,25	0,072	2709	*
Navires au mazout léger	2753	0,26	0,073	2781	*
Navires au mazout lourd	3156	0,29	0,082	3188	*

* Rapport d'inventaire national (RIN) 1990-2016. Partie II. Tableau A6-12 – Emission Factors for Energy Mobile Combustion Sources.

** RIN 1990-2016. Partie II. Tableaux A6-1 et A6-2.

*** Aux conditions standards de température et pression.

3. Estimation des émissions de GES

Le tableau suivant présente la consommation horaire en diésel de chacun des équipements prévus lors des travaux des deux premières années. En effet tout le volume de sédiments des canaux commerciaux et résidentiels seront enlevés lors des deux premières années. Lors des années subséquentes les relevés bathymétriques permettront d'évaluer la fréquence et les volumes qui nécessiteront des interventions pour les autres années du programme décennal.

<u>Équipement</u>	<u>Fonction</u>	<u>Type de combustible</u>	<u>Consommation litres/heure</u>
Génératrice 1	Roulotte de chantier	diesel	10
Génératrice 2	Sur barge de la drague	diésel	10
Drague	Sur barge	diésel	25
Remorqueur 1	Déplacement des barges	diésel	40
Remorqueur 2	Déplacement des barges	diésel	40
Pelle excavatrice	Transbordement barge/camion	diésel	25
Camions 10-12 roues	Transport au site de gestion	diésel	45

Les heures de travail ont été estimés comme suit :

- 2 années;
- 8 semaines de travail/année;
- 6 jours/semaine;
- 10 heures par jour
- total 960 heures pour les 2 premières années.

Pour le transport nous estimons à trois camions nécessaires aux opérations.

Le tableau suivant présente les émissions de chacun des équipements et la somme des équipements pendant les 2 premières années.