

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

Étude d'impact sur l'environnement déposée à la ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques



Dossier 3211-02-309  
Résumé



Par :

**Marc Pelletier, géologue et océanographe**  
**Mai 2020**



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

Étude d'impact sur l'environnement déposée à la ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Dossier 3211-02-309

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

**Résumé**

**Préparé par :**

---

Marc Pelletier

## Équipe de réalisation

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

Maire : Claude Leroux

Directrice générale : Marie Lili Lenoir

Responsable du dossier : Léo Quenneville

Inspecteur municipal : Jacques-M. Daigle

### **Marc Pelletier, expert en environnement aquatique**

Chargé de projet : Marc Pelletier, géologue et océanographe

Biologiste responsable du volet biologie : Isabelle Picard, biologiste

Technicien volet végétation et benthos : Sylvie Normand, technicienne bio-écologie

Technicien en ichtyologie : Louis-Philippe Gagnon, technicien bio-écologie

Techniciens en bathymétrie et en échantillonnage : Réal Maltais et Vincent Pelletier

Révision du texte : Sophie Pelletier



## Table des matières

1	INTRODUCTION .....	1
2	MISE EN CONTEXTE DU PROJET .....	2
2.1	LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-PAUL-DE-L'ÎLE-AUX-NOIX .....	2
2.2	HISTORIQUE DE DÉVELOPPEMENT DES CANAUX .....	3
2.3	DESCRIPTION DES CANAUX .....	3
2.4	CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET .....	6
2.5	JUSTIFICATION DU PROJET .....	6
2.6	SOLUTIONS DE RECHANGE AU PROJET .....	7
3	ÉTAT INITIAL DU MILIEU RÉCEPTEUR.....	8
3.1	ZONE D'ÉTUDE .....	8
3.2	MILIEU PHYSIQUE .....	8
3.2.1	Hydrologie et niveaux d'eau .....	9
3.2.2	Qualité de l'eau .....	9
3.2.3	Topographie riveraine et bathymétrie .....	10
3.2.3.1	Canaux de la partie centrale .....	12
3.2.3.2	Canaux de la partie sud .....	13
3.2.3.3	Canaux de la partie nord .....	15
3.2.4	Nature et qualité des sédiments.....	16
3.3	MILIEU BIOLOGIQUE .....	22
3.3.1	Végétation aquatique .....	22
3.3.2	Faune aquatique .....	23
3.3.2.1	Poissons .....	23
3.3.2.2	Tortues .....	26
3.3.2.3	Couleuvres .....	26
3.3.2.4	Amphibiens .....	26
3.3.2.5	Mollusques et écrevisses .....	27
3.3.3	Benthos .....	27
3.3.4	Faune avienne .....	28
3.3.5	Mammifères .....	28
3.4	MILIEU HUMAIN.....	28
3.4.1	Profil socio-économique .....	28
3.4.1.1	MRC du Haut-Richelieu .....	28
3.4.1.2	Municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix .....	29
3.4.2	Zonage et affectation du territoire .....	31
3.4.3	Plan d'urbanisme et affectation du sol de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix .....	33
4	DESCRIPTION DU PROJET .....	36
4.1	VARIANTES DE VOLUMES DE DRAGAGES .....	36
4.2	LES ÉQUIPEMENTS DE DRAGAGE ET DE TRANSPORT .....	37

4.2.1	Équipements maritimes.....	37
4.2.1.1	Dragues mécaniques.....	37
4.2.1.2	Équipements hydrauliques.....	39
4.2.2	Dragues spéciales.....	40
4.2.3	Équipements de transport.....	42
4.3	MODES DE DISPOSITION DES MATÉRIAUX.....	42
4.3.1	Gestion en milieu aquatique.....	42
4.3.2	Gestion en milieu terrestre.....	43
4.4	DESCRIPTION DÉTAILLÉE DU PROJET RETENU.....	43
4.4.1	Méthode de dragage.....	43
4.4.2	Site de disposition.....	44
4.4.3	Méthode de transport.....	44
4.4.4	Échéancier des travaux.....	44
5.	ANALYSE DES IMPACTS ET MESURES D'ATTÉNUATION.....	45
5.1.	MÉTHODOLOGIE.....	45
5.2.	ÉVALUATION DES IMPACTS.....	47
5.3.	MESURES D'ATTÉNUATION ET IMPACTS RÉSIDUELS.....	49
	Réduction des volumes et des pertes et réduction des impacts sur la qualité de l'eau.....	49
	Réduction impacts sur la circulation.....	50
	Réduction des impacts sur la qualité de vie.....	50
	Réduction des impacts liés à l'entretien et la gestion des résidus.....	50
	Réduction des impacts sur la faune et la flore.....	50
	Impacts résiduels.....	50
	IMPACTS CUMULATIFS.....	51
6	PROGRAMME DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI.....	52
6.1	RELEVÉS PRÉLIMINAIRES AUX TRAVAUX PRÉPARATION DES PLANS ET DEVIS ET OBTENTION DES AUTORISATIONS.....	52
6.2	SURVEILLANCE DES TRAVAUX.....	52
6.3	SUIVI ENVIRONNEMENTAL.....	53
6.3.1	Suivi bathymétrique.....	53
6.3.2	Suivi de la qualité de l'eau.....	53

## Liste des tableaux

Tableau 2.1	Caractéristiques des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.....	6
Tableau 3.1	Qualité de l'eau en amont du site d'étude (source BQMA, MDDELCC, 2018). .....	10
Tableau 3.2	Résultats des analyses chimiques.....	18
Tableau 3.3	Résultats des analyses chimiques (suite).....	19
Tableau 3.4	Résultats des analyses chimiques (suite).....	20
Tableau 3.5	Résultats des analyses chimiques (suite).....	21



Tableau 3.6	Principales caractéristiques des herbiers aquatiques retrouvés dans les canaux à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix en 2017. ....	23
Tableau 3.7	Liste comparative des espèces de poissons répertoriés par secteur à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix en 2017. ....	24
Tableau 3.8	Abondance relative des poissons capturés dans les canaux et leur embouchure à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix en 2017. ....	25
Tableau 3.9	Répartition de la population au sein de la MRC du Haut-Richelieu. ....	28
Tableau 3.10	Répartition des classes d'âge et de sexe. (Tiré de CLD et du Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010.) ....	30
Tableau 3.11	Taux de pauvreté -2006. (Tiré de CLD et du Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010.) ....	30
Tableau 3.12	Secteurs d'activités selon la population active. (Tiré de CLD et Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010.) ....	30
Tableau 3.13	Professions de la population active en %. (Tiré de CLD et du Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010.) ....	31
Tableau 4.1	Volumes totaux de dragage. ....	37

## Liste des figures

Figure 2-1	Les canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. ....	4
Figure 2-2	Les canaux de la partie centrale de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. ....	4
Figure 2-3	Les canaux de la partie sud de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. ....	5
Figure 2-4	Les canaux de la partie nord de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. ....	5
Figure 3-1	Zone d'étude. ....	8
Figure 3-2	Variations du niveau d'eau de la rivière Richelieu à la station du centre de plein air de l'Estacade à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix entre 2011 et 2017. ....	9
Figure 3-3	Bathymétrie des canaux 6 à 8 de la partie centrale de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. ....	13
Figure 3-4	Bathymétrie des canaux 9 à 11 de la partie sud de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. ....	14
Figure 3-5	Bathymétrie des canaux 12 et 13 de la partie sud de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. ....	14
Figure 3-6	Bathymétrie du canal 18 de la partie nord de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. ....	16
Figure 3-7	Affectation du sol. Aperçu global (tiré du plan d'urbanisme de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix). ....	34
Figure 3-8	Affectation du sol. Détail du village (tiré du plan d'urbanisme de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix). ....	35
Figure 4-1	Drague à benne preneuse. ....	38
Figure 4-2	Dragues rétrocurveuses. ....	39
Figure 4-3	Drague suceuse à tête désagréatrice. ....	40
Figure 4-4	Drague Amphibex. ....	40
Figure 4-5	Équipements terrestres : pelles mécaniques et camions. ....	41
Figure 4-6	Chaland à fond ouvrant pour le transport des matériaux dragués. ....	42

# 1 INTRODUCTION

La municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix (SPIN), située dans la municipalité régionale de comté (MRC) du haut Richelieu, est considérée comme la capitale nautique du Québec, en raison de la présence de nombreuses marinas et de sa position stratégique à la source de la rivière Richelieu et à la sortie du lac Champlain. La municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix veut entretenir les canaux de son territoire qui subissent, depuis leur ouverture, un problème d'accumulation de sédiments à leur embouchure sur la rivière Richelieu. L'objectif du projet est de s'assurer qu'il y ait des profondeurs d'eau adéquates et sécuritaires pour la navigation de plaisance et les opérations courantes des nombreuses marinas. Ce programme d'entretien par dragage vise à résoudre la problématique de sédimentation en minimisant l'impact environnemental des travaux.

Ce projet comprend des dragages sur une superficie de plus de 5 000 m<sup>2</sup>, et est donc assujéti à la procédure d'évaluation des impacts sur l'environnement en vertu de la section IV.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* [L.R.Q., Q-2] et de l'article 2b du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* [Q.2, r.9]. Conformément à l'article 31.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, ce document constitue l'étude d'impact sur l'environnement nécessaire à l'obtention d'un décret du Conseil des ministres. L'étude d'impact a été préparée en conformité avec la directive finale du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), transmise au mois d'avril 2017 (dossier 3211-02-309) et modifiée par la *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques* adoptée le 16 juin 2017.

Cette étude d'impact vient aussi soutenir les autres demandes d'autorisation qui pourraient être requises par les autorités suivantes :

- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune);
- Pêches et Océans Canada (MPO) (Loi sur les Pêches);
- Centre d'expertise hydrique (Loi sur le régime des eaux);
- Transports Canada (Loi sur la protection de la Navigation).

Ce rapport présente d'abord le contexte et la justification des travaux nécessaires (au chapitre 2). Les aspects physiques, biologiques et humains du milieu récepteur sont ensuite décrits (au chapitre 3). On présente ensuite les différentes alternatives du projet et le projet retenu au chapitre 4). L'analyse des impacts et les mesures d'atténuation sont présentées au chapitre 5 et finalement, la description des programmes de surveillance et de suivi environnementaux est présentée au dernier chapitre (chapitre 6)..



## 2 MISE EN CONTEXTE DU PROJET

### 2.1 LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-PAUL-DE-L'ÎLE-AUX-NOIX

La municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix (SPIN) est située le long de la rivière Richelieu près de la frontière entre le Canada et les États-Unis. La rivière Richelieu constitue la principale voie navigable entre la vallée du Saint-Laurent au Québec et les États-Unis et l'immense plan d'eau qu'est le lac Champlain. Il est possible de naviguer du lac Champlain jusqu'à New York et jusqu'à la côte est américaine, c'est donc dire l'importance de la rivière Richelieu comme voie de circulation nautique.

La municipalité s'est développée autour d'un système de canaux intérieurs entre lesquels ont été édifiées des infrastructures commerciales principalement axées vers le nautisme, ainsi que des résidences avec accès au plan d'eau. Au fil des ans, Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix est devenu la capitale du nautisme au Québec, comprenant onze marinas et trente commerces voués au nautisme, fournissant ainsi près de 250 emplois directs et indirects. La municipalité est dirigée par le maire et six conseillers tous élus. Les coordonnées de l'initiateur du projet sont les suivantes :

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

959, rue Principale  
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix (Québec) J0J 1G0  
Tél. : 450 291-3166  
Fax : 450 291-5930  
Courriel : [info@ileauxnoix.qc.ca](mailto:info@ileauxnoix.qc.ca)  
Monsieur Claude Leroux, maire

Le consultant en environnement mandaté pour la réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement de ce projet est Marc Pelletier, Expert en Environnement Aquatique, dont les coordonnées sont les suivantes :

#### **Marc Pelletier**

1777, chemin du fleuve  
Lévis (Québec) G6W 1Z6  
Tél. : 418 951-2363  
[marcp@sympatico.ca](mailto:marcp@sympatico.ca)

## 2.2 HISTORIQUE DE DÉVELOPPEMENT DES CANAUX

Le territoire du haut Richelieu et du lac Champlain a d'abord été exploré par Champlain en 1609. Le territoire a ensuite fait l'objet d'une première concession en 1733. Cette concession englobait tous les villages situés autour de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. La paroisse et la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix furent nées du démembrement de la paroisse de Saint-Valentin en 1898. Durant ces années, le Fort Lennox situé sur l'Île-aux-Noix était déjà voué à un usage nautique et touristique, puisqu'en 1899, un premier bateau à vapeur effectuait déjà la liaison Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix avec l'Île-aux-Noix.

À la suite de l'inondation de la rivière Richelieu en 1903 et dans les années suivantes, des représentations furent faites auprès des gouvernements pour que des ouvrages de régularisation soient construits. Des dragages d'approfondissement et d'élargissement de la rivière furent effectués en 1908, 1910 et 1911. Ces travaux furent repris en 1939, et les plus récents travaux d'élargissement remontent à 1942.

La construction des premiers canaux a commencé en 1955 par creusage par M. Gérald Fortin d'un canal menant jusqu'à la rivière. Plusieurs autres canaux ont, par la suite, été creusés et les matériaux du creusage servaient, par la suite, à l'élévation du terrain de part et d'autre, l'aménagement de rue et le lotissement des parcelles créées. Le développement André Gagnon, notamment entre les 59<sup>e</sup> et 64<sup>e</sup> avenues, a permis à ce moment d'augmenter considérablement la population de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. Ainsi, de 1961 à 1998 la population de SPIN a presque triplé, passant de 681 à 1864 habitants (Régis Langlois, 1997).

## 2.3 DESCRIPTION DES CANAUX

La municipalité compte actuellement 18 canaux principaux répartis dans trois zones (figure 2.1) :

- La partie centrale située au centre de la municipalité entre les 55<sup>e</sup> et 67<sup>e</sup> avenues et entre les 2<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> rues (8 canaux, figure 2.2);
- La partie nord entre la 79<sup>e</sup> et la 97<sup>e</sup> avenue (5 canaux, figure 2.3);
- La partie sud entre la 29<sup>e</sup> et la 39<sup>e</sup> avenue (5 canaux, figure 2.4).

Ces canaux sont caractérisés par une utilisation nautique, soit par des résidents propriétaires de quais privés ou soit par des marinas possédant plusieurs espaces à quais. Le tableau 2.1 présente les dimensions des canaux à entretenir ainsi que le nombre d'espaces à quai privés ou appartenant à des marinas. Les espaces à quai ont été estimés sommairement sur la base des quais présents sur la photographie aérienne de 2014 et ne constituent donc pas une évaluation précise de la capacité actuelle des canaux.



Figure 2-1 Les canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

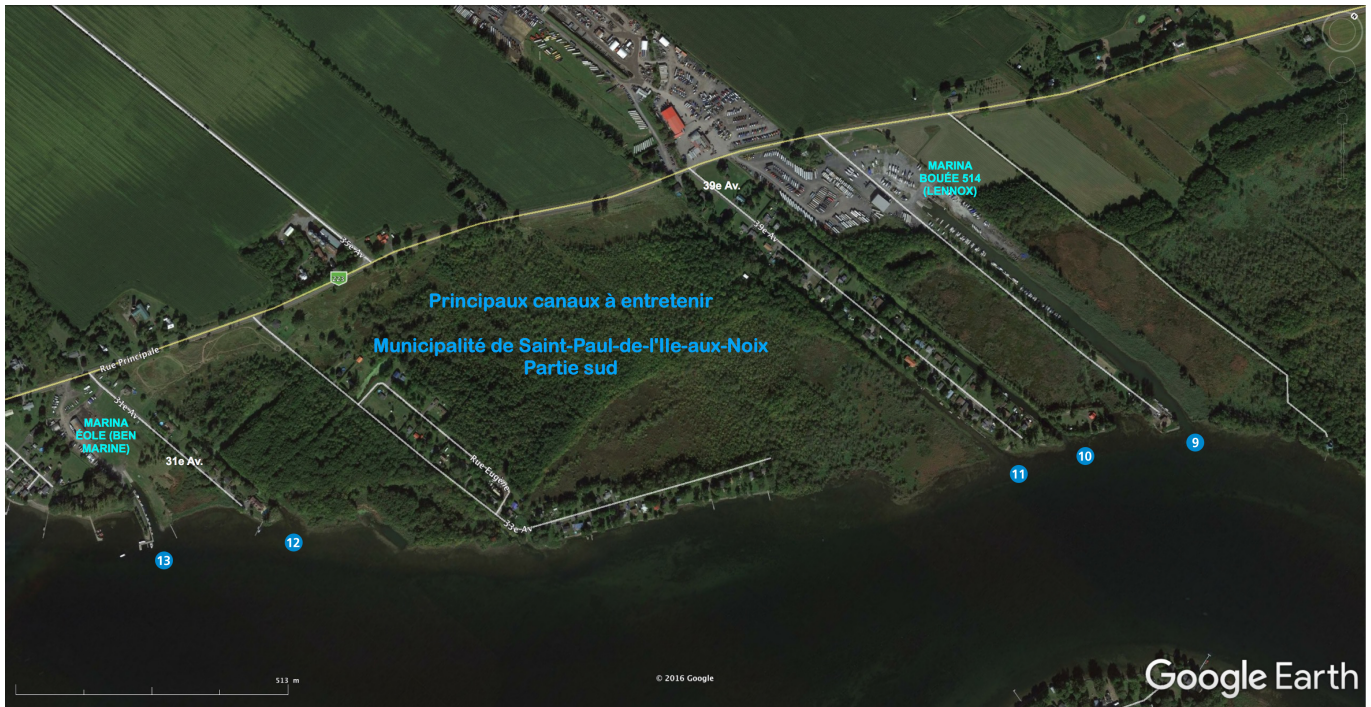


Figure 2-2 Les canaux de la partie centrale de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.





**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.**



**Tableau 2.1 Caractéristiques des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.**

Zone	No canal	Largeur moyenne (m)	Longueur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Nb quais commerciaux	Nb quais privés	Total	Particularités
Centre	1	45	630	28350	52	12	64	
	2	60	695	41700	19	34	53	
	3	45	805	36225	34	19	53	
	4	45	865	38925	26	28	54	
	5	40	940	37600		52	52	Ruisseau à la tête
	canaux latéraux entre 5 et 6 (6d-6e-6f)	25	310	7750		11	11	
	6 (incluant 6a)	30	585	17550	74	17	91	
	canaux latéraux de 6 (6b-6c)	45	415	18675		38	38	
Sud	7	30	375	11250	13	30	43	
	canal extension 7	10	400	4000				Canal d'accès au chenal naturel
	8	35	385	13475	18	22	40	
	9	35	660	23100	35		35	
	10	20	650	13000		12	12	
	11	20	525	10500		17	17	
	12	15	325	4875		10	10	
	13	25	115	2875	15		15	
Nord	14	30	215	6450	27		27	
	15	35	160	5600	19		19	
	16	30	85	2550		4	4	
	17	30	185	5550			0	
	18	25	420	10500		2	2	
Total			9745	340500	332	308	640	

## 2.4 CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

Depuis quelques années, le phénomène de sédimentation à la sortie de ces canaux ainsi que l'occurrence de très faibles niveaux d'eau rendent la navigation dans ces canaux très difficile, et dans certains cas, impossible. La sédimentation est particulièrement active à l'embouchure des canaux sur la rivière Richelieu. Ce phénomène affecte la majorité des canaux.

L'objectif du projet est donc de restaurer les profondeurs d'eau et les échanges d'eau, et donc de réhabiliter les conditions optimales de vie de la faune aquatique à l'intérieur des canaux et d'assurer la navigabilité des canaux en effectuant un dragage d'entretien périodique des embouchures de chacun de ces canaux.

## 2.5 JUSTIFICATION DU PROJET

L'histoire et le développement de la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix sont intimement liés au milieu aquatique. Dès l'arrivée des premiers colons, la rivière Richelieu a été utilisée pour la navigation et le transport maritime ainsi que pour la défense du territoire par diverses forces armées et les premières nations.

Dans les années 50, des riverains ont commencé à construire les premiers canaux, permettant ainsi une navigation plus facile vers la rivière Richelieu et l'Île-aux-Noix et ont entrepris la construction de bâtiments résidentiels et commerciaux. Le développement des infrastructures et d'un camping sur l'Île-aux-Noix, ainsi que de pourvoiries le long des canaux et des rives du Richelieu s'ensuivirent. Par la suite, les marinas se sont installées progressivement pour donner à la municipalité le nom de Capitale du Nautisme au Québec.

Ainsi, une grande partie de l'économie de la municipalité repose sur l'activité nautique, que ce soit la vente, la réparation, l'hivernage et le gardiennage de bateaux et la présence de 11 marinas et de 30 commerces liés directement au nautisme. Le nautisme fournit actuellement environ 250 emplois, dont 100 emplois directs, et 150 emplois indirects.

Or, depuis la construction des canaux, le phénomène naturel d'accumulation des sédiments transportés par la rivière Richelieu a réduit considérablement les profondeurs d'eau dans certaines parties de ces canaux. Il rend donc la circulation des bateaux difficiles et parfois impossibles lors des périodes d'étiage, en particulier à

l'automne lors de la rentrée des bateaux pour l'hivernage. De plus l'évolution actuelle dans les dimensions des bateaux naviguant à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix montre que les tirants d'eau ont augmenté considérablement au cours des dernières années. Cette augmentation ne fait qu'intensifier la problématique actuelle.

Les problèmes de navigabilité engendrée par ces accumulations entravent les opérations nautiques et engendrent à court et moyen terme des impacts négatifs sur l'activité nautique en général. Puisque l'activité nautique constitue l'activité principale de la municipalité, il est donc impératif de s'attaquer et de résoudre cette problématique. En effet, si on laisse cette problématique s'intensifier, on peut s'attendre à des conséquences désastreuses pour la municipalité, à savoir :

- La diminution de l'activité nautique;
- Le délaissement des marinas par les utilisateurs actuels;
- La perte d'emplois et de revenus de l'industrie et des commerces reliés au nautisme;
- La fermeture d'entreprises;
- La perte de valeur des propriétés riveraines;
- L'exode des touristes et des villégiateurs.

L'entretien des canaux s'avère donc un projet pleinement justifié et absolument nécessaire au développement et à la survie de l'activité principale de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, à savoir le nautisme.

## 2.6 SOLUTIONS DE RECHANGE AU PROJET

Aucune solution de rechange ne permet malheureusement pas de contourner la solution du dragage. Seules différentes méthodes et techniques de dragage, de transport et de disposition sont étudiées et peuvent être évaluées afin de minimiser les impacts de ce projet. De plus, différentes mesures de mitigation sont envisagées afin de réduire les volumes à draguer et les impacts associés.



### 3 ÉTAT INITIAL DU MILIEU RÉCEPTEUR

#### 3.1 ZONE D'ÉTUDE

L'étude d'impact environnemental et social du programme décennal de dragage d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix (SPIN) porte essentiellement sur les zones problématiques de dragage.

De façon générale, la zone d'étude doit couvrir tous les éléments du milieu qui risquent d'être affectés par le projet, particulièrement le milieu fluvial, riverain et tout ce qui s'y rattache. De plus, la portée potentielle du panache de dispersion dans le milieu aquatique est un aspect important à considérer. Enfin, la présence de zones de préservation ou de zones sensibles à proximité du site constitue un élément particulier à prendre en compte.

Pour les besoins de l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE), la zone d'étude proposée est montrée à la figure 3.1. La zone d'étude comprend la presque totalité de la municipalité, soit sur une distance totale de 11 km, et elle comprend aussi la rivière Richelieu.

Afin de tenir compte des impacts potentiels du projet sur le milieu social, une zone d'étude élargie englobe la totalité de la MRC du Haut-Richelieu.

**Figure 3-1 Zone d'étude**



#### 3.2 MILIEU PHYSIQUE

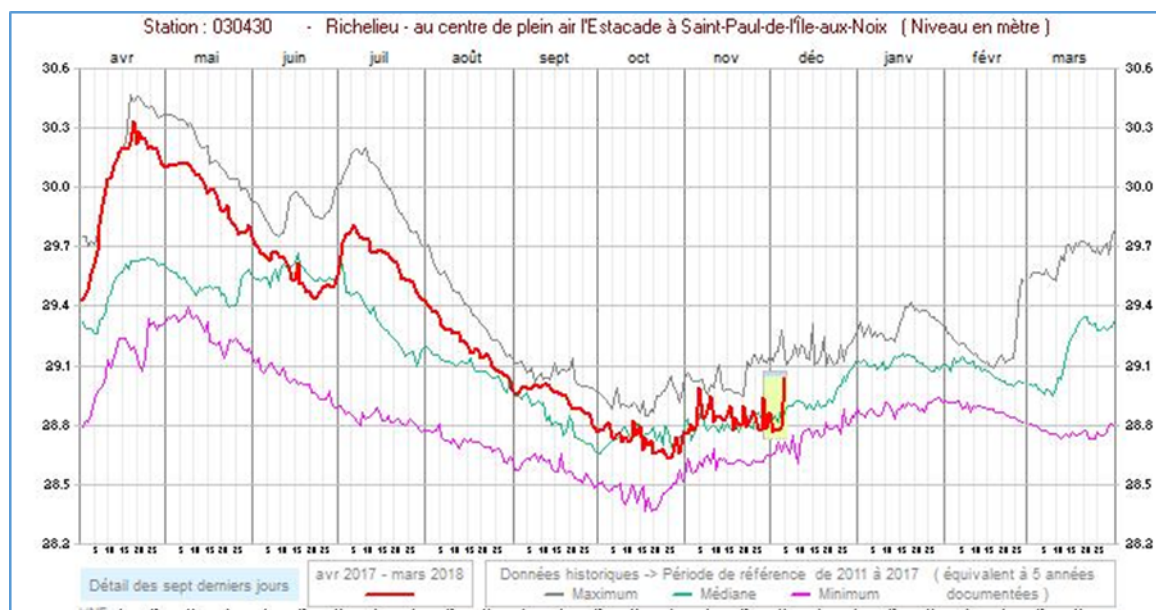
Cette section présente les principaux éléments du milieu physique dans la zone d'étude afin de bien décrire le milieu d'insertion du projet et les éléments susceptibles d'être affectés ou affectant directement la nature du projet.

### 3.2.1 Hydrologie et niveaux d'eau

La zone d'étude est traversée par la rivière Richelieu. Celle-ci alimente tous les canaux situés à proximité. La rivière Richelieu prend sa source du lac Champlain et la majeure partie du bassin versant de la rivière Richelieu, soit 84 % se trouve en territoire américain. La rivière Richelieu est le plus important tributaire de la rive-sud du fleuve Saint-Laurent. Le débit du Richelieu à la hauteur du barrage de Carignan a varié entre 40 m<sup>3</sup>/s en étiage et 1600 m<sup>3</sup>/s en crue durant la période de 1970 à 2012 (<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/regions/region16/16-monteregie.htm#21>). Les variations du niveau d'eau à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix entre 2011 et 2017 sont illustrées à la figure 3.2. Ces niveaux d'eau sont exprimés en élévations géodésiques.

Les niveaux d'eau maximaux supérieurs à l'élévation de 30 m sont atteints généralement lors de la crue printanière soit autour de la mi-avril. Les niveaux baissent ensuite progressivement pour atteindre les niveaux les plus bas vers la mi-octobre. Les niveaux les plus bas enregistrés à la station de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix correspondent à l'élévation géodésique 28.35 m. Cette élévation correspond aussi au zéro des cartes bathymétriques produites par le Service Hydrographique du Canada. Cette élévation est aussi le niveau de référence utilisé pour la bathymétrie des canaux effectués en avril 2017 et pour l'analyse des besoins en dragage des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

**Figure 3-2 Variations du niveau d'eau de la rivière Richelieu à la station du centre de plein air de l'Estacade à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix entre 2011 et 2017.**



### 3.2.2 Qualité de l'eau

La qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Richelieu peut être affectée par différents types de pollution d'origine industrielle, municipale ou agricole. La zone d'étude étant caractérisée par de grandes cultures céréalières la pollution d'origine agricole est potentiellement la plus importante. Les données de la banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA) du MDDELCC fournissent les résultats de la compilation des échantillonnages faits dans le bassin du Richelieu. Les données les plus récentes portent sur les années 2014 à 2016 et proviennent toutes d'une station située en amont de la zone à l'étude soit à Lacolle.

Les données montrent que la qualité de l'eau à Lacolle est de bonne qualité avec un indice de qualité (IQBP) moyen de 88, ce qui permet tous les usages de l'eau. Le tableau suivant présente les statistiques descriptives pour les paramètres analysés. La concentration des matières en suspension a varié de 0,5 à 11 mg/L (filtration à 1,2µm).

**Tableau 3.1 Qualité de l'eau en amont du site d'étude (source BQMA, MDDELCC, 2018).**

PARAMÈTRE	UNITÉ	N	MOYENNE	ÉCART	MINIMUM	C1	C5	C10	Q1	MÉDIANE	Q3	C90	C95	C99	MAXIMUM
AZOTE AMMONIACAL (FILTRÉ OU NON)	mg/l	31	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.09	0.09
AZOTE TOTAL (FILTRÉ OU NON)	mg/l	31	0.35	0.12	0.12	0.12	0.16	0.19	0.23	0.35	0.44	0.48	0.52	0.55	0.55
CARBONE ORGANIQUE DISSOUS	mg/l	31	3.2	0.3	2.5	2.5	2.6	2.9	3.0	3.2	3.3	3.5	3.7	4.0	4.0
CHLOROPHYLLE A ACTIVE	µg/l	15	2.10	0.79	0.68	0.68	0.68	0.92	1.45	2.27	2.74	2.86	3.47	3.47	3.47
CHLOROPHYLLE A TOTALE	µg/l	15	3.14	1.03	1.27	1.27	1.27	1.67	2.27	3.41	3.99	4.47	4.49	4.49	4.49
COLIFORMES FÉCAUX	UFC/100 ml	30	3	3	1	1	1	1	1	1	2	5	13	16	16
CONDUCTIVITÉ	µS/cm	31	175.8	21.3	140.0	140.0	150.0	160.0	160.0	170.0	180.0	200.0	220.0	250.0	250.0
NITRATES ET NITRITES (FILTRÉ OU NON)	mg/l	31	0.18	0.11	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.22	0.28	0.30	0.33	0.37	0.37
PH	pH	31	8.0		7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	8.0	8.0	8.1	8.2	8.4	8.4
PHOSPHORE DISSOUS PERSULFATE	mg/l	8	0.006	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.006	0.009	0.011	0.011	0.011	0.011
PHOSPHORE TOTAL	mg/l	31	0.013	0.007	0.004	0.004	0.006	0.007	0.009	0.011	0.014	0.019	0.022	0.040	0.040
PHÉOPHYTINE A	µg/l	15	1.04	0.43	0.59	0.59	0.59	0.67	0.73	0.89	1.28	1.89	1.97	1.97	1.97
SOLIDES EN SUSPENSION	mg/l	31	1.8	1.9	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	11.0	11.0
TEMPÉRATURE	°C	30	9.5	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.0	19.0	22.5	24.0	24.0	24.0
TURBIDITÉ	UTN	31	1.2	0.6	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	1.1	1.5	1.8	2.3	3.2	3.2

### 3.2.3 Topographie riveraine et bathymétrie

La zone d'étude se situe dans la vallée du Richelieu où le relief est peu accentué, les élévations étant toujours inférieures à 40 m et légèrement au-dessus de 30 m (figure 3-3).

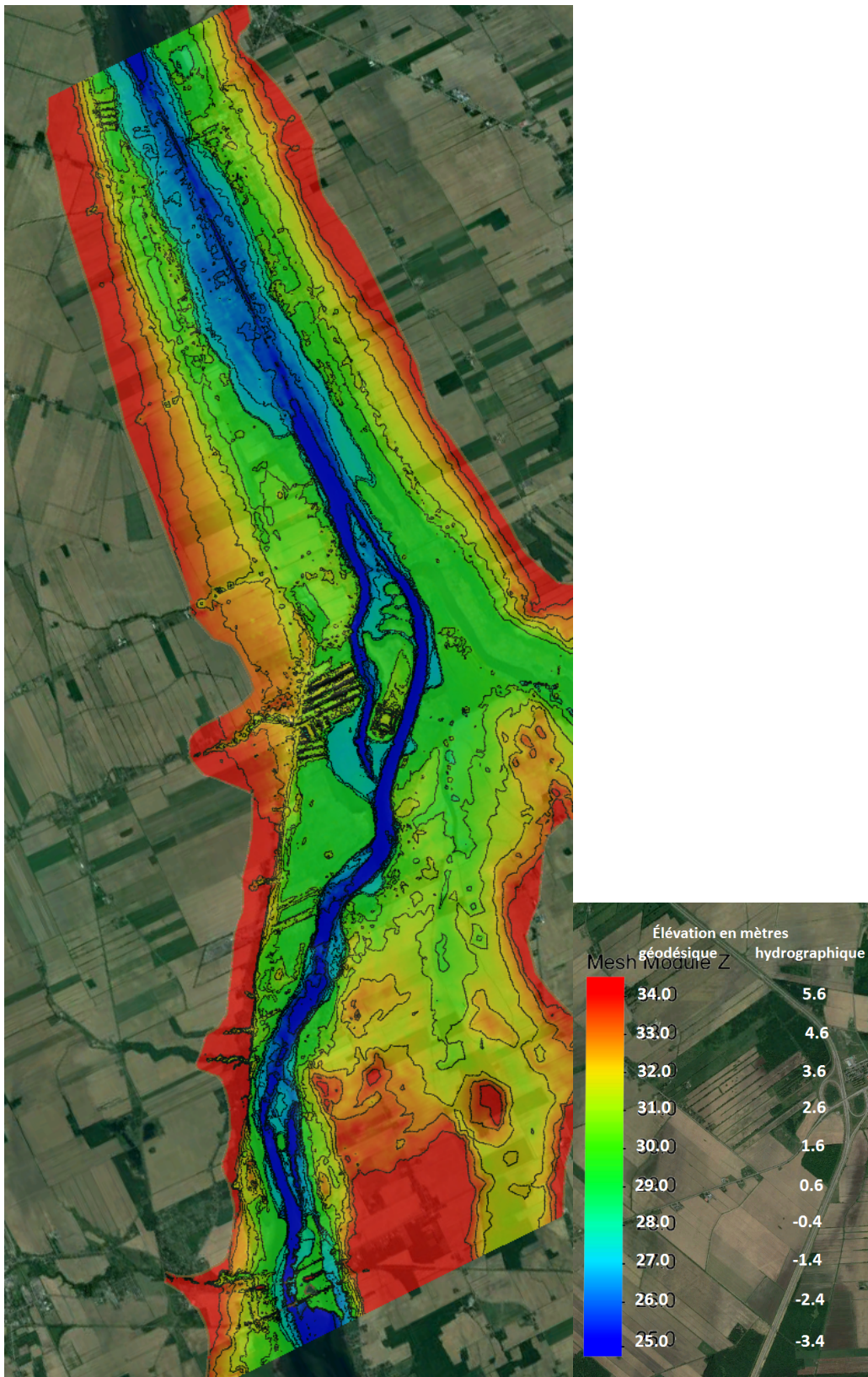
L'élévation moyenne de la rivière Richelieu étant d'environ 29,5 m, les zones riveraines sont facilement inondables lors des crues atteignant des niveaux supérieurs à cette élévation moyenne. Les inondations survenues dans le bassin du Lac Champlain et de la rivière Richelieu entre la fin avril et le début de juin 2011 démontrent à quel point ces zones riveraines sont à risque. Pendant cette période, le niveau d'eau à la sortie du lac Champlain à Rouses Point dépassa 31 m (102 pieds).

Les profondeurs d'eau de la rivière Richelieu sont généralement peu importantes. Le chenal principal est caractérisé par des profondeurs variant de 2 à 7m dans les zones les plus profondes. Au droit de l'Île-aux-Noix, deux chenaux coexistent le plus profond étant situé à l'est de l'île. Le chenal situé à l'ouest de l'île entre la 39e et la 65e avenue est peu profond atteignant des profondeurs souvent inférieures à 3m.

À noter que les canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix n'ont pas fait l'objet de sondage précis par le Service Hydrographique du Canada. Pour pallier ce manque d'informations, nous avons réalisé une campagne de levés bathymétriques de tous les canaux qui devront être entretenus. La méthodologie détaillée et les résultats sont consignés dans un rapport sectoriel joint à l'annexe A (Pelletier, 2018). Les sections qui suivent présentent l'état de la bathymétrie pour la navigation et le nautisme. La numérotation des canaux est indiquée sur les figures suivantes (figure 3-4 à 3-9). Ces figures présentent aussi la localisation et la profondeur des zones à draguer. Le chapitre 4 présente la démarche détaillée d'élaboration des caractéristiques du projet d'entretien



**Figure 3.3** Carte bathymétrique de la rivière Richelieu et topographie de la zone d'étude. (élevations géodésiques et hydrographiques, Source Environnement Canada, 2018)



### 3.2.3.1 Canaux de la partie centrale

Les canaux 1 à 5 sont limités au nord par le marais du village et au sud par la 59<sup>e</sup> avenue (figure 3.4). Les canaux 1 à 4 offrent des profondeurs intérieures maximales variant de 1,5 m à 2,5 m. Ces canaux permettent d'accéder aux marinas suivantes :

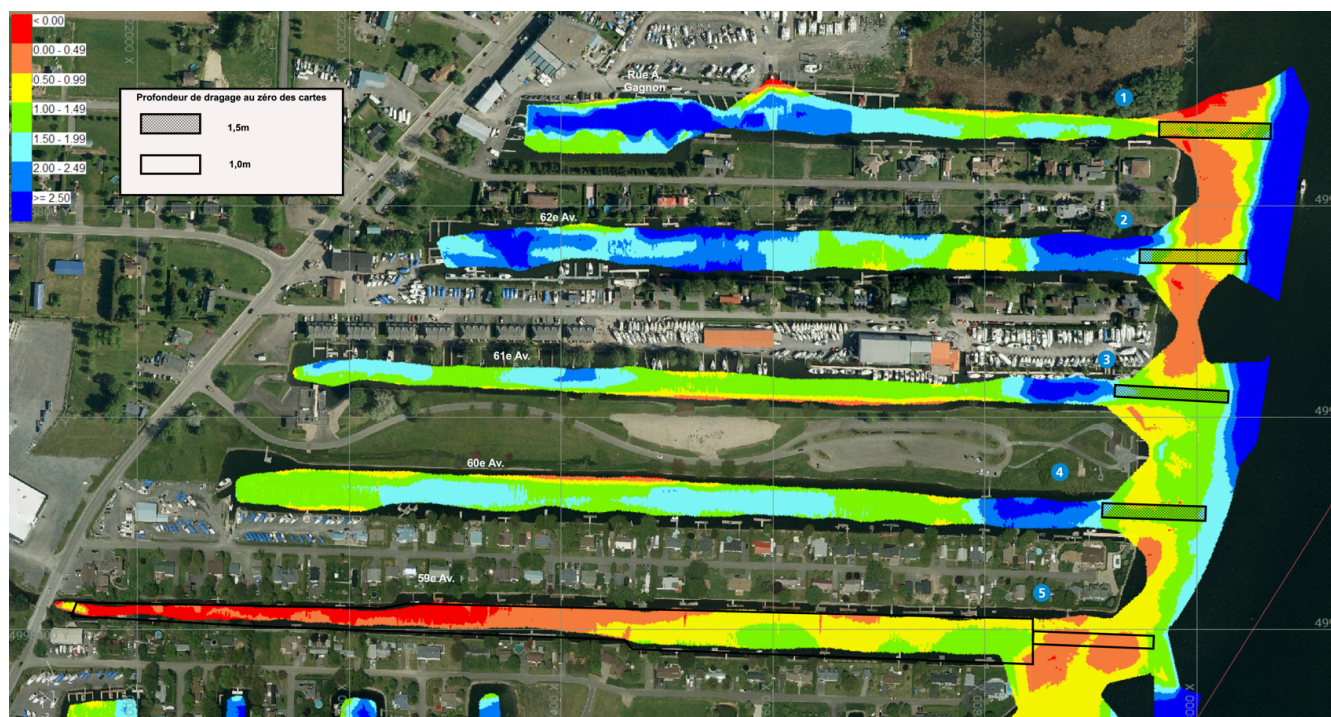
- Marina Daniel Masson (canal 1);
- Marina P.A. Gagnon et Marina Menui-Fibre (canal 2);
- Marine 360 (canal 3);
- Marina de Saint-Paul-de-L'Île-aux-Noix (canal 4).

Les canaux 3 et 4 sont aussi utilisés par Parcs Canada dont le parc occupe les terrains adjacents à la 61<sup>e</sup> avenue.

La profondeur des embouchures des canaux 1 à 4 varie entre 0,5 et 1,5 m. Le canal 5 plus au sud est peu profond, car il est alimenté en eau par le Grand Ruisseau. Les profondeurs y varient de moins de 0,5 m dans la moitié intérieure à la sortie du Grand Ruisseau jusqu'à des profondeurs variant entre 0,5 à 1,5 m dans la moitié est se joignant au Richelieu. L'embouchure de ce canal est peu profonde et comprend deux zones de moins de 0,5 m.

Les zones à entretenir sont illustrées sur la figure 3.4. Elles correspondent aux embouchures des canaux 1 à 4 qui doivent être entretenues à la profondeur de 1,5 m. L'embouchure du canal 5 ainsi que le canal lui-même devraient être approfondis à 1,0 m, puisque lors des bas niveaux d'eau, il devient non navigable pour la plupart des embarcations.

**Figure 3.4 Bathymétrie des canaux 1 à 5 de la partie centrale de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix**



Les canaux 6 à 9 sont situés entre la 55<sup>e</sup> avenue et la 59<sup>e</sup> avenue (figure 3.5). Cette partie comprend aussi plusieurs canaux orientés nord-sud, numérotés de 6a à 6f entre la rue principale et les 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> rue. La plupart de ces canaux, sauf les canaux 6e et 6f, sont caractérisés par des profondeurs intérieures variant entre 1,0 et 2,0 m avec quelques zones plus profondes de plus de 2,0 dans les canaux 6b, 6c et 6d.



Tous les canaux orientés est-ouest, en plus du canal 6a, comprennent des espaces à quais opérés par la marina Fortin. Les autres canaux sont essentiellement utilisés par les propriétaires des résidences riveraines.

Les profondeurs des entrées des canaux commerciaux 6 à 8 varient entre 0,5 et 1,0 m et elles devront être entretenues à une profondeur de 1,5 m. De plus les entrées de canaux 6b et 6c devraient aussi être approfondies à 1,0 m puisque leurs profondeurs varient de 0,0 m à 1,0 m. Les canaux plus à l'est (6d, 6e, 6f) sont beaucoup trop éloignés du chenal principal ou même de l'extension du canal 7 vers le chenal principal pour que leur entretien soit envisagé.

L'extension du canal 7 est le seul canal disponible qui permet aux embarcations des canaux 6 à 8 d'accéder au chenal de navigation principal de la rivière Richelieu qui longe le côté ouest de l'Île-aux-Noix. Ce canal traverse une vaste zone dont les profondeurs varient entre 0,5 m et 1,0 m et devra donc être entretenu à une profondeur minimale de 1,5 m.

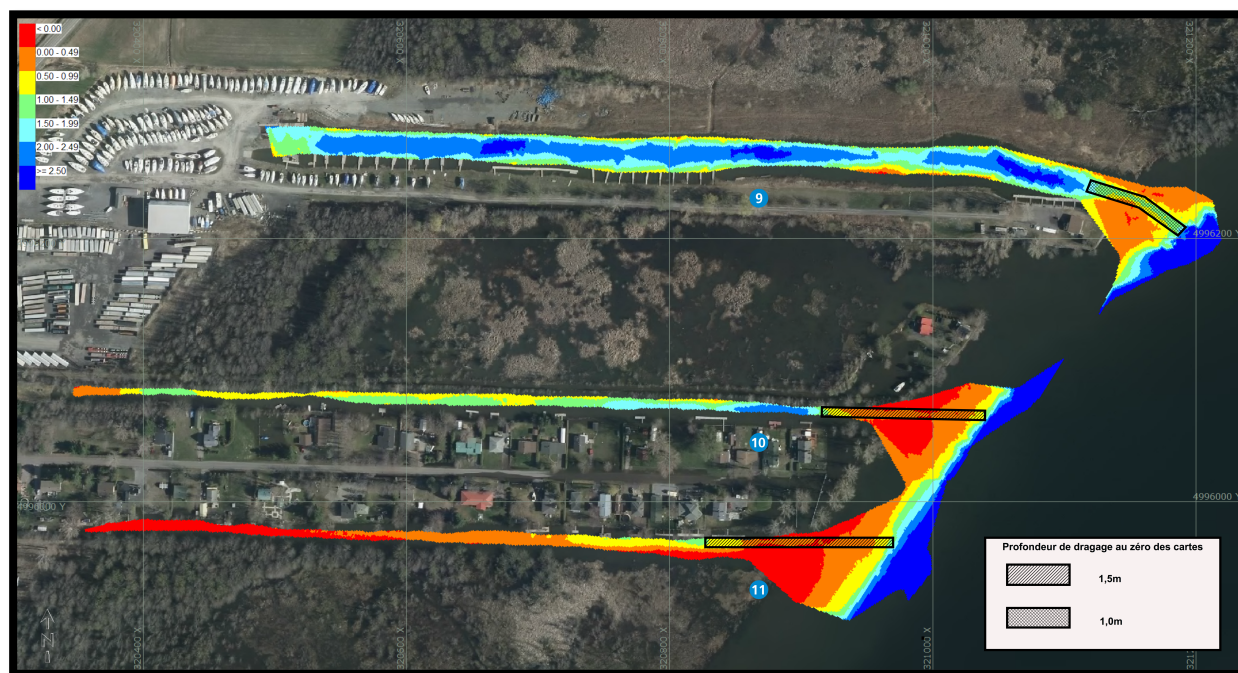
**Figure 3-3 Bathymétrie des canaux 6 à 8 de la partie centrale de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.**



### 3.2.3.2 Canaux de la partie sud

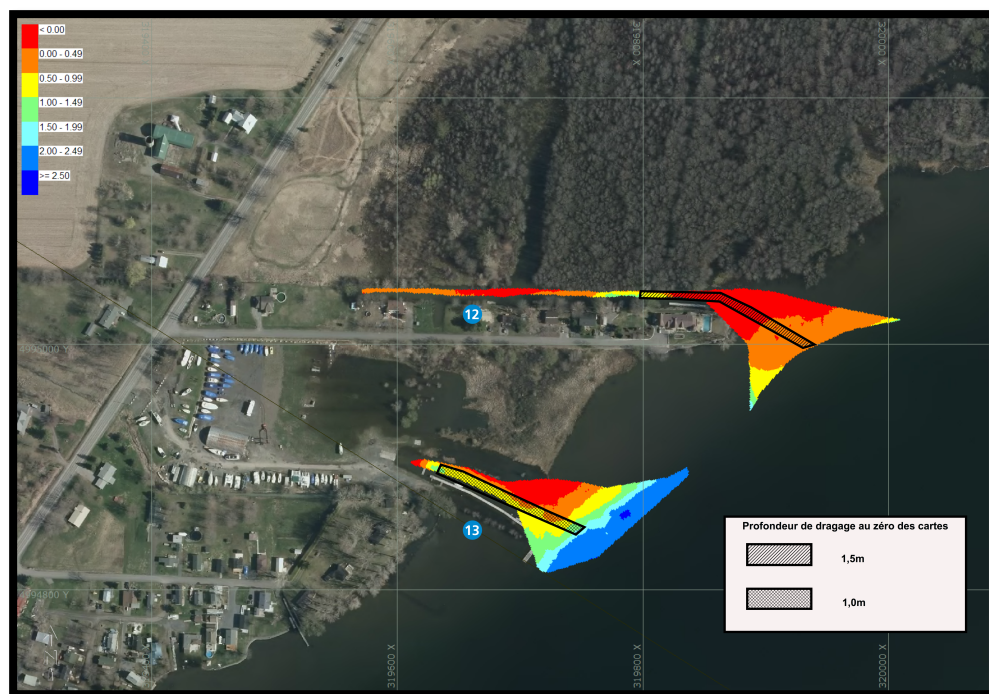
Cinq canaux se retrouvent dans la partie sud de la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix (figures 3.6 et 3.7). À l'exception du canal 9 qui est plus profond, tous ces canaux sont peu profonds et varient en profondeur entre 0,0 m et 1,5 m. Le canal 9 qui est opéré par la marina Bouée 514 (Marina Lennox) est caractérisé par des profondeurs maximales supérieures à 2,5 m. Par contre, toutes les embouchures nécessitent un entretien. Le canal 9 est limité à une profondeur de 1,0 m et devra donc être entretenu à 1,5 m. Les deux canaux plus au sud (les canaux 10 et 11) sont très peu profonds, particulièrement le canal 11 alimenté par le ruisseau Gamache. Ces canaux ont à peine 0,5 à 1,0 m de profondeur. Leur embouchure devra être approfondie à 1,0 m.

**Figure 3-4 Bathymétrie des canaux 9 à 11 de la partie sud de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix**



Les canaux 12 et 13 situés à l'extrémité sud sont aussi peu profonds soit des profondeurs maximales de 1,0 m (figure 3.7). Le canal 12 est très étroit et se termine dans une zone marécageuse. Son embouchure est caractérisée par une zone de moins de 0,0 m qui devra être approfondi à 1,0 m. Le canal 13 est très court et abrite les opérations de la marina Éole inc. (Ben Marine inc.). Les profondeurs d'eau à l'intérieur comme à l'embouchure varient de 0,0 à 1,0 m. L'embouchure et une partie du canal devraient être approfondis à 1,5 m.

**Figure 3-5 Bathymétrie des canaux 12 et 13 de la partie sud de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.**





### 3.2.3.3 Canaux de la partie nord

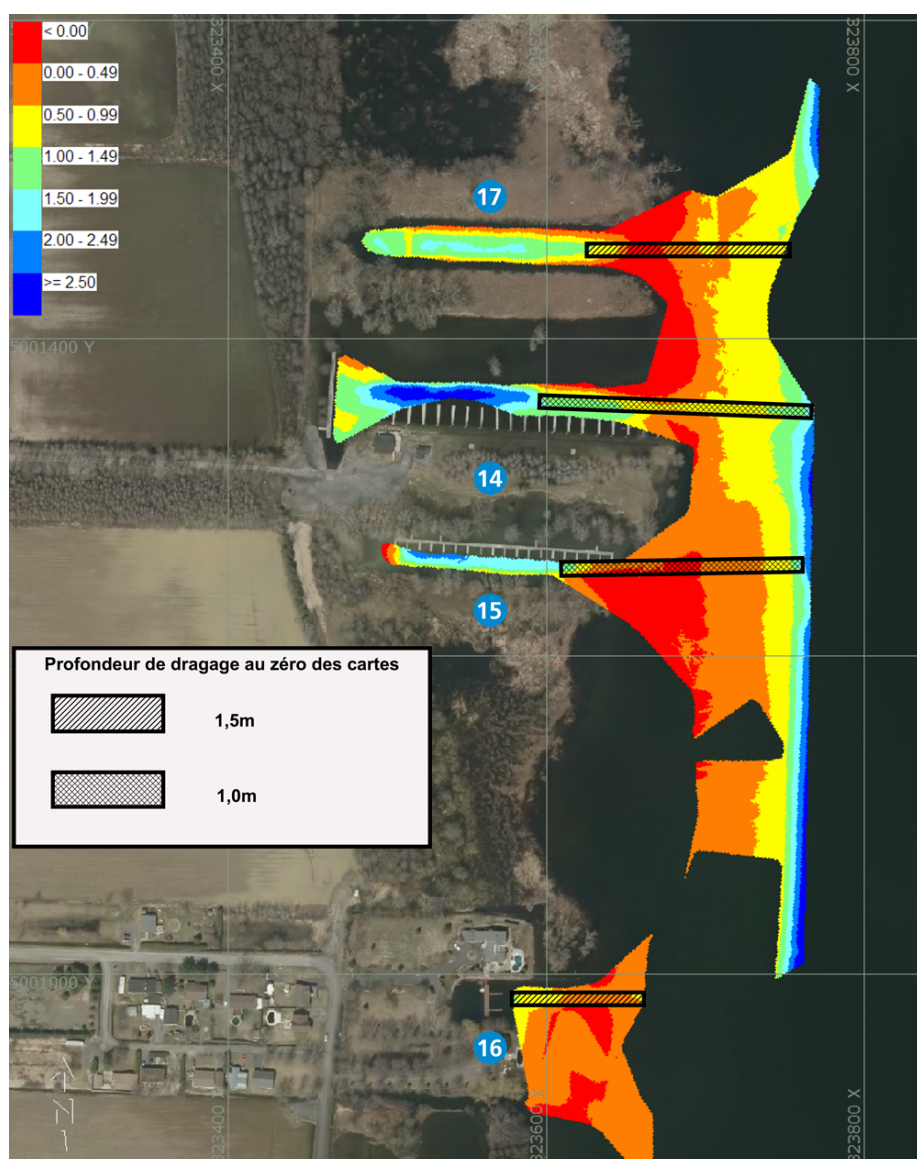
Les canaux de la partie nord comprennent 2 canaux privés (16 et 18), 2 canaux commerciaux opérés par la Marina Le Refuge (14 et 15) et un canal encore vierge récemment acquis par M. Gilles Robert (figures 3.8 et 3.9).

Les canaux 14 et 15, actuellement utilisés par la marina Le Refuge, disposent de profondeurs maximales variant de 1,5 m à plus de 2,5 m. Les profondeurs des embouchures varient de moins de 0,0 m à 1,0 m et devront donc être approfondies à 1,5 m pour permettre une libre circulation.

Le canal 17 situé au nord possède une profondeur maximale de 1,5 à 2,0 m, mais la profondeur de son embouchure est inférieure à 0,0 m. Pour l'instant, ce canal n'est pas utilisé, mais lorsqu'il sera en activité, il devra au moins être approfondi à la profondeur de 1,0 m.

Les canaux 16 et 18 sont deux canaux privés dont le canal d'accès est peu profond soit entre 0,0 m et 0,5 m. Ils devront être entretenus à 1,0 m.

**Figure 3.8 Bathymétrie des canaux 14 à 17 de la partie nord de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix**



**Figure 3-6 Bathymétrie du canal 18 de la partie nord de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix**

### 3.2.4 Nature et qualité des sédiments

Une caractérisation de la nature et de la qualité des sédiments a été effectuée en avril 2017. En tout, 54 échantillons des sédiments de surface ont été recueillis et analysés. De plus, 12 prélèvements effectués pour des organismes privés ont été réalisés dans les canaux 9 et 16. Des échantillons supplémentaires ont été prélevés et analysés en mai 2018 afin de vérifier certaines teneurs situées près des critères de gestion pour les sols. Tous les résultats des analyses ont été regroupés selon le type d'analyse, soit granulométrique, soit chimique.

Les résultats des analyses granulométriques montrent une bonne homogénéité dans la granulométrie des sédiments. Ceux-ci sont composés principalement de silt et de sable fin. La proportion en sable tend à augmenter à l'embouchure des canaux alors que la proportion en silt diminue proportionnellement. Ces sédiments sont peu triés avec une asymétrie vers les particules fines.

Les résultats des analyses chimiques de la qualité des sédiments sont utilisés principalement dans la sélection du mode de gestion des sédiments. Les sédiments excavés peuvent faire l'objet d'une gestion soit terrestre, donc disposés dans un site prévu à cet effet ou être rejetés en eau libre sur un site autorisé. Cependant la gestion des sédiments en eau libre dans le bassin du Richelieu est interdite.

Les critères utilisés en milieu terrestre proviennent du guide d'intervention — Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés du MDDELCC (2017). Ce guide rassemble les exigences, les façons de faire et les procédures d'intervention prévues à la Politique de réhabilitation des terrains contaminés.

Ces critères (A, B, C) utilisés pour l'évaluation et la gestion des sols et des sédiments sont définis comme suit :

- Critère A : Teneurs de fond pour les paramètres inorganiques et limite de quantification pour les paramètres organiques. La limite de quantification est définie comme la concentration minimale qui peut être quantifiée à l'aide d'une méthode d'analyse avec une fiabilité définie.
- Critère B (valeurs limites réglementaires de l'annexe I du Règlement sur la Protection des Sols et des Terrains Contaminés (RPRT)) : Limite maximale acceptable pour des terrains résidentiels ou des terrains où se déroulent certains usages institutionnels (établissements d'enseignement primaire ou secondaire, centres de la petite enfance, garderies, centres hospitaliers, centres d'hébergement et de soin longue durée, centres

de réadaptation, centres de protection de l'enfance ou de la jeunesse, établissements de détention) et le premier mètre des aires de jeu des parcs municipaux.

- Critère C (valeurs limites réglementaires de l'annexe II du RPRT) : Limite maximale acceptable pour des terrains industriels, commerciaux, institutionnels non sensibles et récréatifs (pistes cyclables et parcs municipaux, sauf le premier mètre des aires de jeu), de même que pour ceux destinés à former l'assiette d'une chaussée ou d'un trottoir en bordure de celle-ci.

Les tableaux 3.2 à 3.5 présentent les résultats des analyses effectuées par un laboratoire accrédité et comparent les résultats obtenus aux critères utilisés pour la gestion en milieu terrestre et en milieu aquatique.

Les résultats ne démontrent aucune contamination pour les paramètres inorganiques (métaux). Les composés organiques montrent certains dépassements des limites de quantification, lesquelles sont de 0,1 PPM pour les composés individuels d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Les dépassements portent principalement sur le critère A des HAP, bien que dans la plupart des cas, il ne s'agit que d'un dépassement mineur. Les stations suivantes présentent un dépassement significatif du critère A en HAP :

- Partie centrale : canal 1 (station 26), canal 2 (station 21), canal 3 (stations 53 et 54) , canal 4 (station 19) , canal 5 (stations 16,17,51) , canal 6 (stations 7 et 9) , canal 6b (stations 10 et 11), canal 6d (station 49), canal 6e (station 15), canal 6f (station 50), canal 7 (stations 4 et 5) , canal 8 (stations 1,2 et 3);
- Partie sud : canal 9 (station SP1, SP2,SP6), canal 11 (station 30), canal 3 (stations 53 et 54) , canal 4 (station 19) , canal 5 (stations 16,17,51)
- Partie nord : canal 16 (stations SP-2, SP-3, SPIN-63)

De plus deux stations (6 et 51) et montrent des dépassements du critère B et devront faire l'objet de caractérisations supplémentaires afin de bien cerner la zone contaminée

Tableau 2.2 Résultats des analyses chimiques

Paramètre	Unité	Limite de détection	Critères de sol (MELCC,2019)			24	25	26	21	22	23	53	53 reprise	54	19	20	16	17	17 reprise	18	51	51 reprise	52	
			A	B	C																			
Date d'échantillonnage						02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	02-mai-17	23-avr-18	02-mai-17	
No laboratoire						PIN-24	PIN-25	PIN-26	PIN-21	PIN-22	PIN-23	PIN-53	SPIN-53	PIN-54	PIN-19	PIN-20	PIN-16	PIN-17	SPIN-17	PIN-18	PIN-51	SPIN-51	PIN-52	
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						1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	intérieur 5	intérieur 5	intérieur 5	
Carbone organique total (par titrage)	%	0.05				8.7	2.9	7.9	7.5	8.7	8.9	8.1		8.4	7.2	8.7	6.9	6.9		0.3	3.6		2.1	
Matière organique par oxydation chimique	%	< 0.01																						
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	<100	300	700	3500	<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	
Arsenic	mg/kg	0.7	6	30	50	1.7	1.4	2.3	2.0	2.1	2.1	2.6		2.6	2.2	2.6	2.3	2.6		0.9	2.0		2.1	
Baryum	mg/kg	20	340	500	2000	57	157	93	61	72	75	101		90	59	91	97	115		<20	120		82	
Cadmium	mg/kg	0.30	1.5	5	20	0.34	0.49	0.55	0.42	0.52	0.53	0.63		0.63	0.46	0.55	0.49	0.58		<0.30	0.39		0.31	
Chrome	mg/kg	1	100	250	800	17	34	27	19	22	23	29		29	18	27	20	28		5	22		17	
Cobalt	mg/kg	2	25	50	300	5	5	8	6	7	7	9		9	6	8	7	9		3	8		7	
Cuivre	mg/kg	1	50	100	500	19	39	29	22	26	27	32		33	20	31	21	25		3	19		14	
Étain	mg/kg	5	5	50	300	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5		<5	<5	<5	<5	<5		<5	<5		<5	
Manganèse	mg/kg	5	1000	1000	2200	209	142	>240	219	>240	>240	>240		>240	>240	>240	>240	>240		85	>240		>240	
Mercurure	mg/kg	0.02	0.2	2	10	0.07	0.06	0.09	0.07	0.11	0.10	0.07		0.07	0.07	0.10	0.09	0.07		0.05	0.03		0.04	
Molybdène	mg/kg	2	2	10	40	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2		<2	
Nickel	mg/kg	2	50	100	500	13	19	20	15	17	18	23		23	14	22	17	22		5	17		14	
Plomb	mg/kg	5	50	500	1000	11	9	14	11	13	14	17		16	10	14	11	13		<5	11		10	
Sélénium	mg/kg	0.5	1	3	10	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	1.2		1.1	0.8	0.9	0.8	0.8		<0.5	0.7		0.6	
Zinc	mg/kg	5	140	500	1500	54	36	69	53	62	65	80		78	51	77	60	77		19	65		54	
Sommission des BPC congénères (41 composés)	mg/kg	0.012	0.2	1	10	<0.010	<0.010	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012		<0.016	<0.010	<0.012	<0.012	<0.016		<0.010	<0.010		<0.010	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																								
Acénaphthène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	<0.006	<0.003	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009		<0.012	<0.006	<0.009	0.014	<0.009	<0.009	0.003	0.083	0.009	0.006	
Acénaphthylène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	<0.006	<0.003	0.011	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009		<0.012	0.012	<0.009	<0.006	0.014	<0.009	<0.003	0.003	<0.003	<0.003	
Anthracène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	
Benzo (a) anthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	0.07	0.04	0.04	0.04	0.06		0.04	0.04	<0.03	0.07	0.06	0.04	<0.01	0.41	0.05	0.03	
Benzo (a) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	0.07	0.04	0.04	0.04	0.08		0.05	0.04	0.05	0.1	0.08	0.06	0.01	0.66	0.08	0.05	
Benzo (e) pyrène	mg/kg	0.01				<0.02	<0.01	0.06	0.04	0.04	0.04	0.07		0.05	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05	<0.01	0.44	0.05	0.04
Benzo (b) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.02	<0.01	0.08	0.05	0.05	0.05	0.08		0.06	0.06	0.05	0.05	0.09	0.08	0.07	0.01	0.58	0.07	0.04
Benzo (j) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	0.04	<0.03	<0.03	<0.03	0.05		0.03	<0.04	0.03	<0.03	0.04	0.05	0.04	<0.01	0.28	0.04	0.02
Benzo (k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	0.05	<0.03	<0.03	<0.03	0.05		0.03	<0.04	0.03	<0.03	0.05	0.04	0.03	<0.01	0.29	0.04	0.03
Benzo (b,j,k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.02	<0.01	0.17	0.05	0.05	0.05	0.18		0.12	0.06	0.11	0.05	0.18	0.17	0.14	0.01	1.15	0.15	0.09
Benzo (c) phénanthrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	
Benzo (g,h,i) pérylène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05		0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.05	0.05	<0.01	0.48	0.06	0.04
Chrysène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.02	<0.01	0.08	0.06	0.06	0.06	0.05		0.08	0.06	0.05	0.06	0.05	0.09	0.06	0.01	0.45	0.06	0.04
Dibenzo (a,h) anthracène	mg/kg	0.003	0.1	1	10	<0.006	<0.003	0.016	0.012	0.014	0.01	0.016		0.017	<0.012	0.012	0.01	0.019	0.015	0.016	<0.003	0.133	0.019	0.009
Dibenzo (a,i) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	0.02	<0.03	<0.03	<0.01	0.34	0.02	0.02	
Dibenzo (a,h) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	
Dibenzo (a,i) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	
7,12-Diméthylbenzo (a) anthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.04	<0.01	0.15	0.13	0.1	0.1	0.18		0.13	0.13	0.13	0.1	0.14	0.19	0.12	0.03	0.67	0.09	0.08
Fluorène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	0.04	0.01	<0.01	
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	0.04	0.03	0.03	<0.03	0.05		0.04	0.04	0.03	0.06	0.05	0.04	<0.01	0.43	0.05	0.03	
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Naphtalène	mg/kg	0.01	0.1	5	50	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	0.03	0.01	<0.01	
Phénanthrène	mg/kg	0.01	0.1	5	50	<0.02	<0.01	0.04	0.06	0.03	0.03	0.05		0.04	<0.04	0.04	0.03	0.09	0.05	0.06	0.03	0.27	0.04	0.03
Pyrène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.03	0.02	0.11	0.11	0.08	0.08	0.12		0.08	0.1	0.11	0.07	0.12	0.16	0.08	0.02	0.48	0.07	0.05
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03		<0.04	<0.02	<0.03	<0.02							

Note : les valeurs en jaune indique un dépassement du critère A; les valeurs en rouge dépasse le critère B.

Note : les valeurs en jaune indique un dépassement du critère A; les valeurs en rouge dépasse le critère B

Tableau 4.4 Résultats des analyses chimiques (suite)

Paramètre	Unité	Limite de détection	Critères de sol (MELCC2019)			55	56	57	58	59	60	27	28	29	30	30 reprise	31	32	33	34	35	36	37	
Date d'échantillonnage			A	B	C	01-nov-16	01-nov-16	01-nov-16	01-nov-16	01-nov-16	01-nov-16	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	
No laboratoire						SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	PIN-27	PIN-28	PIN-29	PIN-30	SPIN-30	PIN-31	PIN-32	PIN-33	PIN-34	PIN-35	PIN-36	PIN-37	
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 de canal						9	9	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	13	
Carbone organique total (par titrage)	%	0.05				6.5	4.4	12.4	8.3	2.5	5.1	5.5	1.9	2.5	4.3		2.1	1.4	5.9	1.3	2.4	2.3	4.7	
Matière organique par oxydation chimique	%	< 0.01				<200	<100	<200	<200	<100	<100	<100	<100	<100	<100		<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	<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	
Arsenic	mg/kg	0.7	6	30	50	2.1	1.8	2.4	2.9	0.8	1.8	1.6	1.0	1.1	1.3		0.8	0.7	1.9	1.4	1.1	1.1	1.6	
Barium	mg/kg	20	340	500	2000	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	74	29	35	60		30	24	148	84	40	39	83	
Cadmium	mg/kg	0.30	1.5	5	20	19	15	21	23	8	17	18	9	10	15		9	7	29	20	11	11	24	
Chrome	mg/kg	1	100	250	800	1	1	1	1	1	1	6	4	4	5		4	3	8	6	4	4	9	
Cobalt	mg/kg	2	25	50	300	23	18	22	23	6	19	17	8	8	13		8	5	30	10	10	9	24	
Cuivre	mg/kg	1	50	100	500																			
Etain	mg/kg	5	50	300	2200																			
Manganèse	mg/kg	5	1000									>240	153	>240	>240		154	126	>240	184	123	>240	>240	
Mercur	mg/kg	0.02	0.2	2	10	0.05	0.05	0.06	0.06	0.02	0.04	0.07	<0.02	0.04	0.05		0.03	0.03	0.06	0.02	0.03	0.03	0.05	
Méthylène	mg/kg	2	2	10	40							<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Nickel	mg/kg	2	50	100	500	16	12	17	19	6	13	15	9	8	10		7	6	18	12	8	9	19	
Niob	mg/kg	5	50	500	1000	12	10	13	15	<5	9	11	5	6	9		6	<5	14	6	6	6	11	
Potreb	mg/kg	0.5	1	3	10							0.6	<0.5	<0.5	0.5		<0.5	<0.5	0.6	0.5	<0.5	<0.5	0.9	
Selenium	mg/kg	0.5	1	3	10																			
Zinc	mg/kg	5	140	500	1500	62	50	65	71	26	50	57	34	32	41		31	26	86	44	34	35	67	
Somme des BPC congluantes (41 composés)						<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010		<0.010	<0.010	<0.012	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																								
Acénaphtène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	0.004	<0.003	0.004	0.004	<0.003	0.003	<0.006	<0.003	<0.003	0.005		<0.003	<0.003	<0.009	<0.003	<0.003	<0.003	<0.006	
Acénaphtylène	mg/kg	0.003	0.1	10	100	0.009	0.011	0.011	0.009	<0.003	0.015	0.007	<0.003	<0.003	0.018		0.006	<0.003	<0.009	<0.003	<0.003	<0.003	0.007	
Anthracène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.01	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.02	<0.02	<0.01	<0.01	0.02		0.01	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
Benzo (a) anthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.04	0.06	0.03	0.03	<0.01	0.05	0.04	<0.01	0.01	0.13		0.03	0.02	<0.03	<0.01	<0.01	0.01	0.02	
Benzo (e) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.04	0.07	0.04	0.04	0.01	0.06	0.04	<0.01	0.01	0.16		0.03	0.02	<0.03	<0.01	<0.01	0.01	0.03	
Benzo (b) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.04	0.05	0.04	0.04	0.01	0.05	0.04	<0.01	0.01	0.11		0.03	0.02	<0.03	<0.01	<0.01	0.01	0.03	
Benzo (i) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10							0.05	<0.01	0.02	0.13		0.04	0.02	<0.03	<0.01	<0.01	0.02	0.03	
Benzo (k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10							<0.02	<0.01	<0.01	0.08		0.02	0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	
Benzo (l) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10							0.02	<0.01	<0.01	0.07		0.02	0.02	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
Benzo (l,k) fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.09	0.15	0.09	0.11	0.01	0.13	0.07	<0.01	0.02	0.28		0.08	0.02	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	
Benzo (o) phénanthrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	0.02		<0.01	0.06	0.02	<0.03	<0.01	<0.01	<0.02	
Benzo (g,h,i) perylene	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.03	0.04	0.03	0.04	<0.01	0.04	0.03	<0.01	0.01	0.09		0.02	0.01	<0.03	<0.01	<0.01	0.01	0.03	
Chrysène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.06	0.09	0.05	0.05	0.01	0.07	0.05	<0.01	0.02	0.13		0.04	0.03	0.02	<0.03	<0.01	0.01	0.04	
Dibenz (a,h) anthracène	mg/kg	0.003	0.1	1	10	0.011	0.015	0.011	0.013	0.003	0.015	0.012	<0.003	0.004	0.038		0.010	0.005	<0.009	<0.003	0.003	0.005	0.016	
Dibenz (a,i) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.03	0.03	0.03	0.03	<0.01	0.03	<0.02	<0.01	<0.01	0.06		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
Dibenz (a,h) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.01	0.01	0.02	0.02	<0.01	0.01	<0.02	<0.01	<0.01	0.01		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
Dibenz (a,i) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	0.01		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
7,12-Diméthylbenzo (e) anthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
Fluoranthène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.1	0.15	0.07	0.08	0.02	0.11	0.1	0.01	0.03	0.16		0.08	0.05	0.03	<0.01	0.02	0.03	0.06	
Fluorene	mg/kg	0.01	0.1	10	100	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
Indène (1,2,3-cd) pyrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.02	0.03	0.02	0.03	<0.01	0.03	0.03	<0.01	0.01	0.08		0.03	0.02	<0.01	<0.03	<0.01	0.01	0.03	
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
Naphtalène	mg/kg	0.01	0.1	5	50	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
Phénanthrène	mg/kg	0.01	0.1	5	50	0.03	0.03	0.03	0.06	0.03	0.04	0.03	0.01	0.01	0.05		0.03	0.03	<0.03	0.02	0.01	0.01	<0.02	
Pyrène	mg/kg	0.01	0.1	10	100	0.08	0.11	0.06	0.06	0.02	0.09	0.09	<0.01	0.02	0.14		0.06	0.05	<0.03	<0.01	0.01	0.02	0.05	
1-Méthylanthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
2-Méthylanthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10	0.02	0.01	0.02	0.02	<0.01	0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
1,3-Diméthylanthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	10																			
2,3,5-Triméthylanthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	-	0.01	0.01	0.02	0.02	<0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
4,6-Diméthylanthracène	mg/kg	0.01	0.1	1	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01		<0.02	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	
H																								

[Note : les valeurs en jaune indiquent un dépassement du critère A, les valeurs en rouge dépassent le critère B.]



Tableau 5.5 Résultats des analyses chimiques (suite)

Paramètre	Unité	Limites de détection	Critères de sol (MELCC, 2019)			41	42	38	39	40	61	62	63	63 reprise	43	44	45	46	47	48
			A	B	C															
Date d'échantillonnage						02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	25-août-16	25-août-16	25-août-16	23-avr-18	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17	02-mai-17
No laboratoire						PIN-41	PIN-42	PIN-38	PIN-39	PIN-40	SP-1	SP-2	SP-3	SPIN-63	PIN-43	PIN-44	PIN-45	PIN-46	PIN-47	PIN-48
Préleveur (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
No. du canal						14	14	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	18	18	18
Carbone organique total (par titrage)	%	0.05				3.8	1.1	8.3	4.7	5.8	1.46	3.02	5.45		4.4	1.1	4.3	6.7	4.4	3.3
Matière organique par oxydation chimique	%	< 0.01									2.52	5.20	9.39							
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	<100				<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	130		<100	<100	<100	<100	<100	<100
Métaux																				
Argent	mg/kg	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				1.1	<0.7	1.4	1.3	1.3	1.1	1.6	2.6		1.3	0.9	1.2	2.3	2.0	1.6
Barium	mg/kg	20				44	<20	106	45	64					52	<20	112	109	109	94
Cadmium	mg/kg	0.30				0.31	<0.30	0.36	<0.30	0.32	< 0.1	0.1	0.3		<0.30	<0.30	<0.30	0.56	0.47	0.44
Chrome	mg/kg	1				100	800	15	7	28	14	18	10	22	16	6	15	39	40	38
Cobalt	mg/kg	2				50	300	5	6	4					5	2	5	11	11	10
Cuivre	mg/kg	1				100	300	5	22	14	17	13	25		14	4	14	29	25	21
Étain	mg/kg	5				50	300	<5	<5	<5	<5				<5	<5	<5	<5	<5	<5
Manganèse	mg/kg	5				1000	2200	174	67	>240					167	61	>240	>240	>240	>240
Mercur	mg/kg	0.02				2	10	0.04	<0.02	0.04	0.02	0.03	0.06		0.03	<0.02	0.04	0.05	0.04	0.03
Méthylène	mg/kg	2				2	10	40	<2	<2					<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nickel	mg/kg	2				100	500	11	5	17	10	13	8	15	12	5	12	24	25	22
Plomb	mg/kg	5				50	1000	9	17	13	7	10	4	14	8	<5	9	15	13	11
Sélénium	mg/kg	0.5				3	10	0.7	0.5	1.0	0.8	8			0.7	0.5	0.7	1.0	0.8	0.7
Zinc	mg/kg	5				500	1500	40	48	45	13	32	68		37	15	40	74	69	58
Sommation des BPC congénères (41 composés)	mg/kg	0.012				1	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	< 0.005	< 0.007	< 0.010		<0.010	<0.010	<0.010	<0.012	<0.010	<0.010
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																				
Acénaphthène	mg/kg	0.003				10	<0.003	<0.003	<0.003	<0.006	<0.003	<0.03	0.012	0.033	<0.006	<0.003	<0.006	<0.009	<0.006	<0.006
Adénaphylène	mg/kg	0.003				10	<0.003	<0.003	<0.003	<0.006	<0.003	<0.03	0.010	0.007	<0.006	<0.003	<0.006	<0.009	<0.006	<0.006
Anthracène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	0.035	0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
Benzo (a) anthracène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.011	<0.05	0.130	0.10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	0.03	0.02
Benzo (e) pyrène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.011	<0.05	0.215	0.19	<0.02	<0.01	<0.02	0.04	0.04	0.03
Benzo (b) fluoranthène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.010	<0.05	0.200	0.18	<0.02	<0.01	<0.02	0.04	0.03	0.03
Benzo (j) fluoranthène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02				0.24	<0.02	<0.01	<0.02	0.04	0.04	0.03
Benzo (k) fluoranthène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02				0.12	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	0.02	<0.02
Benzo (b,j,k) fluoranthène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.027	0.059	0.515	0.48	<0.02	<0.01	<0.02	0.04	0.08	0.03
Benzo (c) phénanthrène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	<0.02	0.03	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
Benzo (g,h,i) perylene	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.05	0.215	0.19	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	0.02	0.02
Chrysène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.017	0.065	0.269	0.22	0.03	<0.01	<0.02	0.03	<0.02	<0.02
Dibenzo (a,h) anthracène	mg/kg	0.003				1	<0.003	0.006	<0.003	0.006	<0.003	<0.03	0.045	0.049	<0.006	<0.003	<0.006	0.01	0.008	0.007
Dibenzo (a,i) pyrène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.09	0.04	0.04	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
Dibenzo (a,h) pyrène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.003	<0.03	0.045	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
Dibenzo (a,i) pyrène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.09	0.05	0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
7,12-Diméthylbenzo (b) anthracène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
Fluoranthène	mg/kg	0.01				1	<0.01	0.04	0.02	0.04	0.028	0.149	0.594	0.57	0.02	<0.01	<0.02	0.06	0.07	0.04
Fluorène	mg/kg	0.01				10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
Indeno (1,2,3-cd) pyrène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.010	<0.05	0.201	0.16	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	0.02	<0.02
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
Naphthalène	mg/kg	0.01				5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
Phénanthrène	mg/kg	0.01				5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.012	0.061	0.228	0.15	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	0.03	<0.02
Pyrène	mg/kg	0.01				10	<0.01	<0.01	0.03	0.03	0.022	0.104	0.441	0.38	<0.02	<0.01	0.02	0.04	0.05	0.02
1-Méthylanthracène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
2-Méthylanthracène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
1,3-Diméthylanthracène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
2,3,5-Triméthylanthracène	mg/kg	0.01				1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.005	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.02
HAP totaux (somme bas & haut poids)	mg/kg	0.01				0.15	0.01	0.12	0.12	0.16	0.10	0.38	1.98	2.43	0.05	<0.01	0.05	0.26	0.41	0.2

Note : les valeurs en jaune indiquent un dépassement du critère A; les valeurs en rouge dépassent le critère B.



### 3.3 MILIEU BIOLOGIQUE

Cette section présente l'état actuel des ressources biologiques dans les zones d'intervention potentielles, soit dans les canaux à entretenir, et particulièrement celles qui risquent d'être affectées par le projet de dragage.

#### 3.3.1 Végétation aquatique

La majorité des herbiers étaient situés au fond des canaux et à leur embouchure, le centre demeurant normalement dégagé de végétation, en partie probablement à cause de la circulation maritime. Dans la majorité des cas, les herbiers émergés, flottants et submergés visibles étaient limités aux dix premiers mètres en rive.

Les herbiers aquatiques les plus denses, surtout ceux des strates submergées et flottantes, constituent des habitats importants pour les poissons comme aire d'alimentation, de reproduction et d'alevinage. De nombreuses observations de poissons dans ces herbiers ont d'ailleurs été effectuées. Les herbiers submergés et flottants les plus importants étaient situés dans les canaux n° 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 16 et 18. Les autres canaux avaient des abondances relatives de végétation faibles (typiquement moins de 20 %) pour les herbiers submergés et flottants, bien que quelques herbiers émergés importants étaient présents dans les canaux 9, 14 et 15, mais leur importance pour la faune ichtyologique est considérée plus faible (tableau 3.6). Bien que dans plusieurs cas les plantes aquatiques n'aient pas été identifiées à l'espèce, la diversité semblait bonne. En effet, plus d'une quarantaine de taxons ont été répertoriés dans l'ensemble des canaux. Aucune des espèces répertoriées n'était à statut précaire (MDDELCC, 2015, 2014, 2012).

Les herbiers étaient dominés par les myriophylles (*Myriophyllum* sp.), le Nymphéa odorant (*Nymphaea odoratum*), la Cornifle nageante (*Ceratophyllum demersum*) et dans une moindre mesure, la lenticule mineure (*Lemna minor*), l'hydrocharide grenouillette (*Hydrocharis morsu-ranae*), les potamots (*Potamogeton* sp.) et les élodées (*Elodea* sp.). La communauté de plantes émergentes était dominée par le roseau commun (*Phragmites australis*), l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*) et les sagittaires (*Sagittaria* spp.), ainsi que de façon plus localisée les quenouilles (*Typha* spp.), les scirpes (*Scirpus* spp.) et les rubaniers (*Sparganium* spp.). Ces espèces s'adaptent en général assez bien à la perturbation et aux eaux troubles, et ne demandant pas une luminosité importante. De plus, l'espèce dominante des herbiers submergés, le myriophylle, peut se disperser et se réimplanter facilement et naturellement après un arrachage.

Finalement, la présence d'au moins quatre espèces exotiques envahissantes a été remarquée, soit le roseau commun (*Phragmites australis*), le myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*), le Lythrum salicaire (*Lythrum salicaria*) et l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*). L'alpiste roseau et le roseau commun semblaient les plus communs et constituaient l'essentiel des herbiers émergés dans plusieurs canaux. La salicaire n'était présente qu'à deux endroits. Il a été difficile de déterminer l'envahissement du myriophylle à épis. En effet, l'identification à l'espèce n'a pas été déterminée pour tous les myriophylles. Toutefois, sur les cinq échantillons examinés, un seul était du myriophylle à épis.

**Tableau 6.6 Principales caractéristiques des herbiers aquatiques retrouvés dans les canaux à Saint-Paul-de l'Île-aux-Noix en 2017.**

Numéro du canal	% de recouvrement général des plantes				Densité des algues (0=nulle, 1 faible, 2 moyen, 3 élevée)	Nombre d'espèces répertoriées
	Strate émergée	Strate flottante	Strate submergée	% général herbier		
Canal 1	5 %	< 1 %	< 1 %	1 à 10 %	2	9
Canal 2	5 %	1 %	5 %	5 à 10 %	2	10
Canal 3	1 %	5 %	25 %	5 à 30 %	2	10
Canal 4	1 %	5 %	5 %	5 %	2	8
Canal 5	1 %	10-20 %	20 %	20 à 40 %	2	15
Canal 6	1 %	5 %	5-20 %	5 à 30 %	2	8
Canal 7	1 %	5- 10 %	10-20 %	15 à 25 %	2	6
Canal 8	1 %	1-10 %	10 %	2 à 20 %	2	7
Canal 9	40 %	5 %	5 %	10 à 20 %	2 à 3	5
Canal 10	1 %	5 %	5 %	5 à 10 %	1	13
Canal 11	5-10 %	20 %	10 %	10 à 40 %	1	14
Canal 12	1-30 %	30-40 %	20-30 %	40 à 90 %	1	12
Canal 13	15 %	5 %	5 %	10 à 25 %	2 à 3	9
Canal 14	10-20 %	10 %	1-5 %	20 à 30 %	2 à 3	17
Canal 15	15-30 %	5 %	1 %	20 à 40 %	2	15
Canal 16	1 %	25 %	40-60 %	> 50 %	3	5
Canal 17	1 %	5 %	10 %	5 à 10 %	2	12
Canal 18	25 %	25 %	20 %	10 à 40 %	3	11

La diversité variait grandement selon les canaux. Huit canaux abritaient une diversité supérieure à dix espèces (tableau 3.7). Ceux-ci étaient concentrés dans les secteurs nord et sud, et seul le canal 5 dans le secteur centre avait une diversité végétale élevée. L'abondance des algues était variable, les canaux les moins ombragés avaient une diversité végétale plus faible ayant une plus grande abondance relative d'algue. Le recouvrement de la végétation aquatique était globalement plutôt faible au centre, sauf dans le canal 5 et était globalement plus élevé au nord et au sud.

### 3.3.2 Faune aquatique

L'inventaire faunique visait principalement la faune ichthyologique, les tortues et les mulettes, mais les autres amphibiens, reptiles, écrevisses et le benthos (section suivante) ont été inclus afin de dresser un portrait faunique plus complet.

#### 3.3.2.1 Poissons

##### Abondance et diversité

En tout, 23 espèces de poissons ont été répertoriées et aucune espèce n'était à statut précaire (tableau 3.7). La diversité d'espèce variait de 10 à 17 selon les secteurs. Celle-ci semblait davantage reliée à l'effort d'échantillonnage, le nombre d'engins et la diversité d'habitat présent qu'à la présence de canaux exceptionnels en terme de diversité et d'abondance. En effet, les deux secteurs avec la plus grande diversité sont également ceux avec le plus grand effort d'échantillonnage, et le canal 18, où la diversité la plus faible était également celle qui comprenait le moins grand nombre de stations et d'engins utilisés.

Plus de 1106 poissons ont été capturés avec les différents engins de pêche, en plus des très nombreuses observations effectuées (tableau 3.8). La seine a permis la capture de toutes les espèces sauf la tanche (*Tinca tinca*) et le gardon rouge (*Scardinius erythrophthalmus*), en plus de permettre la capture de plus du trois quarts des spécimens. Les filets maillant et les verveux auront été utiles pour capturer les adultes et les gros spécimens

que la seine ne permet généralement pas de capturer et pour quantifier de façon plus standardisée l'abondance de ceux-ci.

Trois espèces dominaient nettement les captures, soit le crapet soleil (*Lepomis gibbosus*), le crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*) et la perchaude (*Perca flavescens*). Parmi les autres grosses espèces présentes en bon nombre (> 1 % des captures), on retrouvait la marigane noire (*Pomoxis nigromaculatus*), l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*), la barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*), le crapet de roche (*Ambloplites rupestris*), le poisson-castor (*Amia calva*) et le grand brochet (*Esox lucius*). Parmi les petits poissons, on retrouvait surtout le crayon d'argent (*Labidesthes sicculus*), le méné jaune (*Notemigonus crysoleucas*), le méné à museau arrondi (*Pimephales notatus*), le fondule barré (*Fundulus diaphanus*) et le méné bleu (*Cyprinella spiloptera*). Ces espèces communes sont toutes typiques de plans d'eau à courant lents et à fond vaseux et à végétation plutôt abondante (Desroches et Picard, 2013).

Deux des espèces observées sont des espèces exotiques envahissantes, soit la tanche (*Tinca tinca*) et le gardon rouge (*Scardinius erythrophthalmus*). La tanche était la plus commune et la plus largement répartie. Quant au gardon rouge, il n'a été capturé qu'à deux reprises à l'embouchure de deux canaux (1 et 16).

Certaines espèces étaient localisées et peu communes, présentes seulement dans un secteur et comportant moins de 5 captures. Le fouille-roche zébré (*Percina caprodes*), le raseux-de-terre (*Etheostoma sp.*) et l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) étaient localisés dans le secteur plus rocheux et sablonneux. Le lépisosté osseux (*Lepisosteus osseus*) et le brochet d'Amérique (*Esox americanus americanus*), pourtant typiques des habitats d'herbiers aquatiques, n'ont été capturés que sur les rives du Richelieu à proximité des canaux, mais non directement dans ceux-ci. Le baret (*Morone americana*) était, quant à lui, localisé dans la fosse plus profonde au bout du canal 3.

**Tableau 7.7** Liste comparative des espèces de poissons répertoriés par secteur à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix en 2017

Nom français	Nom scientifique	Secteur centre		Secteur sud		Secteur nord	
		Canaux 1 à 5	Canaux 6 à 8	Canaux 9 à 11	Canaux 12 et 13	Canaux 14 à 17	Canal 18
Lépisosté osseux	<i>Lepisosteus osseus</i>				X		
Poisson-castor	<i>Amia calva</i>	X		X	X	X	X
Gaspereau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	X		X	X	X	X
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	X	X	X		X	
Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	X		X	X	X	X
Gardon rouge	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	X				X	
Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>				X	X	
Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	X		X		X	
Méné non identifié	<i>Cyprinidés sp.</i>	X	X	X	X	X	X
Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	X	X	X	X	X	
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	X	X	X		X	
Brochet d'Amérique	<i>Esox americanus americanus</i>		X				
Crayon d'argent	<i>Labidesthes sicculus</i>	X	X		X	X	X
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	X		X	X		
Baret	<i>Morone americana</i>	X					
Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	X	X	X	X	X	X
Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	X	X	X	X	X	X
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	X	X		X	X	
Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	X		X		X	X
Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>		X				

Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	X	X	X	X	X	X
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	X	X	X	X	X	X
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>		X				
Raseux-de-terre	<i>Etheostoma sp.</i>				X		
<b>NOMBRE TOTAL D'ESPÈCES</b>		<b>17</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>10</b>
Nombre de stations de filets maillants		4	2	3	1	3	1
Nombres de stations de verveux		7	7	4	3	8	0
Nombre de stations de seines		3	3	3	4	4	1
<b>NOMBRE TOTAL DE STATIONS</b>		<b>14</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>2</b>

**Tableau 8.8** Abondance relative des poissons capturés dans les canaux et leur embouchure à Saint-Paul-de l'Île-aux-Noix en 2017.

Nom français	Nom latin	Nombre de spécimens observés				% du nombre total de mentions
		Verveux	Seine	Filet maillant	Autre	
Lépisosté osseux	<i>Lepisosteus osseus</i>	0	4	0	0	0,36 %
Poisson-castor	<i>Amia calva</i>	9	1	1	2	1,17 %
Gaspereau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	0	1	7	0	0,72 %
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	3	0	8	0	0,99 %
Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	1	5	0	plusieurs	0,54 %
Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	1	8	42	plusieurs	4,58 %
Gardon rouge	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	4	0	2	0	0,54 %
Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	0	70	0	1	6,38 %
Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	5	2	6	4	1,53 %
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	1	6	6	plusieurs	1,17 %
Brochet d'Amérique	<i>Esox americanus americanus</i>	0	1	0	0	0,09 %
Crayon d'argent	<i>Labidesthes sicculus</i>	0	114	0	plusieurs bancs	10,24 %
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	0	56	0	0	5,03 %
Baret	<i>Morone americana</i>	0	3	2	0	0,45 %
Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	58	190	3	beaucoup	22,55 %
Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	19	202	4	beaucoup	20,22 %
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	11	4	2	0	1,53 %
Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	0	23	7	plusieurs	2,70 %
Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>	0	2	0	0	0,18 %
Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	3	21	4	beaucoup	2,52 %
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	13	127	39	plusieurs	16,08 %
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	0	2	0	0	0,18 %
Raseux-de-terre	<i>Etheostoma sp.</i>	0	3	0	0	0,27 %
<b>Nombre total de captures</b>		<b>128</b>	<b>845</b>	<b>133</b>	<b>7 + (plusieur dizaines)</b>	<b>100 %</b>

Les canaux sont probablement utilisés comme une aire de reproduction pour les espèces se reproduisant dans les herbiers, comme les crapets, les brochets, la perchaude, le méné jaune, le fondule barré, le crayon d'argent, l'achigan à grande bouche, la barbotte brune, le poisson-castor, le lépisosté osseux et peut-être d'autres comme le méné bleu. Toutes les espèces se reproduisent au printemps ou au début de l'été (Desroches et Picard, 2013). Ces espèces fréquentent aussi probablement le secteur comme aire d'alevinage, puisque les alevins ou juvéniles de toutes ces espèces ont été observés à l'exception du méné bleu. On rapporte d'ailleurs au moins un site de fraie confirmé pour le grand brochet et le brochet d'Amérique dans le canal 1, situé dans le secteur centre, et un site de fraie pour le grand brochet dans l'embouchure du ruisseau Gamache se déversant dans le

canal 11, au sud du territoire (MRNF, 2007b). Finalement, la plaine inondable du ruisseau Bleury, dont l'embouchure est située au nord des canaux 14 à 17 dans le secteur nord, est répertoriée comme un site de fraie pour l'achigan à grande bouche, la perchaude, la marigane noire, la barbotte brune, le poisson-castor et le grand brochet (MRNF, 2007b).

### 3.3.2.2 Tortues

Deux espèces de tortues ont été capturées, soit la tortue peinte (*Chrysemys picta*) et la tortue serpentine (*Chelydra serpentina*). Deux adultes tortues serpentes ont été capturées, une femelle de 277 mm de carapace dans l'embouchure du canal 9 et un mâle de 237 mm de carapace dans le canal 11, tous les deux situés dans le secteur sud du territoire à l'étude. Notons que la tortue serpentine est considérée comme préoccupante au Canada (COSEPAC, 2017). Un total de 52 tortues peintes ont été observées dans tous les secteurs, mais la grande majorité de ces mentions (=41) proviennent du secteur sud. La grande navigation maritime dans le secteur centre limite fort probablement la présence des tortues dans le secteur centre et le secteur nord. Aucun site de nidification n'a été répertorié, et la majorité des rives des canaux étant constituées d'enrochements artificiels, le potentiel de ponte est relativement faible, directement sur les rives, à l'exception de la rive nord du canal 10, dans le secteur sud, où le chemin de gravier présente un potentiel de ponte intéressant. Toutefois, les nombreux stationnements de gravières, les accotements des routes ainsi que les terrains privés en haut des talus pourraient aussi présenter des potentiels de ponte intéressants. Il est probable que les sites de pontes soient plus individuels et isolés que communautaires comme on peut l'observer.

Deux espèces à statut précaires de tortues ont été inventoriées historiquement dans la région, soit la tortue-molle à épines (*Apalone spinifera*) et la tortue géographique (*Graphemys geographica*) (CDPNQ, 2017). Des individus de tortue-molle à épines, une espèce désignée menacée au Québec (MFFP, 2016), auraient été aperçus près de l'Île-aux-Noix historiquement (avant les années 70) (AARQ, 1988). Un individu de tortue géographique aurait aussi été aperçu dans la rivière du Sud en face du secteur à l'étude (AARQ, 1988-). Le potentiel de présence de ces deux espèces dans les canaux est probablement très faible étant donné leurs mœurs farouches (Desroches et Rodrigue, 2004) et la grande circulation maritime dans les canaux et le dérangement humain important provenant des zones résidentielles. On retrouve également peu de sites pour se faire chauffer au soleil, et les herbiers de faible superficie constituent probablement des habitats peu propices pour les tortues en général. De plus, des inventaires dans la région n'ont pas permis de répertorier ces espèces récemment (ex. : Desroches, 2004) et on les retrouve surtout dans le lac Champlain en amont de la rivière Richelieu (Desroches et Rodrigue, 2004).

### 3.3.2.3 Couleuvres

Aucune couleuvre n'a été observée, malgré l'effort de recherche. En effet, les couleuvres se faisant chauffer sur les enrochements des rives des canaux où les couleuvres y nagent étaient recherchées. Commune dans les marais et répertoriée en bon nombre dans la région (Desroches, 2004; SHNVSL, 2017), la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*) fréquente fort probablement les marais du secteur. L'autre espèce de couleuvre fréquentant les milieux aquatiques (Desroches et Rodrigue, 2004), soit la couleuvre d'eau (*Nerodia sipedon*), possède un potentiel de présence assez faible. La très grande artificialisation et la faible superficie des habitats terrestres sont sans doute des facteurs limitants pour cette espèce et les couleuvres en général. Les autres espèces de couleuvres présentes au Québec sont plus terrestres et seule la couleuvre à ventre rouge (*Storeria occipitomaculata*) est peut-être présente dans les enrochements adjacents aux canaux.

### 3.3.2.4 Amphibiens

Trois espèces d'anoures (ordre des grenouilles, rainettes et crapauds) ont été inventoriées : la grenouille verte (*Lithobates clamitans*), la grenouille léopard (*Lithobates pipiens*) et le ouaouaron (*Lithobates catesbeiana*). La grenouille verte est la plus abondante et celle qui est la plus présente dans tous les secteurs. La grenouille léopard n'a été répertoriée que dans deux canaux, soit le canal 8 dans le secteur centre et le canal 13, dans le secteur sud. Cette espèce est probablement plus répartie que les données laissent entendre puisque l'espèce se reproduit au printemps, limitant les possibilités d'écoute de chants. Le ouaouaron n'a été répertorié que dans le canal 16 dans le secteur nord. Malgré le fait que les inventaires ont été effectués pendant la période de chant, aucun mâle chanteur n'a pu être entendu. L'espèce est probablement présente ailleurs, mais son abondance

est probablement faible dans les habitats inventoriés. Ces trois espèces se reproduisent probablement dans les herbiers aquatiques présents dans les canaux. Notons qu'aucun têtard n'a pu être aperçu et que l'abondance des poissons limite probablement l'abondance des anoues dans les canaux.

Aux trois espèces répertoriées, s'ajoutent probablement la rainette crucifère (*Pseudacris crucifer*), la rainette versicolore (*Hyla versicolor*) et le crapaud d'Amérique (*Anaxyrus americanus*). Ces espèces fréquentent fort probablement les marais du secteur à l'étude, puisqu'elles ont été inventoriées dans des habitats similaires dans la région (ex. : Desroches, 2004). Ces espèces, abondantes, ne sont pas à statut précaire (MFFP, 2017; COSEPAC, 2017; Desroches et Rodrigue, 2004). La seule espèce d'anouë à statut précaire répertoriée pour le bassin de la rivière Richelieu est la rainette faux-grillon (*Pseudacris triseriata*) (COVABAR, 2015). La présence de cette espèce est toutefois limitée à une mince bande au sud de Montréal et du fleuve et à Contrecoeur, situés bien au nord du site inventorié (Picard, 2015).

### 3.3.2.5 Mollusques et écrevisses

L'inventaire des mollusques et des écrevisses a été effectué de façon opportuniste et ne constitue donc pas un inventaire complet. L'effort a été mis surtout sur la détection de la présence de mulettes. Aucune écrevisse n'a été observée, et les mollusques étaient relativement rares. Quelques moules zébrées (*Dreissena polymorpha*) de très petites tailles ont été observées, mais la densité était relativement faible dans le secteur centre. Cette espèce exotique envahissante, déjà connue pour être présente dans la rivière Richelieu, a besoin de roches ou autres objets pour se fixer (Desroches et Picard, 2013). Bien qu'aucun effort spécifique de recherche ne visait les gastéropodes, trois espèces d'escargots aquatiques ont également été observées, soit une limnée (*Stagnicola catascopium*), une paludine rayée (*Viviparus georgianus*) dans le secteur sud, et, au large du secteur centre, une petite planorbe (*Gyraulus* sp.)

Un effort de recherche particulier a été fait pour détecter la présence de mulettes (mollusques bivalves d'eau douce de la famille des Unionidés), puisque ces macroinvertébrés sont généralement considérés comme de bons indicateurs d'intégrité écologique. Toutefois, les habitats aquatiques du secteur semblent peu propices à leur présence étant donné la faible qualité d'habitat présent et le faible nombre d'observations. Le substrat très mou limite probablement le potentiel, de même que la qualité d'eau relativement faible. Malgré les efforts de recherche importants, aucune mulette vivante n'a été observée durant l'été dans les canaux directement et seules deux lamsiles rayées (*Lampsilis radiata*) ont été capturées avec la benne en septembre. Toutefois, plusieurs mulettes vivantes ou mortes (profondeur trop importante pour permettre leur capture) ont été observées sur le fond de la rivière Richelieu durant la visite en septembre.

### 3.3.3 Benthos

Un total de 894 organismes ont été triés dans les 6 stations (= 12 échantillons) inventoriées. La diversité de taxons était plus importante dans les échantillons récoltés en rive avec le filet troubleau, avec une moyenne de 13 taxons, que ceux récoltés dans les chenaux (seulement 11,5 taxons en moyenne). Le calcul de l'indice d'intégrité montre que toutes les stations sur les rives ont une cote qualifiée de mauvaise, à l'exception de la station B6 prélevée à l'aide du troubleau dans le secteur nord, ayant une cote de qualité qualifiée de précaire. Les stations de bennes, prélevées au centre des canaux, ont une cote de qualité de mauvaise pour quatre canaux, et de très mauvaise pour deux canaux, confirmant ainsi la faible intégrité de l'habitat, déterminé avec l'indice d'intégrité benthique pour les poissons (IIB). Ce faible indice est principalement causé par la faible abondance et la faible diversité des taxons appartenant aux odonates, aux plécoptères, aux éphéméroptères et aux trichoptères, qui sont les taxons les plus sensibles à la pollution. En effet, ces organismes étaient absents de 6 des 12 échantillons prélevés, dont dans la moitié des échantillons prélevés dans les canaux.

Les diptères de la famille des Chironomidae et les crustacés de la famille des Gammaridae étaient présents dans la presque totalité des échantillons (tableau 8). On retrouvait également, parmi les taxons dominants, les trichoptères de la famille des Leptoceridae, plusieurs crustacés (Hyalellidae, Cladocères, certains bivalves (moules zébrées, Planorbidae, escargots prosobranches), ainsi que quelques vers annélides de l'ordre des Haplotaxida. Plus de 45 % des organismes récoltés étaient des crustacés, récoltés en abondance.



### 3.3.4 Faune avienne

L'Avibase, disponible sur internet (<https://avibase.bsc-eoc.org/avibase.jsp?lang=FR&pg=home>) inclut toutes les espèces inventoriées dans la vallée du Richelieu. En tout, 277 espèces ont été recensées, dont 6 espèces à statut précaire. Selon les données EPOQ citées dans COVBAR (2015), la Paruline azurée (*Dendroica cerulea*), la Pie-grièche migratrice (*Lanius ludovicianus*) et le Râle jaune (*Coturnicops noveboracensis*) seraient des espèces menacées. Le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*) et le Petit blongios (*Ixobrychus exilis*) seraient des espèces vulnérables.

Cette dernière espèce paraît présente dans la zone d'étude selon les informations fauniques fournies par le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP, 2017). Le Petit blongios serait présent dans la partie nord près des canaux 14 à 17 et au sud du canal 8 à la Pointe à l'Esturgeon.

### 3.3.5 Mammifères

Nous ne possédons pratiquement aucune donnée spécifique sur les espèces de mammifères qui habitent dans la zone d'étude. Les statistiques de piégeage dans le bassin du Richelieu indiquent la présence d'une quinzaine d'espèces de mammifères dont les plus communs sont le castor (*Castor canadensis*) et le rat musqué (*Ondatra zibethicus*). Le rat musqué affectionne tout particulièrement les canaux en milieu agricole (COVBAR, 2015). De plus, selon les cartes fauniques du MFFP, certaines zones des canaux de la municipalité constituent un habitat pour le rat musqué.

De la grande faune, on observe fréquemment le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), mais peu d'orignaux (*Alces alces*) et d'ours noir (*Ursus americanus*). Parmi les autres espèces, on retrouve le renard roux (*Vulpes vulpes*), la belette (*Mustela nivalis*), le raton laveur (*Procyon lotor*), l'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*), le tamia rayé (*Tamias striatus*), le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*), le castor (*Castor canadensis*), la loutre de rivière (*Lutra canadensis*), la martre d'Amérique (*Martes americana*), la mouffette rayée (*Mephitis mephitis*), le vison d'Amérique (*Mustela vison*), le pékan (*Martes pennanti*) et le coyote (*Canis latrans*).

## 3.4 MILIEU HUMAIN

### 3.4.1 Profil socio-économique

#### 3.4.1.1 MRC du Haut-Richelieu

La municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix se situe au centre de la MRC du Haut-Richelieu. Elle est entourée des municipalités de Saint-Valentin, Saint-Blaise-sur-Richelieu, Sainte-Anne-de-Sabrevois, Henryville, Noyan et Lacolle.

**Tableau 9.9 Répartition de la population au sein de la MRC du Haut-Richelieu**

Municipalité	Habitants	Municipalité	Habitants
Henryville	1 561	Sainte-Brigide-d'Iberville	1 271
Lacolle	2 560	Saint-Georges-de-Clarenceville	1 119
Mont-Saint-Grégoire	2 917	Saint-Jean-sur-Richelieu	89 607
Noyan	1 367	Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	1 952
Saint-Alexandre	2 367	Saint-Sébastien	662
Saint-Blaise-sur-Richelieu	1 993	Saint-Valentin	490
Sainte-Anne-de-Sabrevois	1 906	Venise-en-Québec	1 321

Source : CLD et Conseil économique du Haut-Richelieu 2010

Alors que la ville centre Saint-Jean-sur-Richelieu possède une population de près de 90 000 habitants la population de chacune des autres municipalités, dont Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, est toujours inférieure à 3 000 habitants. La population de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, en 2010, était de 1 952 habitants. La plupart de ces municipalités sont à vocation agricole.



Au niveau maritime, la rivière Richelieu constitue le seul lien direct entre New York et le Saint-Laurent, ce qui fait qu'on y trouve la plus grande concentration de trafic maritime de plaisance au Québec. D'ailleurs, la plus grosse marina du Québec se trouve à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. En outre, cette région cumule environ 50 % des ventes de bateaux de plaisance au Québec.

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

Reconnue comme la Capitale nautique du Québec la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix est située directement sur les rives de la rivière Richelieu. Sa zone agricole occupe près de 85 % de sa superficie totale. De plus fait à noter 7 % de sa superficie agricole est considérée en zone inondable.

##### 3.4.1.2.1 Économie et services

Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix est reconnu principalement comme étant la Capitale nautique du Québec. Son économie repose en grande partie sur les activités nautiques, puisqu'on y retrouve plusieurs entreprises directement liées à ce secteur : les fabricants de bateaux, la conception de toile et de canevas, le lettrage, le transport et les marinas. En effet, la municipalité compte 9 marinas situées en bordure de la rivière Richelieu et à l'intérieur des canaux. Le secteur nautique fournit environ 100 emplois directs et 150 emplois indirects. De plus, le lieu historique du Fort-Lennox est relié à la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix par un traversier qui offre des traversées régulières en saison.

Outre le secteur nautique, la municipalité compte aussi sur le secteur manufacturier représenté par le Centre du camion Gamache et Gamex, les plus gros employeurs de la municipalité, et sur le secteur agricole composé de 16 fermes.

##### 3.4.1.2.2 Qualité de vie

La municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix compte plusieurs organismes communautaires reconnus comme étant très actifs, dont le Club de l'Âge d'Or qui compte 210 membres, le Club Optimiste, le Cercle de Fermières, le Comité d'aide à la Famille, le Comité des Loisirs et la bibliothèque (CLD et Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010).

Du point de vue touristique, la localité dispose d'avantages naturels certains comme la rivière Richelieu, en plus d'offrir aux visiteurs plusieurs attraits à caractère historique. Le Fort Lennox, situé sur l'île aux Noix, a été construit par les Britanniques au début du XIX<sup>e</sup> siècle dans le but de contrer une possible invasion américaine. Aujourd'hui, le Fort est un lieu historique ouvert au public et animé par des guides auquel on accède par traversier, ce qui permet aux visiteurs de profiter d'une balade sur la rivière Richelieu. Chaque année, le Fort Lennox reçoit entre 45 000 et 50 000 visiteurs. Des visites guidées sont offertes tous les jours en saison.

Le Blockhaus de la rivière Lacolle, situé à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, est un ouvrage militaire défensif. C'est la seule construction de ce genre au Québec qui a conservé sa structure originale, construite dans le but de protéger la scierie et le phare érigés sur la rivière Lacolle.

La municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix offre à la population plusieurs types d'activités : le badminton, le ballon-panier et le jeu de palet. Pour ceux qui préfèrent le plein air, on peut y pratiquer des sports tels que le volley-ball, le soccer, la pétanque, le hockey et la balle-molle. Enfants, adolescents et adultes participent à ces activités sportives. L'été, sur une période de huit semaines, un groupe d'animateurs s'occupent du camp de jour. Par ailleurs, on y retrouve deux campings.

Le Centre de plein air l'Estacade, situé dans la partie sud de la municipalité, accueille chaque été un nombre important de jeunes où s'y déroule des activités surtout axées vers le nautisme : des croisières sur le Richelieu, de la voile, de la planche à voile, de la pêche et du ski nautique. En outre, la piste cyclable La Vallée-des-Forts traverse la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. Cette portion de la Route Verte débute dans l'État de New York et se termine à Saint-Jean-sur-Richelieu, totalisant 49 km.

## 3.4.1.2.3 Indicateurs socio-économiques

Les tableaux suivants permettent d'émettre les constatations suivantes relatives au contexte actuel de la municipalité par rapport au reste de la MRC du Haut-Richelieu et du Québec en général selon les données les plus récentes du profil socioéconomique de 2010 (CLD et du Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010) :

La population de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix a augmenté de 5 % entre 2001 et 2006. Cette faible augmentation montre un vieillissement important et une augmentation du nombre de résidents de plus de 75 ans (tableau 3.10). La population en 2017 s'établissait à 1935 personnes, une baisse de 45 personnes depuis 2016 (Statistiques Canada 2017). La population de plus de 15 ans représentait en 2006 84,7 % et 84,6 % en 2016, donc peu d'enfants pour la relève de la municipalité. La population vieillissante aura besoin de plus de services en transports, de soins de santé et d'autres services de proximité

**Tableau 10.10 Répartition des classes d'âge et de sexe. (Tiré de CLD et du Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010.)**

Caractéristique	Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix			MRC du Haut-Richelieu			Québec		
	Total			Total			Total		
	1996	2001	2006	1996	2001	2006	1996	2001	2006
Total	1 845	1 935	1 995	97 539	100 755	108 890	7 138 795	7 237 480	7 546 130
0-4 ans	110	100	75	6 805	5 305	5 450	455 420	375 765	375 270
5-14 ans *	265	265	235	13 880	14 215	13 785	916 770	915 810	877 235
15-19 ans	105	120	115	6 875	6 870	7 245	494 170	462 070	475 005
20-24 ans	70	70	90	5 350	6 495	6 515	453 815	487 405	472 170
25-54 ans *	795	780	800	44 685	44 805	47 290	3 307 015	3 275 705	3 313 740
55-64 ans *	260	335	325	8 600	10 280	13 730	650 905	760 905	952 420
65-74 ans *	175	185	245	7 000	7 425	8 145	519 675	547 185	583 705
75 ans et plus *	60	85	120	4 355	5 365	6 735	341 025	412 630	496 590
Âge médian	N/D	42,3	45,3	N/D	37,9	40,6	N/D	38,8	41
Population de 15 ans et plus (%)	79,4	81,4	85,0	78,8	80,6	82,3	80,7	82,2	83,4

Le revenu médian des familles de la municipalité en 2006 était de 50 738 \$. Il est plus faible que ceux de la MRC et du Québec avec une différence négative de près de 9 000 \$. Ce faible revenu moyen engendre un taux de pauvreté important pour la municipalité. En 2006, celui-ci était de 10,1 % après impôts, mais ce taux augmente à 14,9 % avant impôts en raison du nombre élevé d'emplois saisonniers liés au nautisme. Le pourcentage des personnes à faible revenu après impôts en 2015 fut de 13,7 %, ce qui dénote une augmentation de la pauvreté. De plus, l'augmentation des revenus des particuliers est plus lente que la moyenne provinciale.

**Tableau 11.11 Taux de pauvreté -2006. (Tiré de CLD et du Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010.)**

Lieu	Personnes à faible revenu avant impôts	Personnes à faible revenu après impôts	Personnes de 18 ans et - avant impôts*	Personne de 18 ans et - après impôts*
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	14,9	10,1	19,5	9,8
MRC du Haut-Richelieu	11,7	8,0	10,6	7,0
Québec	17,2	12,5	17,6	12,5

**Tableau 12.12 Secteurs d'activités selon la population active. (Tiré de CLD et Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010.)**

Caractéristique (en nombre)	Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix			MRC du Haut-Richelieu			Québec		
	1996*	2001*	2006*	1996	2001	2006*	1996*	2001*	2006*
Total de la population active expérimentée	725	900	855	48 095	51 435	57 990	3 373 305	3 644 380	3 929 670
Agriculture et autres industries primaires	30	35	20	2 030	2 075	2 240	125 200	143 740	145 985
Industrie de la fabrication et de la construction	175	230	220	11 430	13 525	14 155	744 395	809 025	779 215
Commerce de gros et de détail	180	215	195	9 250	8 155	9 520	604 040	581 810	645 220
Finance et services immobiliers	15	20	30	1 925	2 200	2 755	176 795	186 830	211 230
Soins de santé et enseignement	70	105	80	6 870	8 095	9 735	583 350	613 070	712 600
Services commerciaux	205	225	170	3 250	7 590	9 020	885 890	610 290	673 565
Autres services	50	70	140	13 340	9 795	10 565	253 635	699 615	761 855

Caractéristique (%)	Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix			MRC du Haut-Richelieu			Québec		
	1996*	2001*	2006*	1996	2001	2006*	1996*	2001*	2006*
Agriculture et autres industries primaires	4,1	3,9	2,3	4,2	4,0	3,9	3,7	3,9	3,7
Industrie de la fabrication et de la construction	24,1	25,6	25,7	23,8	26,3	24,4	22,1	22,2	19,8
Commerce de gros et de détail	24,8	23,9	22,8	19,2	15,9	16,4	17,9	16,0	16,4
Finance et services immobiliers	2,1	2,2	3,5	4,0	4,3	4,8	5,2	5,1	5,4
Soins de santé et enseignement	9,7	11,7	9,4	14,3	15,7	16,8	17,3	16,8	18,1
Services commerciaux	28,3	25,0	19,9	6,8	14,8	15,6	26,3	16,7	17,1
Autres services	6,9	7,8	16,4	27,7	19,0	18,2	7,5	19,2	19,4

Le secteur professionnel le plus important est celui de « métier, transport et machinerie » avec 33,3 % (tableau 3.13). Par contre, la catégorie qui montre la plus forte augmentation est celle-ci : « art, culture et loisirs ». Cette augmentation est sûrement liée directement à l'importance du nautisme à Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, ce qui la différencie du reste de la MRC.

**Tableau 13.13 Professions de la population active en %. (Tiré de CLD et du Conseil économique du Haut-Richelieu, 2010.)**

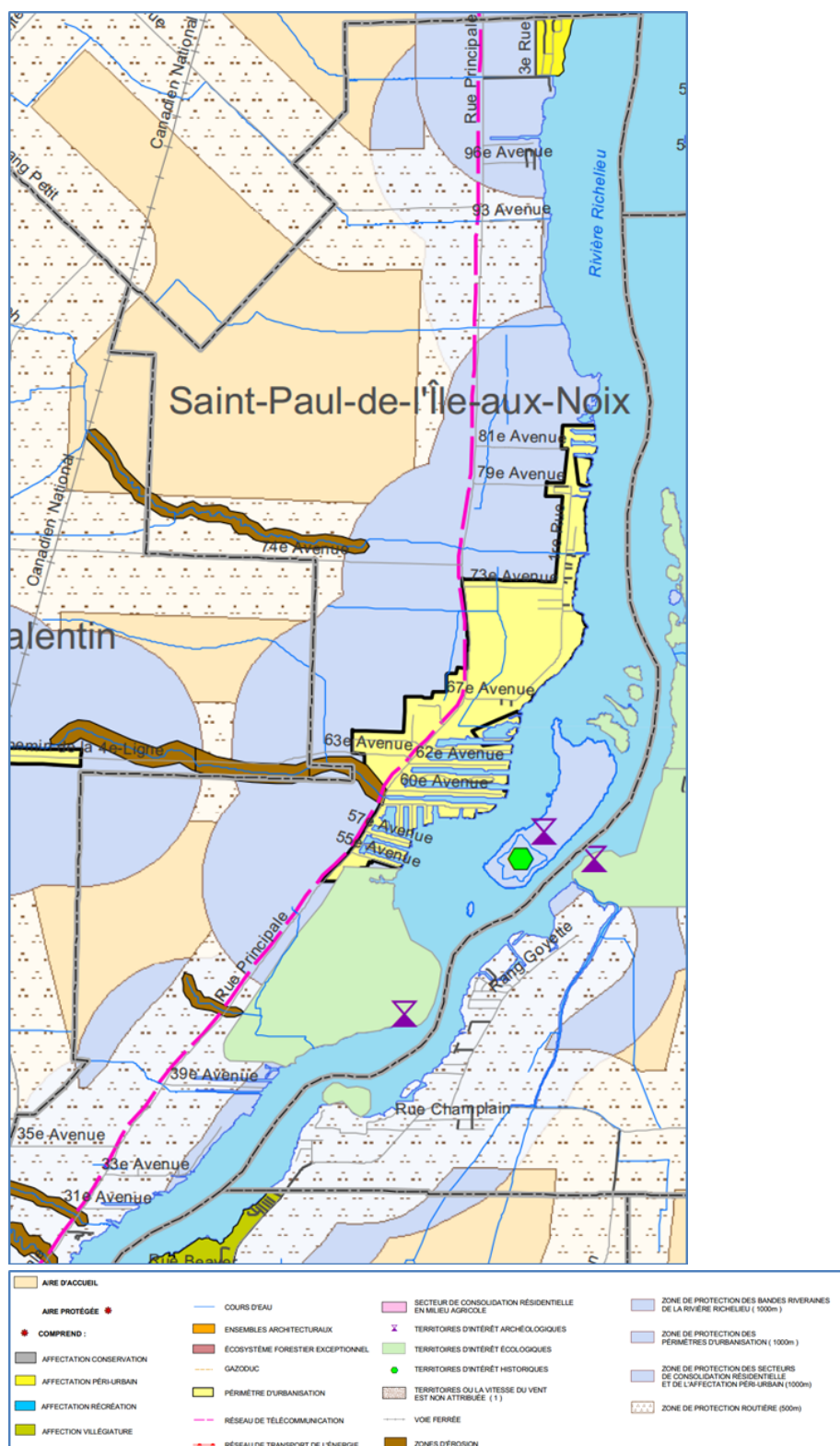
Caractéristique (%)	Total			Hommes			Femmes		
	1996	2001	2006	1996	2001	2006	1996	2001	2006
<b>Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix</b>									
Gestion	10,3	7,8	8,8	14,0	10,3	8,5	5,1	4,2	10,4
Affaires, finance et administration	18,6	14,5	14,6	3,5	6,5	3,2	40,7	26,4	27,3
Sciences naturelles	3,4	2,2	2,3	5,8	1,9	4,3	0,0	2,8	0,0
Secteur de la santé	2,1	3,9	2,3	0,0	0,0	0,0	5,1	9,7	5,2
Sciences sociales, enseignement, admin. publique	1,4	1,7	2,3	2,3	0,0	2,1	0,0	4,2	5,2
Arts, culture, sports et loisirs	2,8	2,8	4,1	2,3	0,0	3,2	3,4	6,9	6,5
Ventes et services	23,4	28,5	22,2	16,3	23,4	20,2	33,9	36,1	24,7
Métiers, transport et machinerie	26,9	20,7	33,3	45,3	32,1	51,1	0,0	2,8	10,4
Professions propres au secteur primaire	4,8	3,4	1,7	4,7	5,6	0,0	5,1	0,0	0,0
Transformation, fabrication et services d'utilité publique	6,2	15,1	8,2	4,7	19,6	7,4	8,5	8,3	10,4
<b>MRC du Haut-Richelieu</b>									
Gestion	9,7	7,9	7,9	12,0	9,4	9,3	6,8	6,2	6,3
Affaires, finance et administration	18,1	16,8	17,3	9,2	9,0	9,1	29,2	26,2	26,7
Sciences naturelles	4,0	5,1	5,3	6,0	7,3	7,7	1,5	2,3	2,5
Secteur de la santé	5,1	5,5	6,2	1,5	1,6	1,8	9,8	10,2	11,2
Sciences sociales, enseignement, admin. publique	5,4	6,8	7,8	3,9	4,1	3,7	7,4	10,0	12,4
Arts, culture, sports et loisirs	1,9	1,5	1,9	1,6	1,0	1,4	2,2	1,9	2,5
Ventes et services	24,9	24,1	22,9	20,6	20,2	18,8	30,3	28,9	27,6
Métiers, transport et machinerie	15,6	18,0	18,6	26,1	30,0	32,4	2,4	3,5	2,8
Professions propres au secteur primaire	4,1	3,2	3,1	6,0	4,6	4,6	1,6	1,6	1,3
Transformation, fabrication et services d'utilité publique	11,2	11,0	9,0	13,1	12,6	11,1	8,8	9,0	6,6

### 3.4.2 Zonage et affectation du territoire

Le schéma d'aménagement et de développement de la MRC du Haut-Richelieu est entré en vigueur le 25 juin 2004 (règlement 371). Ce document de planification établit les lignes directrices de l'organisation physique du territoire d'une MRC. Il présente notamment les grandes orientations d'aménagement et de développement, les grandes affectations du territoire, les zones de contraintes ainsi que les zones et les pôles d'intérêt de la MRC.

La figure 3.10 localise les principales affectations du territoire de la MRC du Haut-Richelieu dans la zone d'étude. Le territoire densément habité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix entre les 55<sup>e</sup> et 81<sup>e</sup> avenues qui regroupe la majorité des canaux de la partie centrale et de la partie nord de la municipalité est en territoire urbanisé ou périurbain. Les zones extrêmes nord et sud sont soit en territoire de protection des bandes riveraines, soit de périmètres d'urbanisation.

**Figure 3.10 Affectation du territoire de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix**



Dans ce schéma d'aménagement, la MRC du Haut-Richelieu identifie la rivière Richelieu et le lac Champlain comme les pierres angulaires ainsi que le cœur du développement économique, touristique et récréatif de la région. Le schéma d'aménagement de la MRC du Haut-Richelieu présente Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix comme l'une des aires à concentration récréotouristiques principale de la MRC et comme un pôle touristique spécialisé en navigation. En effet, selon ce schéma la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, elle est une base importante pour la navigation de plaisance dans la MRC dont le potentiel de croissance touristique est grand et son développement, encore largement exploitable. Le schéma recommande de privilégier l'émergence de projets structurants à l'intérieur des pôles touristiques tels que celui de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

### 3.4.3 Plan d'urbanisme et affectation du sol de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix

Le plan d'urbanisme de la municipalité de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix a été révisé et adopté en 2006. En termes d'organisation spatiale, on y retrouve deux entités principales : le noyau villageois correspondant, de façon générale, au périmètre d'urbanisation et le territoire agricole environnant. Le noyau villageois comprend plusieurs fonctions, soit résidentielle, commerciale, industrielle, institutionnelle et récréotouristique.

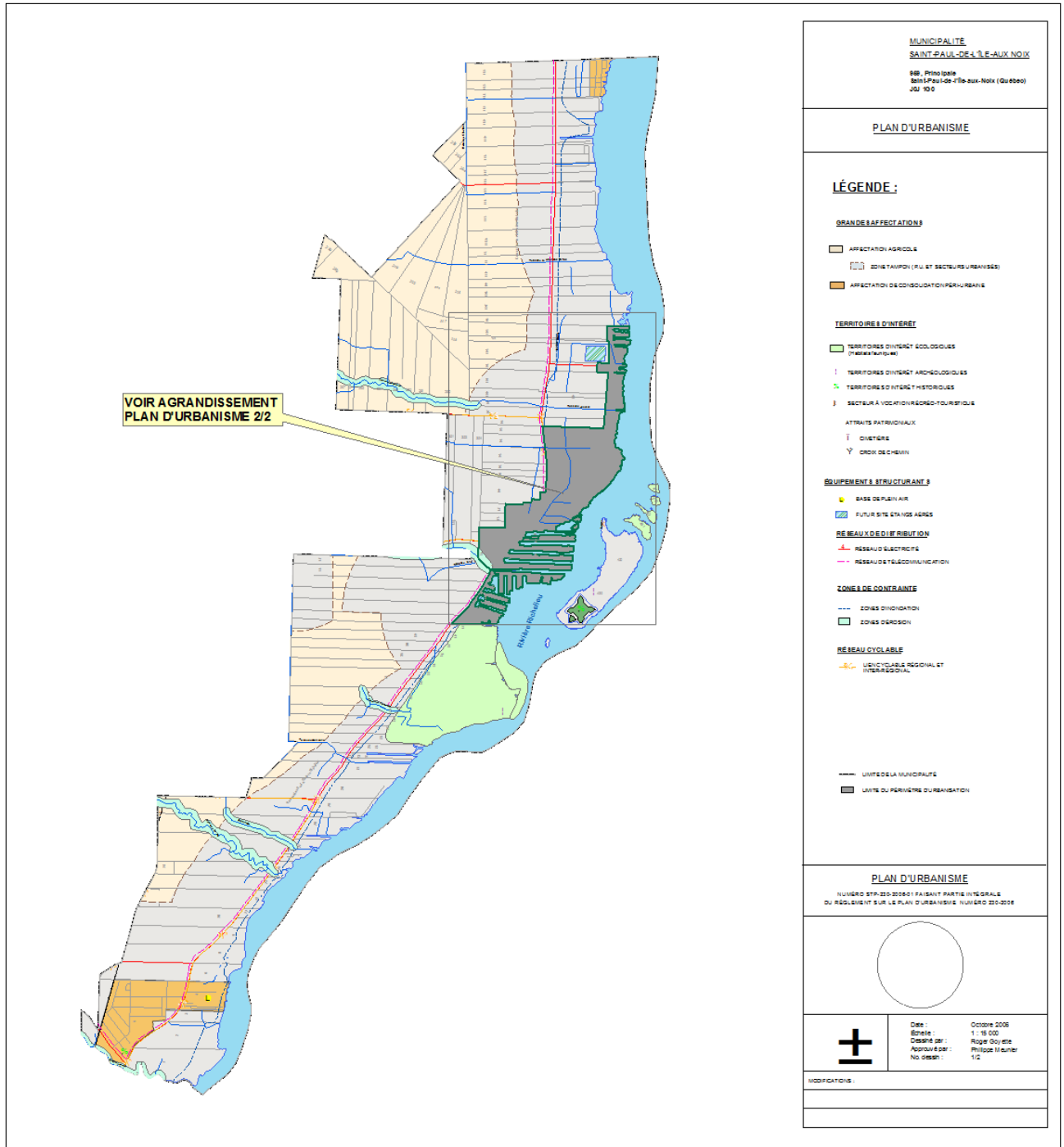
Les cartes 3.11 et 3.12 illustrent l'affectation du sol de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. Les sept grandes affectations du territoire municipal sont aussi basées sur les composantes du concept d'aménagement :

- Résidentielle;
- Commerciale mixte;
- commerciale;
- Publique et institutionnelle;
- Agricole;
- Consolidation péri-urbaine;
- Territoires d'intérêt écologiques.

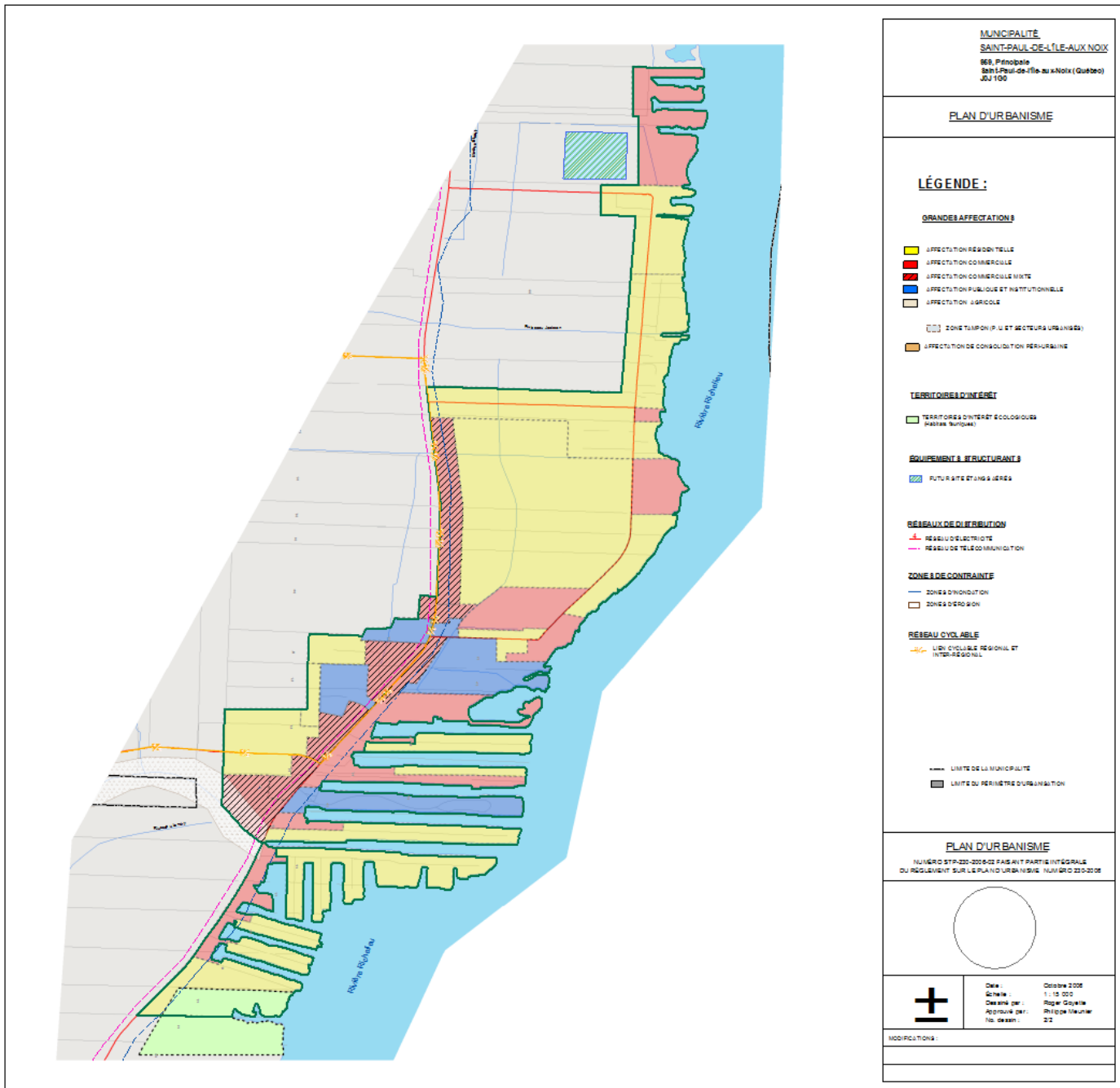
À l'analyse de ces cartes, il appert que l'intérieur des canaux est toujours le siège d'activités commerciales principalement liées au nautisme et à la présence de marinas. Pour les autres canaux situés en zone résidentielle, ils sont tous caractérisés par la présence d'activités nautiques et de structures flottantes d'accueil des bateaux.



Figure 3-7 Affectation du sol. Aperçu global (tiré du plan d'urbanisme de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix).



**Figure 3-8 Affectation du sol. Détail du village (tiré du plan d'urbanisme de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix).**



## 4 DESCRIPTION DU PROJET

Cette section décrit les alternatives considérées et l'alternative retenue pour la réalisation du programme décennal de dragage d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. L'analyse des alternatives et la sélection finale sont basées sur des critères techniques, économiques et environnementaux.

Les sections qui suivent décrivent d'abord les variantes de volumes à excaver. La section suivante présente les méthodes et les équipements disponibles. Les dernières sections décrivent ensuite les critères de sélection applicables, et finalement, les alternatives les plus appropriées.

### 4.1 VARIANTES DE VOLUMES DE DRAGAGES

L'évaluation des volumes de dragage en vue de l'entretien des canaux a été effectuée à partir de la bathymétrie effectuée au printemps 2017. À la suite de l'analyse des résultats de cette bathymétrie, plusieurs scénarios impliquant des largeurs, des longueurs et des profondeurs différentes d'excavation ont été quantifiées et analysées afin de déterminer les caractéristiques finales des zones d'entretien.

Puisque la problématique principale des canaux se trouve à l'embouchure des canaux où les faibles profondeurs limitent l'entrée des bateaux naviguant depuis et vers l'intérieur, les caractéristiques des volumes de dragage touchent essentiellement ces embouchures. Il existe cependant deux exceptions, soit le canal 5, où l'apport du Grand Ruisseau a réduit les profondeurs sur toute la longueur du canal, et l'extension du canal 7 qui constitue le canal principal vers le chenal de navigation.

Les caractéristiques suivantes des zones de dragage ont été évaluées pour l'analyse des scénarios et l'évaluation des volumes :

- Largeur : 10,15 et 20 m;
- Profondeur : 1,0 et 1,5 m;
- Longueur : suffisante pour relier les profondeurs équivalentes aux deux extrémités.

La profondeur de 1 m permet généralement aux bateaux de moins de 30 pieds de circuler librement, car leur tirant d'eau est généralement moindre que 1 m (3 pieds). La profondeur de 1,5 m permet quant à elle d'accommoder des bateaux de plus de 30 pieds et de moins de 55-60 pieds et certains voiliers de plus faible tirant d'eau. Le dragage des embouchures à une profondeur supérieure à 1,5 m serait inutile, car les profondeurs intérieures des canaux ne permettent pas la circulation d'embarcations dont le tirant d'eau est supérieur à 1,5 m. La largeur de ces bateaux de moins de 30 pieds est d'environ 2,5 m et peut aller jusqu'à environ 4,5 m pour les bateaux de 45 à 50 pieds. À la suite de l'analyse des résultats avec les autorités municipales, les zones et les profondeurs de dragage suivantes ont été jugées suffisantes pour combler les besoins actuels :

- Canaux commerciaux :
  - Largeur du canal d'accès : 10 m;
  - Longueur du canal d'accès : dans la plupart des cas une longueur permettant de relier les isocontours de 1,5 m à l'intérieur et à l'extérieur de l'embouchure;
  - Profondeur de la zone de dragage : 1,5 m (au zéro des cartes).
- Canaux privés et résidentiels :
  - Largeur du canal d'accès : 10 m;
  - Longueur du canal d'accès : dans la plupart des cas une longueur permettant de relier les isocontours de 1,0 m à l'intérieur et à l'extérieur de l'embouchure;
  - Profondeur de la zone de dragage : 1,0 m (au zéro des cartes).
- Canal 5-partie intérieure :

- Largeur du canal d'accès : Toute la surface du canal jusqu'à la limite des quais flottants;
- Longueur du canal d'accès : toute la longueur du canal jusqu'à la limite des quais en amont;
- Profondeur de la zone de dragage : 1,0 m (au zéro des cartes).
- Extension du canal 7 menant au chenal principal :
  - Largeur du canal d'accès : 10 m;
  - Longueur du canal d'accès : de la zone draguée à la sortie du canal 7 jusqu'au chenal principal (profondeur de 1,5 m);
  - Profondeur de la zone de dragage : 1,5 m (au zéro des cartes).

De plus certains canaux ont été exclus du programme de dragage. Le tableau 4.2 présente la justification dans la sélection des canaux faisant partie du programme, la classe de qualité des sédiments et les volumes et surfaces associés. Afin de prendre en compte le surdragage et l'accumulation à venir avant les travaux, le volume a été augmenté de 30 %, et les surfaces associées ont aussi été augmentées de 10 %. Le volume total après contingence est donc estimé à près de 37 342 m<sup>3</sup> et la surface affectée à 54 926 m<sup>2</sup>.

**Tableau 4.1 Volumes totaux de dragage**

Canal	Résidentiel (R) Commercial (C)	Partie	Dragage	Surface m <sup>2</sup>	Qualité	Volume A m <sup>3</sup>	Volume AB m <sup>3</sup>	Volume BC m <sup>3</sup>	Volume total m <sup>3</sup>	Justification
1	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	1369	AB		1039		1039	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
2	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	820	AB		195		195	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
3	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	1329	AB		338		338	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina et des installations du parc Fort Lennox
4	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	1032	AB		406		406	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
5	R	Intérieure	Oui	27008	AB		13234	1000	14234	Profondeur < 0,5m, nombreuses résidences
		Embouchure	Oui	1369	AB		952		952	Profondeur < 0,5m, nombreuses résidences
6	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	1623	BC			1342	1342	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
6a	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
6b	R	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	795	AB		149		149	Profondeur < 1,0m
6c	R	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	1699	AB		1037		1037	Profondeur < 0,5m, nombreuses résidences
6d	R	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Non							Exclus du programme. 3 quais privés seulement. Les profondeurs de l'embouchure et de l'accès au canal de sortie sont toujours <1,0m
6e	R	Intérieure	Non							Exclus du programme. 1 quai privé seulement. Les profondeurs de l'embouchure et de l'accès au canal de sortie sont toujours <0,5m
		Embouchure	Non							Exclus du programme. 1 quai privé seulement. Les profondeurs de l'embouchure et de l'accès au canal de sortie sont toujours <0,5m
6f	R	Intérieure	Non							Exclus du programme. 1 quai privé seulement. Les profondeurs de l'embouchure et de l'accès au canal de sortie sont toujours <0,5m
		Embouchure	Non							Exclus du programme. 1 quai privé seulement. Les profondeurs de l'embouchure et de l'accès au canal de sortie sont toujours <0,5m
7	C	Intérieure	Oui	1439	AB		1297		1297	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
		Extension canal	Oui	4476	A	3299			3299	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
8	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	2329	AB		2494		2494	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
9	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Non							Exclus du programme
10	R	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	1162	A	1054			1054	Profondeur < 1,0m, nombreuses résidences
11	R	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (0,5-1,0m) dans le premier tiers, accumulation du ruisseau Gamache
		Embouchure	Oui	1494	AB		1548		1548	Profondeur < 1,0m, présence d'au moins 7 résidences avec un quai
12	R	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (0,5-1,0m) dans le premier tiers
		Embouchure	Oui	1476	A	2105			2105	Profondeur < 1,0m, présence d'au moins 4 résidences
13	C	Intérieure et embouchure	Oui	1128	A	1226			1226	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
			Oui							Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
14	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	1781	A	1590			1590	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
15	C	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	1462	A	2183			2183	Profondeur < 1,0m, présence d'une marina
16	R	Intérieure	Non							Profondeur < 1,0m, présence de 2 résidences seulement
		Embouchure	Non							Exclus du programme. Profondeur < 1,0m, présence de 2 résidences seulement
17	R	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Oui	1135	A	854			854	Profondeur < 1,0m, présence d'une future marina
18	R	Intérieure	Non							Profondeur suffisante (1,0-1,5m)
		Embouchure	Non							Exclus du programme. Profondeur < 1,0m, présence d'une seule résidence
Total				54926		12311	22689	2342	37342	

## 4.2 LES ÉQUIPEMENTS DE DRAGAGE ET DE TRANSPORT

Parmi les équipements qui peuvent extraire les sédiments des canaux, on distingue les équipements maritimes et terrestres. Les sections suivantes présentent ces différents équipements.

### 4.2.1 Équipements maritimes

#### 4.2.1.1 Dragues mécaniques

Les dragues mécaniques sont conçues pour tous les types de matériaux aussi durs que meubles. Elles prélèvent les sédiments par l'application directe d'une force mécanique sur le fond. Le principal avantage de ce type d'équipement est que les matériaux dragués conservent pratiquement les propriétés physiques in situ, ce qui



réduit le volume de matériaux à transporter, à traiter ou à mettre en dépôt, en plus de minimiser le contenu en eau. Les dragues mécaniques peuvent être opérées et manœuvrées dans des zones restreintes et confinées. Elles sont très utiles en présence d'obstacles et de débris. Elles ont toutefois un rendement relativement modeste ( $<300 \text{ m}^3/\text{h}$ ) qui diminue lorsque la profondeur du site à draguer augmente.

Il existe actuellement deux types de dragues mécaniques susceptibles d'opérer dans les cours d'eau : la drague à benne preneuse et la drague rétrocaveuse. Dans les deux cas, cet équipement est monté sur une barge ou un chaland.

### Drague à benne preneuse

Ces dragues sont montées sur une grue laquelle repose sur un chaland. Ces dragues sont utilisées pour extraire tous les types de sédiments (fins consolidés, sables ou graviers). La benne descend jusqu'au fond en position ouverte et pénètre dans les matériaux à draguer sous l'effet de son propre poids et de l'action du mécanisme de fermeture. Après la remontée, les déblais de dragage sont déchargés en relâchant le câble fermant la benne (figure 4.1).

**Figure 4-1**     **Drague à benne preneuse**



La drague à benne preneuse est particulièrement appropriée pour l'excavation de petits volumes ou pour l'entretien des petites installations portuaires. En effet, ce type de drague possède une bonne facilité de manœuvre ainsi qu'un contrôle d'opération efficace sur des surfaces restreintes. D'autre part, les bennes de grandes dimensions sont également en mesure de réaliser des travaux d'envergure. En fait, c'est l'un des types de drague les plus répandus dans le monde.

La drague à benne preneuse est surtout efficace dans les sables et les graviers fins et dans les sédiments fins cohésifs et peu cohésifs ainsi que dans les sites difficilement accessibles. Son rendement diminue toutefois lorsque les sédiments sont plus grossiers. En effet, les gros cailloux peuvent empêcher la benne de se refermer complètement, ce qui crée une fuite des sédiments plus fins. Elle a un rendement moyen dans les vagues et la houle.

La capacité des bennes varie de  $0,75 \text{ m}^3$  à  $6,0 \text{ m}^3$  et le rythme de travail est de l'ordre de 20 à 30 cycles à l'heure selon la profondeur et les caractéristiques du substrat.

Les dragues à benne preneuse peuvent générer une remise en suspension importante des sédiments lors de l'impact de la benne sur le fond, lors de la pénétration de la benne et à la montée de la benne, d'où peuvent s'échapper les sédiments dragués.

### **Drague rétrocaveuse**

La drague rétrocaveuse consiste essentiellement en une pelle hydraulique installée sur le pont renforcée d'un chaland (figure 4.2). Le godet de la drague est fixé à un bras de manœuvre articulé sur la flèche, et les matériaux sont extraits en ramenant le godet vers la drague. Les produits de dragage sont déposés sur les rives ou dans les chalands.

**Figure 4-2    Dragues rétrocaveuses**



La drague rétrocaveuse peut normalement opérer jusqu'à une profondeur d'environ 6 à 12 m et récupérer des sédiments de toutes tailles, depuis les cailloux et le gravier, le sable fin au sable grossier, jusqu'aux silts à l'argile compacte. Elle est habituellement équipée de godets dont la capacité varie de 1 m<sup>3</sup> à 3 m<sup>3</sup>. Cette technique permet une très grande précision, car le godet est fixé directement à la flèche sans être mobile comme dans le cas de la benne preneuse.

Cette drague peut toutefois occasionner des pertes importantes de matériaux dragués, car le matériel n'est pas complètement isolé de l'eau et, pour cette raison, elle est moins utilisée pour l'excavation de sédiments fins moins cohésifs.

#### **4.2.1.2    Équipements hydrauliques**

Les dragues hydrauliques aspirent et refoulent les sédiments sous forme de boues liquides à l'aide de pompes puissantes. Elles sont généralement montées sur des barges équipées de pompes raccordées à des pipelines de refoulement montés sur flotteurs. Les boues liquides, contenant généralement entre 10 à 20 % de matières solides (en poids), sont évacuées à des distances variables du site d'extraction à l'aide de pipelines.

Les dragues hydrauliques sont généralement plus productives que les dragues mécaniques; leur rendement peut atteindre 7 600 m<sup>3</sup>/h et plus. Leur performance sur le plan de la remise en suspension des sédiments au site de l'excavation est de beaucoup supérieure à celle des dragues mécaniques, mais elle génère beaucoup de remises en suspension au point d'évacuation à cause de la forte teneur en eau (80-90 %). Il existe

actuellement deux types de dragues hydrauliques susceptibles d'opérer sur la rivière Richelieu : la drague suceuse simple et la drague suceuse à désagrégateur.

### **Drague suceuse simple**

La drague suceuse simple opère par aspiration à l'aide d'une pompe et se déplace généralement à l'aide d'un système de câbles d'ancrage. Il existe divers modèles de drague suceuse simple de dimensions et de puissances variées qui possèdent un excellent rendement. Ces dragues sont généralement utilisées pour l'extraction de la boue, des sables (peu compacts) et même des graviers. Leur rendement est proportionnel au diamètre des élinde (tube métallique servant de conduite d'aspiration), à la puissance de la pompe, à la vitesse de déchargement et à la nature des matériaux dragués.

### **Drague suceuse à désagrégateur**

Cette drague suceuse est dotée d'un puissant appareil rotatif (désagrégateur) monté à l'extrémité de l'élinde visant à désagréger le matériel avant de l'aspirer. Le désagrégateur fragmente les matériaux durs et cohésifs en morceaux plus petits qui sont pompés par une tête aspiratrice. Il existe plusieurs types de têtes désagréatrices adaptées aux différents types de sédiments (figure 4.3).

Comme la plupart des dragues, la drague suceuse à désagrégateur est généralement équipée de deux pieux descendus dans le fond marin ou encore de son propre système de locomotion (comme dans la figure 4.3).

L'efficacité du dragage dépend de l'équilibre entre l'action mécanique du désagrégateur et de la succion hydraulique. La variabilité du rendement dépend aussi de la granulométrie des matériaux dragués, de la profondeur d'excavation et de la taille de la drague. Les dragues de ce type sont utilisées dans le monde entier principalement à cause de leur rendement et de leur souplesse d'utilisation.

**Figure 4-3 Drague suceuse à tête désagréatrice**



#### **4.2.2 Dragues spéciales**

Il existe un type de drague spécialisée multifonction conçue au Québec, soit une drague à godet pompe (Amphibex, figure 4.4).

**Figure 4-4 Drague Amphibex.**



La drague amphibie Amphibex est une pelle rétrocaveuse montée sur un ponton et équipée de stabilisateurs ainsi que d'une hélice. Elle peut donc opérer de façon autonome, aussi bien sur terre que dans l'eau ou dans les zones marécageuses. En plus d'un godet excavateur conventionnel, cette drague peut également être munie d'un godet-pompe hydraulique : deux pompes à déblais situées dans le godet permettent de pomper en continu les matières délogées. Pour éviter l'obstruction des conduites, des lames coupantes sont logées à l'entrée de la pompe afin d'assurer le déchiquetage des racines ou de la végétation. Le mélange pompé est refoulé dans un pipeline pouvant mesurer jusqu'à plus de 500 m.

Cet équipement peut effectuer le dragage, la récupération des matériaux et faciliter leur dépôt sécuritaire en rive ou en milieu terrestre. L'appareil est capable d'effectuer des excavations depuis de très faibles profondeurs jusqu'à 6,5 mètres. Équipements terrestres

Les équipements d'excavation terrestre peuvent être utilisés soit à partir des zones émergées naturelles ou remblayées près de la zone d'excavation ou encore à partir de la glace en hiver lorsque le couvert de glace est assez épais pour supporter le poids des équipements.

**Figure 4-5 Équipements terrestres : pelles mécaniques et camions**





### 4.2.3 Équipements de transport

Les équipements de transport sont utilisés pour déplacer les sédiments dragués vers le site de rejet ou de dépôt. Sur l'eau, les matériaux de dragage peuvent être déposés dans des petites barges (voir figure 4.2) ou des chalands de plus grande taille, appelés « marie-salopes » (figure 4.6).

**Figure 4-6 Chaland à fond ouvrant pour le transport des matériaux dragués**



Les chalands, parfois automoteurs, sont munis de fond plat ou de fonds ouvrants et peuvent se déplacer dans des profondeurs de plus de trois mètres. Il est toutefois possible de les utiliser lorsque le niveau d'eau est haut lors des crues afin de déposer les sédiments à des endroits autrement inaccessibles. Les sédiments mis dans une barge à fond plat doivent être évacués à l'aide d'une pelle hydraulique ou à l'aide d'une pompe et d'un pipeline. Dans les zones de moindre profondeur, des barges de plus petit tirant d'eau doivent être utilisées (figure 4.2).

L'autre technique, largement utilisée mondialement, est le pipeline qui permet de transporter les sédiments dans des zones peu profondes inaccessibles par barge ou par chaland. Avec ces pompes, le transport de sédiment se fait à plusieurs kilomètres, mais peut entraver la circulation et les activités maritimes.

Dans le cas où les sédiments ne peuvent pas être déposés dans la zone riveraine, ils devront être transportés vers un site de dépôt en milieu terrestre avec des camions. Ce mode de transport est courant lors d'excavation en milieu aquatique peu profond ou riverain (voir figure 4.5).

## 4.3 MODES DE DISPOSITION DES MATÉRIAUX

Avant de procéder à l'évaluation et la sélection de la technique et des équipements de dragage et de transport, il faut déterminer où seront disposés les matériaux issus du dragage. La gestion des matériaux de dragage peut s'effectuer soit en milieu aquatique, soit en milieu terrestre. Une réglementation et des critères spécifiques à chacun de ces modes de gestion doivent être appliqués. Les critères applicables réfèrent essentiellement à la nature et à la qualité des matériaux dragués.

### 4.3.1 Gestion en milieu aquatique

Il n'existe actuellement aucun site de rejet aquatique utilisé et autorisé dans la rivière Richelieu et donc ce mode de gestion ne peut être utilisé pour ce projet.

Ce type de gestion comprend le rejet en eau libre, le dépôt en rive et le confinement en eau libre. Pour évaluer le potentiel de ce type de gestion, la qualité des sédiments doit d'abord être évaluée à partir des critères élaborés

par la gestion des sédiments au Québec (tableau 4.3 tiré de Environnement Canada et MDDEP, 2007). Les critères numériques applicables sont présentés dans les tableaux des résultats d'analyse de la qualité des sédiments (tableaux 3.3 à 3.6).

#### 4.3.2 Gestion en milieu terrestre

La gestion en milieu terrestre est soumise aux critères établis dans la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains* (MDDELCC, 2017). Cette politique établit les usages possibles en fonction du niveau de contamination des sols et sédiments. Trois niveaux sont définis pour chacun des contaminants potentiels, soit les critères A, B et C. Les critères ABC sont présentés dans les tableaux des résultats d'analyse de la qualité des sédiments (tableaux 3.3 à 3.6).

Les matériaux dont la qualité est supérieure ou égale aux critères A peuvent être utilisés sans restriction sur tout terrain. Par contre, les matériaux dont la qualité se situent entre les critères A et B ne peuvent être disposés que dans certains sites et sous certaines conditions précises comme dans des lieux d'enfouissement technique (LET), des lieux d'enfouissement de sols contaminés (LESC) des lieux d'enfouissement de débris de construction ou de démolition et dans certaines carrières autorisées en vertu de règlement sur les carrières et sablières adopté en 2019.

### 4.4 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DU PROJET RETENU

#### 4.4.1 Méthode de dragage

L'analyse des méthodes de dragage applicables au projet d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix s'est basée sur les paramètres suivants :

- Tirant d'eau.

Les dragues et autres équipements associés doivent être de faible tirant d'eau pour pouvoir exécuter les travaux dans des profondeurs souvent inférieures à 1 m.

- Dimensions.

Les dragues et autres équipements associés doivent être de petites dimensions pour opérer à l'intérieur des secteurs de dragage qui seront d'une largeur de 10 m.

- Pourcentage de solides dans la boue.

Les équipements de dragage doivent permettre de réduire au minimum le volume total et le pourcentage d'eau présent avec les matériaux.

- Remise en suspension.

Les équipements doivent permettre de réduire la remise en suspension au site de dragage au minimum.

- Disponibilité. Certaines dragues spécialisées sont peu ou tout simplement indisponibles au Québec. Elles ont donc été éliminées. Les dragues mécaniques sont toujours disponibles au Québec.

Les méthodes de dragage généralement utilisées dans le Saint-Laurent, telles que les dragues mécaniques de grand volume montées sur chaland et les barges de transport, ne pourront être utilisées dans le cadre de ce projet, car leur tirant d'eau est généralement supérieur à 1 m. De plus, les dimensions des chalands et des barges de transport sont trop grandes pour exécuter de tels travaux. Par contre, l'utilisation de bennes ou de pelles hydrauliques opérées à partir de la rive ou encore à partir de petit chaland à faible tirant d'eau sera privilégiée.

Les dragues hydrauliques doivent prélever une grande proportion d'eau pour pouvoir aspirer les sédiments. Cette proportion d'eau varie de 10 à 20 % pour les dragues hydrauliques classiques et peut aller jusqu'à 50 % pour la drague Amphibex dont les pompes sont situées sur le godet.

Cette caractéristique fait en sorte que les sédiments deviennent très fluides, et le volume de matériaux à disposer augmente considérablement. On doit donc gérer ces matériaux comme un liquide qui doit être soit

décanté dans un espace confiné, soit dispersé dans le milieu aquatique. En vue de diminuer le volume de matériaux à gérer et l'impact du rejet en eau libre, ces méthodes de dragage n'ont pas été retenues.

Bien entendu, les équipements et les méthodes utilisées seront déterminés à la suite des ententes prises avec les entrepreneurs spécialisés, et ce, en fonction des différents lots de travail qui composeront le programme d'entretien décennal.

#### 4.4.2 Site de disposition

Puisqu'il n'existe actuellement aucun site de rejet aquatique utilisé et autorisé dans la rivière Richelieu, et que les sections riveraines sont, soit d'affectation résidentiel, soit commercial ou d'intérêt écologiques et protégées, et qu'elles n'offrent donc pas de surface pouvant accueillir les matériaux, les matériaux devront être disposés dans des sites plus éloignés correspondant à leur qualité, et ce, en fonction de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains*.

Les matériaux non contaminés (de qualité supérieure au critère A) pourront être acheminés dans des sites tels que des carrières, gravières et sablières ou encore sur des terres agricoles comme amendement sous réserve d'une autorisation avec la Commission de la Protection du Territoire Agricole (CPTAQ).

#### 4.4.3 Méthode de transport

Les matériaux excavés seront transbordés en milieu terrestre, soit par le déplacement de petites barges de transport vers la rive ou lorsque le site de dragage sera à proximité de la rive par dépôt direct dans les bennes des camions de transport. Le transbordement des matériaux pourra, au besoin, nécessiter l'utilisation d'une pelle mécanique pour effectuer le transbordement d'une barge de transport aux camions de transport. Les matériaux seront transportés vers le site de disposition finale par camionnage. Afin d'éviter les pertes de liquide pendant le transport, les matériaux devront au préalable avoir été égouttés, autrement, l'entrepreneur en charge des travaux devra prévoir l'utilisation de camions à benne étanche.

#### 4.4.4 Échéancier des travaux

Le tableau suivant présente l'échéancier préliminaire des travaux d'entretien des canaux de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix.

**Tableau 4.2 Échéancier des travaux de dragage d'entretien.**

<b>Mois/année</b>	<b>Travaux</b>	<b>Canaux</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>) incluant le surdragage</b>
2018-2020	Finalisation de la procédure d'évaluation environnementale, préparation des devis de dragage, appel d'offres et négociation des contrats.		
Automne 2020 à printemps 2021	Dragage et disposition des matériaux	Commerciaux	16000
Automne 2021 à printemps 2022	Dragage et disposition des matériaux	Résidentiels	23260
Automne 2022 à printemps 2023	Suivi bathymétrique et dragage d'entretien	Commerciaux et résidentiels	2000 (estimé)
Automne 2023 à printemps 2024	Suivi bathymétrique et dragage d'entretien	Commerciaux et résidentiels	2000 (estimé)
Automne 2024 à printemps 2025	Suivi bathymétrique et dragage d'entretien	Commerciaux et résidentiels	2000 (estimé)
Automne 2025 à printemps 2026	Suivi bathymétrique et dragage d'entretien	Commerciaux et résidentiels	2000 (estimé)
Automne 2026 à printemps 2027	Suivi bathymétrique et dragage d'entretien	Commerciaux et résidentiels	2000 (estimé)

Printemps 2027 à automne 2028	Suivi bathymétrique et dragage d'entretien	Commerciaux et résidentiels	2000 (estimé)
Printemps 2028 à automne 2028	Suivi bathymétrique et dragage d'entretien	Commerciaux et résidentiels	2000 (estimé)
Printemps 2029 à automne 2030	Suivi bathymétrique et dragage d'entretien	Commerciaux et résidentiels	2000 (estimé)

## 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.

### 5.1. 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.

Les composantes du milieu et du projet ainsi que les interrelations potentielles sont présentées dans la grille d'interrelations au tableau 5.1.

**Tableau 5.1 Grille d'interactions potentielles**

Éléments du milieu	Composantes du projet			
	Mobilisation et démobilisation	Dragage	Transport	Ravitaillement Entretien
<b>Milieu physique</b>				
Bathymétrie		X		
Nature du fond		X		
Hydrodynamique		X		
Qualité de l'eau		X	X	X
Qualité de l'air		X	X	
<b>Milieu biologique</b>				



Végétation		X		
Faune benthique		X		
Herpétofaune		X		
Faune ichthyenne		X	X	
Faune avienne		X		
EEE		X		
EMVS		X		
<b>Milieu humain</b>				
Qualité de vie	X	X	X	X
Utilisation du site	X	X	X	
Activités nautiques et récréotouristiques		X	X	
Économie locale		X	X	

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 (dépassé la zone des travaux et touche les zones adjacentes ou la communauté locale);

Régionale (dépassé 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.

La valeur des éléments du milieu (tableau 5.2) 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 5.2 Valorisation des éléments du milieu**

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

## 5.2. ÉVALUATION DES IMPACTS

Le tableau 5.3 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 5.3 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
<b>Milieu physique</b>					
Bathymétrie	Positif	Intensité Étendue Durée	Forte Locale Moyenne	Forte	Fort
Nature du fond	Neutre	Intensité Étendue Durée	Faible Locale Moyenne	Faible	Faible

Éléments du milieu	Type d'impact		Importance de l'impact		
	Positif/négatif ou neutre	Variables		Valorisation	Impact
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
<b>Milieu biologique</b>					
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
<b>Milieu humain</b>					
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

La majorité des impacts négatifs sont jugés faibles sauf l'impact sur la faune ichthyenne et la qualité de vie qui sont jugés d'importance moyenne.

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<sup>er</sup> août au 1<sup>er</sup> 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 ichthyologiques 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.**

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 traité dans les aspects physiques des impacts du projet et a été jugé 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.**

Par contre l'impact des travaux sur la bathymétrie, l'utilisation du site, les activités récréotouristiques et l'économie locale est forte et positive car ce sont des objectifs poursuivis par le programme de dragage d'entretien.

### 5.3. 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.

#### 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.

#### Réduction impacts sur la circulation

- Installer une signalisation adéquate pour assurer la sécurité des usagers pendant les travaux (déplacements sur le site, déplacements piétonniers 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.

#### 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.

#### 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.

#### Réduction des impacts sur la faune et la flore

- Effectuer les travaux en dehors des périodes de restriction, soit du 1<sup>er</sup> mars au 1<sup>er</sup> août;
- S'assurer de l'absence de poisson ou d'herpétofaune à l'intérieur des rideaux de turbidité et dans les zones de transbordement.

#### 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 ichthyenne.

**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.

## 6 PROGRAMME DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI

### 6.1 RELEVÉS PRÉLIMINAIRES AUX TRAVAUX PRÉPARATION DES PLANS ET DEVIS ET OBTENTION DES AUTORISATIONS

Pour chacune des campagnes de dragage qui sera effectuée dans le cadre du programme décennal de dragage d'entretien, une demande d'autorisation sera déposée auprès du ministère de l'Environnement en vertu de l'article 22 de la Loi sur la Qualité de l'Environnement (L.R.Q. Chap. Q-2). Cette demande sera accompagnée d'une carte bathymétrique indiquant la zone à draguer et une brève description des travaux à effectuer indiquant les volumes à draguer, le site de disposition, la période de réalisation prévue ainsi que la personne responsable d'assurer la surveillance des travaux de dragage. De plus, pour chaque dragage, des avis de début et de fin des travaux seront donnés au ministère du Développement durable et de la lutte contre les changements climatiques et à la Garde côtière canadienne.

L'élaboration des plans et devis comprendra la description précise de l'envergure des travaux et de la méthodologie préconisée ainsi que toutes les mesures d'atténuation et les obligations légales et réglementaires applicables aux travaux. Un échéancier cadre sera aussi présenté.

### 6.2 SURVEILLANCE DES TRAVAUX

Chacun des dragages devra faire l'objet d'une surveillance qui visera essentiellement à s'assurer que les surfaces et les volumes dragués correspondent à ceux prévus, que les matériaux soient déposés au site de disposition et que toutes les mesures d'atténuation soient appliquées. De plus, la surveillance permet aussi de s'assurer que toutes les lois, les règlements et les autres considérations environnementales mentionnées dans les plans et les devis seront respectés par le ou les entrepreneurs responsables des travaux.

Une personne désignée par le promoteur supervisera l'ensemble des travaux et aura la responsabilité de surveiller les travaux, en plus de vérifier que :

- Seules les surfaces déterminées sont draguées, et ce, à la profondeur retenue;
- Tous les équipements et les systèmes de localisation sont en bon état et que l'entretien de la machinerie se fasse dans les zones prévues à cet effet et selon les normes;
- L'approvisionnement des équipements en carburant se fasse à un endroit sécuritaire et déterminé à l'avance;
- Le système de fermeture de la benne et des barges utilisées est en bon état de marche;
- Le rideau de turbidité est bien installé;
- Les barges ne soient pas surchargées et qu'elles ne présentent pas de problèmes de surverse;
- Les opérations ne causent qu'une entrave minimale à la navigation;
- Les travaux soient interrompus lorsque les conditions météorologiques se détériorent;
- Les sédiments soient déversés selon le plan de disposition;
- Toutes les autres mesures d'atténuation et autres obligations légales et réglementaires soient suivies.

Le surveillant devra faire un rapport journalier des activités et un rapport final couvrant tous les éléments techniques et environnementaux des travaux. En cas d'inefficacité de certaines mesures de mitigation, il devra en avertir l'entrepreneur et la municipalité. Cette dernière pourra alors, à la suite d'une entente avec l'entrepreneur, mettre en place des mesures alternatives de réduction des impacts. En cas de non respect de certaines clauses du devis de dragage, le surveillant devra avertir l'entrepreneur et la municipalité du non-respect, et cette dernière devra alors être en mesure d'intervenir.

## 6.3 SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Le programme de suivi environnemental permet de vérifier les mesures de protection de l'environnement et de mesurer certains impacts résiduels.

### 6.3.1 Suivi bathymétrique

Un suivi des profondeurs d'eau au site de dragage sera réalisé par des relevés bathymétriques avant et après chaque dragage. Des points de contrôles périodiques seront suivis annuellement au printemps, à l'ouverture des opérations des marinas afin de suivre l'évolution de l'accumulation naturelle.

### 6.3.2 Suivi de la qualité de l'eau

Un suivi de la qualité de l'eau sera réalisé lors des premiers dragages afin de déterminer l'ampleur du panache de turbidité et de matières en suspension (MES) générées par les activités de dragage, de transbordement et de transport. Ce suivi a été réalisé par des mesures in situ de la turbidité et par des prélèvements, et l'analyse des MES sera ensuite réalisée dans des échantillons d'eau.