

**Dragage d'entretien du port de refuge
de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans
pour la période 2002-2012**

Étude d'impact sur l'environnement soumise
au ministère de l'Environnement du Québec

Dossier 3211-02-204

Rapport principal

Promoteur:
Club Nautique de l'Île Bacchus Inc.
C.P. 121, Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans (QC)
G0A 3Z0

Consultant:
Jean-Pierre Troude, Ph. D. génie civil

octobre 2002

TABLE DES MATIÈRES

I - Introduction	1
1.1 - Présentation de l'initiateur du projet	1
1.2 - Contexte de la navigation de plaisance dans le Saint-Laurent	1
1.3 - Raison d'être du projet	2
1.3.1 - Origine de la sédimentation	6
1.3.2 - Aménagements et projets connexes	6
2 - Identification de la zone d'étude	8
2.1 - Caractéristiques régionales du Saint-Laurent	8
2.2 - Description des travaux à réaliser	9
2.2.1 - Volumes à draguer	9
2.2.2 - Qualité des sédiments à draguer	9
2.3 - Techniques de dragage	12
2.3.1 - Dragage à benne preneuse	12
2.3.2 - Dragage hydraulique de faible puissance	13
2.4 - Détermination de la zone d'étude	14
2.4.1 - Paramètres physiques pertinents	14
3 - Description des composantes du milieu	18
3.1 - Description du milieu humain	18
3.1.1 - Navigation commerciale	18
3.1.2 - Gestion du territoire et gestion terrestre des matériaux dragués	18
3.1.3 - Travaux au port de refuge	19
3.2 - Description du milieu biologique	20
3.2.1 - Interprétation du milieu physique du Saint-Laurent à l'île d'Orléans	20
3.2.2 - Identification des habitats aquatiques	22
3.2.3 - Végétation (berge et rive)	22
3.2.4 - Faune terrestre	23
3.2.5 - Faune aquatique	24
4 - Évaluation des impacts	30
4.1 - Méthode d'évaluation	30
4.2 - Milieu physique	31
4.2.1 - Au site de dragage	32
4.2.2 - Au site de rejet	33
4.3 - Milieu humain	35
4.3.3 - Impacts au site de dragage	35
4.3.4 - Économie	36
4.4 - Milieu biologique	37
4.4.1 - La végétation	37
4.4.2 - La faune avienne	38
4.4.3 - La production primaire	38
4.4.4 - Les poissons	39
4.5 - Comparaison des deux méthodes de dragage	43
4.6 - Déroulement des opérations de dragage	44
4.7 - Informations à la population locale	45

5 - Surveillance, suivi et mesures de sécurité	46
5.1 - Sécurité maritime	46
5.2 - Sécurité des opérateurs	46
5.3 -Équipement en cas de déversement	46
Bibliographie	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1: Paramètres chimiques retenus dans les "Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent" pour les 3 échantillons analysés dans le port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans.	10
Tableau 4.1: Catégories retenues pour l'évaluation des impacts	30
Tableau 4.2: Intensité des impacts	31
Tableau 4.3: Tableau récapitulatif des impacts en fonction de la méthode de dragage utilisée.	43

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Bathymétrie, points d'échantillonnage et localisation du site de rejet pour le dragage hydraulique.	4
Figure 2: Caractéristiques de la zone d'étude retenue	17
Figure 3: Description spatiale des sites d'intérêt pour la biodiversité des poissons (source: DesGranges et Ducruc, 2000).	26

ANNEXE

Analyses chimiques des échantillons

Ce rapport a été rédigé par Jean-Pierre Troude, Ph. D. génie civil.

I - Introduction

1.1 - Présentation de l'initiateur du projet

Le promoteur du projet de dragage d'entretien du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans est le Club Nautique de l'Île Bacchus Inc. Le club nautique est un organisme sans but lucratif qui gère les infrastructures construites en 1983-1984, immédiatement en amont du quai de Saint-Laurent. Le bassin d'amarrage est prévu pour recevoir 100 bateaux mais 6 places à quai sont maintenues disponibles en tout temps. Elles sont prévues pour des bateaux visiteurs et servent exclusivement à garantir la sécurité de la navigation de plaisance sur le fleuve Saint-Laurent dans le voisinage du port de refuge.

La gestion du club nautique est assurée par un conseil d'administration composé de 7 personnes. Quatre d'entre elles sont désignées par la municipalité de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans et les membres restants sont nommés parmi les membres du club nautique. La prépondérance des membres du conseil d'administration est définie dans les statuts mêmes du club nautique et exprime l'intérêt porté par la municipalité à l'ensemble des activités du port de refuge ainsi que l'importance qui lui est accordée dans la vie municipale. Il en est résulté une intégration profonde des activités du port de refuge, située en plein centre du village, à l'ensemble des activités touristiques de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans.

1.2 - Contexte de la navigation de plaisance dans le Saint-Laurent

Selon les statistiques fédérales, le nombre des embarcations de plaisance par habitants au Québec est deux fois moindre que la moyenne canadienne. Une étude réalisée par les intervenants de l'industrie nautique indique que cette situation s'explique principalement par la capacité des infrastructures disponibles qui limite le développement de la navigation de plaisance au Québec. Le cas du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans confirme cette vision des choses: toutes les places disponibles ont rapidement été attribuées et une liste d'attente a toujours existé, de 1984 jusqu'à aujourd'hui.

Les ports de plaisance le long du Saint-Laurent dans le secteur aval de Québec sont en nombre restreint: Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans (100 places), Saint-Michel (60 places), Berthier-sur-Mer (100 places), Saint-Jean-Port-Joli (50 places), île aux Coudres (50 places), Cap-à-l'Aigle (50 places), Rivière-du-Loup (50 places). Leur fonction est de fournir un accueil adéquat pour les bateaux de plaisance (protection et services d'eau, d'électricité, de carburants, de sanitaires) à la fois pour leurs membres et pour les bateaux visiteurs. Ces infrastructures servent également à héberger les embarcations de secours maritime de la Garde côtière canadienne et celles de la Garde côtière canadienne auxiliaire. Deux embarcations de la Garde côtière canadienne auxiliaire sont basées au port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans. L'une d'entre elles, prêtée par la Garde côtière canadienne, est basée en permanence au port de refuge.

Parmi les ports de plaisance mentionnés, plusieurs ont recours à des dragages fréquents pour maintenir les profondeurs d'eau: Berthier-sur-Mer (aux 5 ans); Saint-Jean-Port-Joli (aux 2 ans); île aux Coudres (tous les ans). La marina de Rivière-du-Loup, déplacée après la construction de l'autoroute 20 à proximité du quai du traversier, exigerait également des dragages fréquents. Comme les coûts sont trop élevés pour ses ressources financières, le bassin d'amarrage s'est entièrement rempli et est inaccessible pendant de nombreuses heures à chaque marée. L'utilisation de ce port de refuge est de plus en plus limitée (BAPE, 2001). La sédimentation au port de refuge de l'île aux Coudres est malheureusement semblable à celle de Rivière-du-Loup. Cette situation aggrave le manque de places disponibles pour la pratique de la plaisance dans l'estuaire du Saint-Laurent. C'est également une contrainte importante pour les bateaux de plaisance en déplacement entre Québec et le bas du fleuve car l'étape de l'île aux Coudres permet d'attendre le moment où les courants de marée sont favorables à la fois pour le passage du Saguenay et pour la remontée vers Québec.

La fréquence des dragages est directement reliée à l'activité sédimentaire observée dans les différentes parties de l'estuaire. Celle-ci est maximale dans le secteur de Saint-Jean-Port-Joli, de Rivière-du-Loup, de l'île aux Coudres et moindre à Berthier-sur-Mer. Le port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans n'est pas situé dans la zone problématique et ne doit pas recourir à des dragages fréquents pour maintenir ses profondeurs d'eau.

1.3 - Raison d'être du projet

Depuis la mise en service du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans, en 1984, aucun dragage d'entretien n'a été nécessaire. Cependant, même si la sédimentation est de faible intensité, elle se produit continuellement et la manœuvre des embarcations à fort tirant d'eau est maintenant devenue difficile à marée basse. La bathymétrie réalisée en 2001 (figure 1) indique une sédimentation moyenne d'un mètre d'épaisseur et un volume de matériaux d'environ 15 000 m³ au-dessus de la cote initiale du bassin. La sédimentation touche toute la superficie du port de refuge. La surface draguée étant supérieure à 5 000 m², le projet est assujéti à la procédure d'évaluation environnementale du Québec selon l'article 31 de la Loi. Le projet est également soumis à l'évaluation fédérale car il concerne les juridictions de Pêches et Océans relatives à l'habitat du poisson et aux eaux navigables.

La manœuvre difficile des bateaux de plaisance à l'intérieur du bassin d'amarrage affecte négativement la sécurité des personnes et des embarcations; elle nuit à l'utilisation de la rampe de mise à l'eau ainsi qu'à l'accès du ponton de services où s'effectuent le plein de carburants ainsi que la vidange des eaux grises et des eaux noires (des réservoirs équipent tous les bateaux de plaisance effectuant des croisières pour éviter le rejet de ces eaux dans l'environnement). D'autre part, la sédimentation actuelle ne permet plus de vérifier facilement la solidité des ancrages qui retiennent les pontons où les bateaux sont amarrés. Cette vérification annuelle est importante car un bassin d'amarrage est une zone où la corrosion reste difficile à prévoir et pratiquement impossible à prévenir. Enfin, les faibles profondeurs à marée basse limitent l'accès des bateaux de croisière qui viennent occasionnellement au port de refuge. Or, les intervenants locaux souhaitent que cette pratique devienne de plus en plus régulière, afin que les activités touristiques actuelles continuent à se développer.

On prévoit que les conditions sédimentaires vont évoluer en se dégradant lentement dans les années à venir car la sédimentation observée est un processus faible mais permanent. Actuellement, seules la circulation des embarcations ayant un fort tirant d'eau au moment de la marée basse et la vérification annuelle des ancrages des pontons sont des problèmes réels. Il faut éviter que les conditions actuelles ne continuent à se dégrader et c'est la raison pour laquelle ce premier dragage d'entretien est nécessaire. Le retour aux profondeurs initiales du bassin d'amarrage (à 3 mètres sous le zéro des cartes) permettra d'assurer en tout temps les fonctions normales associées au port de refuge, et en particulier celles associées à la sécurité de la navigation de plaisance sur le fleuve Saint-Laurent.

Figure 1: Bathymétrie, points d'échantillonnage et localisation du site de rejet pour le dragage hydraulique.

1.3.1 - Origine de la sédimentation

Le port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans se situe dans la zone où les marées du fleuve atteignent leur plus grande amplitude. La marée moyenne à cet endroit est de l'ordre de 4,5 mètres et elle se produit 2 fois par jour. La sédimentation provient des matières en suspension présentes dans les eaux entrant dans le bassin à chaque marée haute. En comparaison des conditions naturelles observées à l'extérieur du port de refuge, la faible agitation à cet endroit permet le dépôt d'une partie des matières en suspension. Une fois déposées sur le fond, les particules fines se lient aux autres particules déjà en place et ne sont plus remises en suspension par les faibles courants présents dans le bassin. La sédimentation dans le bassin résulte d'un processus naturel, lié directement à la fonction du port de refuge; elle ne peut être évitée.

La sédimentation est limitée car les teneurs en matières en suspension sont réduites dans la région de Québec à des valeurs le plus souvent comprises entre 10 et 20 mg/L (Cossa et al., 1998). En aval de l'île d'Orléans et jusqu'à l'île aux Coudres, les teneurs moyennes des matières en suspension sont beaucoup plus élevées (d'Anglejan et Smith, 1973). Cette caractéristique est observée dans tous les estuaires, lorsque les eaux douces se mélangent aux eaux salées. Elle explique en grande partie les besoins extrêmement différents en terme de dragage d'entretien du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans (en amont de la zone de mélange des eaux douces et salées), comparé à ceux de Rivière-du-Loup, de Saint-Jean-Port-Joli et de l'île aux Coudres (situés dans la zone de mélange).

1.3.2 - Aménagements et projets connexes

Le promoteur ne réalisera aucun projet connexe. Les travaux de dragage ont pour but de maintenir les activités normales du port de refuge, telles qu'elles ont été planifiées lors de sa création en 1984.

Un seul projet connexe indépendant du promoteur a été identifié: il s'agit d'un projet du ministère des Transports du Québec et du ministère de la Sécurité publique (Direction de la Sécurité civile) pour aménager le quai de Saint-Laurent afin de permettre son utilisation comme quai de traversier pour le transbordement des passagers et des véhicules automobiles. Cet aménagement garantirait la circulation des personnes et des marchandises durant la période où des travaux majeurs de réfection seront effectués au pont de l'île d'Orléans; selon l'échéancier actuel, ces travaux se réaliseraient en 2004-2005. En pratique, l'étude de faisabilité pour l'aménagement d'un quai de traversier au quai de Saint-Laurent n'est pas encore démarrée et il est donc beaucoup trop tôt pour savoir si ce projet se réalisera ou non.

Dans la région de Québec, on ne retrouve pas actuellement de projet qui pourrait recevoir les matériaux dragués au port de refuge afin de réaliser des aménagements fauniques. La valorisation des matériaux de dragage nécessite l'immobilisation de capitaux importants pour réaliser les infrastructures de protection et de transfert des matériaux. De plus, chaque manipulation additionnelle des matériaux de dragage occasionne des coûts élevés qu'une corporation à but non

lucratif n'a pas la capacité de payer. Malgré leur intérêt, la probabilité que de tels projets voient le jour est donc très faible.

2 - Identification de la zone d'étude

L'évaluation des impacts se fait à l'intérieur d'un cadre dont les limites spatiales dépendent du milieu, de l'importance du projet et des méthodes potentielles identifiées pour le réaliser. En vue de préciser les limites de la zone d'étude, on trouvera tout d'abord une description des caractéristiques régionales du fleuve, suivie par la description technique du projet. La description du milieu sera ensuite entreprise dans les limites identifiées.

2.1 - Caractéristiques régionales du Saint-Laurent

Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans se situe dans la partie aval de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent, à environ 15 km en aval de Québec. À la pointe est de l'île d'Orléans, soit à environ 25 km en aval, se trouve la limite des eaux salées. Cette région est considérée comme la région des plus grandes marées mesurées dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans est donc situé en permanence dans un secteur où les eaux sont toujours douces. Durant la période estivale, lorsque les eaux provenant du bassin versant ont une température élevée, leur mélange avec les eaux salées, beaucoup plus froides, produit un changement brutal des températures. Ce changement brutal est important pour un très grand nombre d'organismes vivants dans le milieu aquatique dont la physiologie est totalement dépendante de la température. Le secteur de la pointe est de l'île d'Orléans correspond également à la remontée maximale du bouchon de turbidité, une zone où les matières en suspension se retrouvent à des concentrations beaucoup plus importantes que dans les eaux douces (et que dans les eaux marines plus en aval).

Dans toute la région de Québec, les eaux du Saint-Laurent sont considérées comme complètement mélangées, alors que plus en amont, on distingue 3 masses d'eau principales. Les eaux provenant des Grands Lacs coulent au centre du fleuve et les eaux provenant de la rive nord et celles de la rive sud longent leur rive d'origine en conservant leurs caractéristiques propres. Dans la région de Québec, la morphologie du fleuve ainsi que l'importance de la marée et des courants qu'elle produit provoque le mélange complet de ces trois masses d'eau. Cette caractéristique se maintient jusqu'à la pointe est de l'île d'Orléans. Les eaux du fleuve en avant de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans sont donc homogènes sur toute la largeur du chenal des Grands Voiliers et elles sont également homogènes sur toute la profondeur.

Dans tout le chenal des Grands Voiliers, la marée impose son rythme particulier à tous, du plus petit organisme vivant, jusqu'aux navires transocéaniques qui passent au centre du chenal. À chaque période de marée, d'une durée approximative de 12h30, on observe un renversement complet du sens de l'écoulement du fleuve. Lors d'une marée moyenne, le déplacement d'une particule inerte par les courants se traduit par un transport vers l'aval de plus de 12 km et par un transport vers l'amont de plus de 6 km. Dans ces conditions, une particule inerte mettra environ deux à trois jours pour aller du quai de Saint-Laurent à la zone saumâtre située en aval de l'île d'Orléans.

L'amplitude (et la force des courants) varient à chaque jour, entre les marées de vive-eau (les grandes marées) et les marées de morte-eau (les petites marées). Ces caractéristiques particulières sont associées aux phases de la lune: les marées de vive-eau se produisent environ 3 jours après la pleine lune et 3 jours après la nouvelle lune. Il y a 2 périodes de morte-eau-vive-eau par mois lunaire, ce qui, dans notre calendrier solaire, représente presque exactement 28 jours.

L'amplitude réelle de la marée est perturbée par la pression atmosphérique régionale et par les vents forts. Chaque passage de dépression au-dessus de la vallée du Saint-Laurent est susceptible d'affecter les niveaux calculés dans les tables de marée. Des écarts d'un mètre entre les niveaux prédits et les niveaux mesurés s'observent pratiquement à chaque année aux marégraphes de Saint-François (île d'Orléans) et de Québec, situés de part et d'autre du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans.

2.2 - Description des travaux à réaliser

La figure 1 (en page 3) présente la bathymétrie effectuée en mai 2001. Le projet concerne la totalité du bassin d'amarrage, soit le lot d'eau situé à l'intérieur des limites du brise-lames et du quai de Saint-Laurent. Aucun lot terrestre n'est concerné par le projet. Le lot où les travaux seront réalisés est sans désignation cadastrale. Ce lot d'eau est propriété de la province de Québec. Il est loué depuis 1983 par le Club nautique de l'Île Bacchus Inc. par bail avec le ministre de l'Environnement du Québec.

2.2.1 - Volumes à draguer

Lors de sa construction, le port de refuge a été creusé à une profondeur uniforme de 3 mètres sous le zéro des cartes. La profondeur moyenne actuelle est voisine de 2 mètres sous le zéro des cartes, ce qui indique une sédimentation d'un mètre entre 1984 et 2001, soit une période de 17 ans. La superficie du bassin d'amarrage étant de 15 000 m², le volume des matériaux à draguer est évalué à 15 000 m³. Les observations faites en plongée pour vérifier la solidité des ancrages indiquent que les matériaux déposés présentent une faible cohésion et sont facilement remis en suspension.

2.2.2 - Qualité des sédiments à draguer

Sept échantillons ont été prélevés en novembre 2001, aux points indiqués sur la figure 1. De ces échantillons, trois ont été analysés pour l'ensemble des paramètres retenus par le ministre de l'Environnement du Québec. Tous les échantillons ont été prélevés en double et transmis au laboratoire du Ministère pour valider les résultats obtenus. Le rapport d'analyse complet est présenté en annexe. À la page suivante, le tableau 2.1 regroupe les résultats des analyses pour lesquels des critères ont été définis; on y retrouve également les concentrations retenues pour le seuil d'effets mineurs (selon les "Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent") ainsi que les concentrations moyennes des contaminants fixés aux matières en suspension dans la région de Québec (Cossa et al, 1998). Les mesures de ce rapport

sont basées sur un grand nombre d'échantillons prélevés régulièrement sur une période complète d'un an. Les valeurs de la dernière colonne de ce tableau correspondent aux conditions régionales moyennes, imposées à l'environnement aquatique par l'ensemble des activités présentes dans le bassin versant du Saint-Laurent jusqu'à Québec.

A - Granulométrie des sédiments à draguer

Les analyses granulométriques présentées en annexe et au tableau 2.1 indiquent que les particules composant les matériaux à draguer sont des particules très fines (la taille moyenne est inférieure à 10 microns), identiques à celles transportées en suspension par les eaux du fleuve Saint-Laurent dans la région de Québec. Dans le port de refuge, les particules se déposent peu à peu, à chaque marée et se maintiennent en place par la suite. À cause de leur origine commune et de leur mode de dépôt dans le bassin, où un léger courant tourbillonnaire est observé, les matériaux à draguer sont identiques d'un point à l'autre du port de refuge. Les analyses des contaminants présents indiquent

Tableau 2.1: Paramètres chimiques retenus dans les "Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent" pour les 3 échantillons analysés dans le port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans.

Les positions des échantillons sont indiquées sur la figure 1 (page 3). La position #1 se trouve à proximité immédiate du ponton de services. En cas de déversement, c'est le site le plus probable où la contamination serait observable.

Toutes les concentrations sont exprimées en mg/kg; ND: Non Détecté

Paramètre	Éch. #1	Éch. #4	Éch. #6	SEM*	MES à Québec**
Taille moyenne des particules (d_{50})	9 μm	8,5 μm	9 μm		
% Carbone organique total	2,1	1,9	1,9	-	5 \pm 3
Hydrocarbures pétroliers	ND	ND	ND	-	-
BPC totaux	ND	ND	ND	0,20	0,02
HAP (bas poids moléculaire)					
Acénaphène	ND	ND	ND	-	
Acénaphylène	ND	ND	ND	-	
Anthracène	ND	ND	ND	-	
Fluorène	ND	ND	ND	-	0,10
2-Méthyl-Naphtène	ND	ND	ND	-	
Naphtalène	ND	ND	ND	0,40	
Phénanthrène	0,14	0,17	0,12	0,40	0,46

HAP(haut poids moléculaire)					
Benzo(a)anthracène	0,05	ND	ND	0,40	
Benzo(a)pyrène	0,05	ND	ND	0,50	0,04
Benzo-Fluoranthène	0,09	ND	ND	-	0,10
Benzo(ghi)pérylène	0,03	ND	ND	-	0,04
Chrysène	0,07	ND	ND	0,60	
Dibenzo(ah)anthracène	ND	ND	ND	-	0,01
Fluoranthène	0,10	0,14	0,10	0,60	0,11
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	ND	ND	ND	-	
Pyrène	ND	ND	ND	0,70	
Métaux traces					
Arsenic	4,5	4,8	5,0	7	-
Cadmium	0,32	0,37	0,39	0,90	0,9
Chrome	57	55	58	55	-
Cuivre	34	37	39	28	41
Mercure	0,11	0,12	0,13	0,20	0,14
Nickel	39	41	43	35	61
Plomb	15	18	18	42	33
Zinc	180	180	200	150	218

* SEM: concentration retenue par les critères intérimaires pour permettre le rejet en eau libre

** MES à Québec: concentrations moyennes mesurées sur les matières en suspension à Québec durant un échantillonnage annuel effectué en 1995-1996 (Cossa et al, 1998)

des concentrations voisines les unes des autres aux trois points analysés. À cause de l'origine des sédiments et leur mode de sédimentation particulier, on doit s'attendre à ce que des résultats identiques soient obtenus à tous les autres points d'échantillonnage. C'est la raison pour laquelle seulement 3 échantillons ont été analysés parmi les 7 prélevés.

B - Analyses chimiques

Dans les échantillons, les hydrocarbures pétroliers ne sont pas présents, pas plus que les BPC. Les concentrations des HAP restent nettement en dessous des valeurs définies par le seuil d'effets mineurs; elles correspondent aux valeurs moyennes mesurées dans la région de Québec sur les matières en suspension. Les concentrations des métaux traces sont inférieures aux valeurs des seuils d'effets mineurs pour l'arsenic, le cadmium, le mercure, le plomb, et égale pour le chrome. Dans le cas du cuivre, du nickel et du zinc, les concentrations mesurées sur les échantillons se situent au-dessus des valeurs du seuil d'effets mineurs (mais très en dessous du seuil d'effets néfastes). On remarquera que ces trois dernières valeurs sont toutes moins élevées que les concentrations moyennes des matières en suspension à Québec. Or, ces données récentes sur les teneurs des contaminants présents dans les matières en suspension (Cossa et al, 1998) expriment les conditions réelles pour la région de Québec.

Les analyses chimiques démontrent que, depuis 1984, les activités au port de refuge n'ont produit aucune contamination mesurable des matières en suspension provenant du fleuve après leur dépôt

dans le bassin d'amarrage. Étant donné la sensibilité des méthodes d'analyses utilisées, on peut conclure qu'il n'y a jamais eu de contamination associée aux activités du port de refuge.

Les cellules vivantes ne peuvent assimiler que la forme soluble des contaminants. Dans le milieu aquatique, un contaminant fixé aux matières en suspension n'est pas sous une forme assimilable. En raison des équilibres chimiques existants, les concentrations des matières en suspension et celles de la forme soluble sont directement liées. Toute augmentation de l'une se traduit par une augmentation de l'autre. Toute diminution de l'une se traduit par une diminution de l'autre. Dans la région de Québec, ce sont les particules en suspension qui définissent les concentrations maximales des contaminants sous formes solubles car leurs concentrations sont plus élevées que celle des matériaux dragués. Le rejet en eau libre des matériaux dragués ne changera donc pas le niveau de risque existant actuellement à cause de la présence des contaminants. Ces conditions rendent acceptable le rejet en eau libre comme mode de gestion des matériaux dragués.

Dans ces conditions, le rejet en eau libre des matériaux dragués sera l'option retenue pour ce projet de dragage car les matériaux dragués présentent une contamination moindre que celle de l'environnement où ils seront rejetés.

2.3 - Techniques de dragage

Deux méthodes de dragage sont utilisées dans les marinas du Saint-Laurent. Le dragage mécanique avec benne preneuse et le dragage hydraulique. Le dragage mécanique avec benne preneuse est l'équipement le plus souvent utilisé. Dans ce cas, les pontons de la marina doivent être déplacés et leur système d'amarrage enlevé pour réaliser les travaux. On cherche donc à faire les travaux de dragage avant ou après la période normale de navigation de plaisance. Pour le dragage des marinas, on utilise également une drague hydraulique de faible puissance, dont l'avantage principal est une réduction importante du coût des travaux (Richard, 1999). Les opérations de dragage durent plus longtemps qu'avec une drague mécanique mais les activités normales de la marina peuvent se poursuivre durant le dragage car les pontons et les systèmes d'amarrage peuvent rester en place.

Dans les deux méthodes de dragage décrites, les équipements volumineux (telles que les barges par exemple) seront déplacés par le fleuve pour rejoindre le site des travaux. Le transbordement du matériel sera fait à partir du quai de Saint-Laurent ou par la rampe de mise à l'eau du port de refuge et aucun aménagement particulier ne sera nécessaire pour réaliser les travaux. Quelle que soit la méthode de dragage utilisée, le dragage présente très peu d'interactions avec la zone terrestre: le bruit est régulier et peu perceptible; le dragage ne produit pas de poussières; le rejet en eau libre évite tout transport des matériaux par camions. En pratique, les opérations de dragage ne peuvent avoir des impacts que sur la zone terrestre immédiatement voisine du port de refuge.

2.3.1 - Drague à benne preneuse

La drague à benne preneuse dépose les matériaux dragués dans des barges. Celles-ci transportent les sédiments dragués au site de dépôt et les rejettent à cet endroit. On utilise le plus souvent deux barges, ce qui permet à la drague d'opérer sans période d'attente: pendant qu'une barge est en chargement, l'autre barge effectue le transport des matériaux vers le site de rejet.

On retrouve près de la rive sud du fleuve et un peu en aval de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans, un site de rejet qui a déjà fait l'objet d'une autorisation par les ministères concernés. Ce site conviendrait pour disposer les matériaux dragués par une drague à benne preneuse. À cause de la localisation du site, les barges affectées au transport des sédiments dragués devront traverser le chenal de navigation qui passe au centre du chenal des Grands Voiliers. Lors du transport des sédiments, toutes les règles relatives à la sécurité de la navigation devront être respectées. On devra également s'assurer que les barges pourront manœuvrer en sécurité pour entrer et sortir du port de refuge à toutes les heures de la marée (même lorsque les courants sont à leur maximum, que les vents sont forts ou que les travaux se réalisent de nuit). La durée des travaux pourrait se limiter à une période de deux semaines en utilisant une drague ayant une capacité de 100 m³/h. Comme la drague à benne preneuse est un équipement imposant et complexe, les coûts d'utilisation, de mobilisation et de démobilisation sont élevés. Les opérateurs de la drague sont des ouvriers spécialisés qui ne sont pas résidents du lieu des travaux.

Au site de dragage, on prévoit qu'il y aura des remises en suspension importantes et que les eaux du port de refuge seront très turbides. Les mouvements de la benne près du fond vont remettre des sédiments en suspension et il y aura également des pertes de sédiments lors de la remontée de la benne vers la surface. Étant donné la nature fluide des sédiments, les eaux de surverse des barges remettront beaucoup de particules en circulation près du site des travaux. Une fois remises en suspension dans le port de refuge, une partie des sédiments s'échappera à marée baissante et longera le rivage en aval du quai. Lorsqu'un écoulement se produit près d'une berge, les conditions dispersives limites sont très vite atteintes (Lavallée et al., 1984) et la présence des matières remises en suspension par le dragage mécanique pourrait être perceptible sur une certaine distance en aval de la zone des travaux malgré la force des courants dans le chenal des Grands Voiliers.

Au site de rejet, les particules fines seront placées dans des conditions totalement différentes de celles observées dans le port de refuge. Les cartes marines indiquent des courants de plus de 2 m/s au centre du chenal des Grands Voiliers et on observera très vraisemblablement que les sédiments dragués ne resteront pas au site de dépôt. Leur érosion dépendra des conditions hydrodynamiques près du fond (elles mêmes variant avec le moment de la marée, l'amplitude de la marée, l'importance des débits d'eau douce et l'importance des vagues). Une fois les matériaux déposés au site de rejet, les quantités en déplacement ne pourront plus être contrôlées, pas plus que les périodes où elles se produiront.

2.3.2 - Dragage hydraulique de faible puissance

La drague hydraulique est une pompe aspirante-refoulante qui utilise l'eau pour transporter les sédiments dragués jusqu'au point de rejet. Le point de dragage est au niveau de la tête aspirante de la pompe et le mélange eau-sédiment est refoulé dans un tuyau où la turbulence maintient les

sédiments en suspension et empêche tout blocage par sédimentation. La distance où les sédiments peuvent être transportés dépend de la puissance de la pompe et des pertes de charge du mélange eau-sédiments dans le tuyau de refoulement. Le point de rejet doit être placé en avant du quai de Saint-Laurent, à une distance suffisante vers le large pour que les courants ne transportent pas les matériaux dragués vers la rive. Avec un équipement capable de draguer 200 m³/jour (environ 10 m³/h), les travaux prendraient environ trois mois. La préparation du matériel et son opération seront réalisées par des personnes originaires du milieu local.

Au site des travaux, la drague hydraulique est particulièrement bien adaptée au dragage des sédiments fins car elle limite très efficacement les remises en suspension. Il n'y aura donc pas de sédiments qui s'échapperont du bassin d'amarrage pour longer la rive durant la période des travaux. Les opérations normales du port de refuge seront peu perturbées car la mobilité du matériel de dragage permet de laisser en place les pontons et leur système d'ancrage. De plus, le niveau de bruit en opération est très faible. Cependant, dans le bassin d'amarrage, il faut gérer la position et la profondeur du tuyau de rejet pour que le déplacement des embarcations puisse se faire en sécurité. Le dragage en dehors de la période d'utilisation du port de refuge est actuellement favorisé par le promoteur car cette contrainte à la sécurité ne concerne alors que les embarcations qui réalisent les travaux et les risques d'accidents sont beaucoup plus faibles.

Au site de rejet, le dragage hydraulique donne le contrôle sur les périodes de rejet ainsi que sur la position précise du point de rejet qu'il faut choisir pour ne pas affecter les zones valorisées. La faible intensité du rejet et sa dispersion dans le milieu particulièrement dynamique du chenal des Grands Voiliers limitent fortement l'étendue du panache de dispersion. À l'extérieur du port de refuge, la position et la profondeur du tuyau de rejet concernent la sécurité de la navigation des petites embarcations et un balisage approprié est indispensable. La navigation commerciale dans le chenal maritime ne sera pas affectée car le point de rejet se situe près de la rive, complètement en dehors des limites du chenal maritime.

2.4 - Détermination de la zone d'étude

2.4.1 - Paramètres physiques pertinents

A - Conditions hydrodynamiques au port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans

Dans le bassin d'amarrage, on observe l'établissement d'un courant tourbillonnaire de faible intensité durant la marée montante et la marée baissante. Ce courant explique que la sédimentation préférentielle des matières en suspension est maximale au centre du bassin et minimale à son pourtour (figure 1, page 3).

À l'extérieur du bassin, les courants de flot (vers Québec) sont orientés selon l'axe du fleuve en aval du quai de Saint-Laurent (233,5° en notation maritime); les courants de jusant (vers la mer) suivent également l'axe du fleuve (072° en notation maritime). Les 2 directions ne sont pas exactement opposées l'une à l'autre (la différence angulaire entre ces 2 directions est d'environ

160° et non pas de 180°). Le quai de Saint-Laurent correspond physiquement à l'avancée maximale de la terre marquant ce changement de direction. En conséquence, les courants sont très forts dès que l'on sort de la protection offerte par le bassin d'amarrage et les profondeurs augmentent très rapidement dès qu'on s'éloigne de la berge. Cette situation permet de localiser le point de rejet à faible distance en avant du quai.

B -Périodes de vents forts

Dans le secteur de l'île d'Orléans, la durée moyenne des vents supérieurs à 30 km/h (évaluée sur une période de 10 ans) est proche de 2,5 jours par mois durant la période de 9 mois allant d'octobre à juin mais elle est inférieure à une demie journée pour les mois de juillet, août et septembre. La direction dominante des vents forts est alignée sur l'axe nord-est-sud-ouest qui est celui de la vallée du Saint-Laurent. Les vents de nord-est sont plus fréquents que les vents du sud-ouest au printemps alors que les vents du sud-ouest sont plus fréquents d'octobre à janvier (Troude, 1986). En pratique, les vents forts maintiennent l'activité des vagues sur les rives de l'île d'Orléans durant tous les mois de l'année à l'exception des mois d'été.

La faible largeur de plage existant sur la rive sud de l'île d'Orléans associée à l'augmentation rapide des profondeurs d'eau en se dirigeant vers le large ne dissipe pas l'énergie des vagues produites par le vent. Tout le littoral de la rive sud de l'île d'Orléans présente ces caractéristiques; les mécanismes érosifs sont généralisés et empêchent complètement le développement de la végétation sous la limite des marées hautes. La rive sud du fleuve est dans le même régime de marée et de vent mais la côte présente de grandes baies et l'exposition aux vagues varie beaucoup d'un point à l'autre.

La rive sud de l'île d'Orléans présente une ligne de côte régulière, avec peu d'anfractuosités. Seules, les embouchures des rivières rendent possible un certain niveau de protection contre l'érosion par les vagues du vent. À 2,5 kilomètres en amont du quai de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans, le trou Saint-Patrice est le seul secteur capable d'offrir une protection relative contre les forces érosives qui dominent partout. Les embouchures des rivières du Moulin, Maheu et Lafleur, à 3, à 5 et à 7 km en aval du quai de Saint-Laurent n'offrent pratiquement aucune protection au niveau du rivage.

C - Panaches de dispersion

La dispersion des matériaux dragués dans le fleuve est contrôlée par la turbulence de l'écoulement. En pratique, le rejet des matériaux dragués à partir d'une barge à un site autorisé tel que celui des battures de Beaumont n'est plus perceptible au-delà de 2 kilomètres (Robert Hamelin & Associés Inc., 1989). Des conditions de dispersion relativement semblables s'appliquent au rejet de la drague hydraulique. Cependant, le débit du rejet est très faible et la longueur du panache est réduite en conséquence.

Une zone d'influence commune a été retenue pour le dragage mécanique et pour le dragage hydraulique du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans. Par mesure de précaution, la zone considérée s'étend sur environ 10 km, en aval et en amont du site de dragage (figure 2). Pour

définir les impacts, les zones les plus importantes sont la rive sud de l'île d'Orléans et le chenal des Grands Voiliers. La rive sud du fleuve ne sera pas touchée par la réalisation des travaux ni par les matériaux déposés au site de rejet de Beaumont. Cependant, les ressources biologiques présentes sur la rive sud du fleuve seront mentionnées dans la description du milieu.

Figure 2: Caractéristiques de la zone d'étude retenue

3 - Description des composantes du milieu

Les différents éléments mentionnés dans la description du milieu sont indiqués à la figure 2 de la page précédente.

3.1 - Description du milieu humain

Le village de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans est un village touristique qui fait partie de l'Association des plus beaux villages du Québec. L'activité agricole y tient une place importante, tout comme les activités touristiques. Le bord du fleuve représente une bande étroite urbanisée sur plusieurs kilomètres. On y retrouve des résidences permanentes et des résidences de villégiature sur plus de 70% de la longueur de rivage compris dans la municipalité (Jourdain et Bibeault, 1995). Au XIX^e et au début du XX^e siècle, on retrouvait dans les limites du village plusieurs chantiers maritimes. Avant la construction du pont de l'île d'Orléans, le cabotage était une activité importante pour l'économie locale, en particulier pour acheminer les produits agricoles vers les marchés de Québec. Le port de refuge, situé au centre du village, est non seulement venu renforcer la vocation touristique de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans mais c'est aussi un rappel des activités maritimes qui ont eu lieu à cet endroit.

3.1.1 - Navigation commerciale

La navigation commerciale est particulièrement active sur le Saint-Laurent et son importance est vitale pour l'ensemble de l'économie canadienne. Les navires peuvent circuler toute l'année jusqu'au port de Montréal. En amont de Montréal, la voie maritime permet de rejoindre les ports des Grands Lacs et d'atteindre une destination située à plus de 2000 km à l'ouest de Québec. Les statistiques indiquent que plus de 100 millions de tonnes de marchandises transitent annuellement par le Saint-Laurent. Les principales routes commerciales internationales relient l'Europe et l'Amérique du Sud aux ports du Saint-Laurent et des Grands Lacs.

Environ, 10 000 mouvements de navires commerciaux empruntent le chenal des Grands Voiliers à chaque année. Le centre du chenal de navigation passe à environ 400 m en avant du quai de Saint-Laurent. Le centre du chenal est marqué par deux alignements lumineux. Celui situé sur la rive sud, se trouve en aval de Lévis; il est utilisé par les navires commerciaux en amont de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans; celui situé sur la rive nord marque le centre du chenal pour les navires en aval de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans. Malgré son importance, la navigation commerciale n'a pratiquement pas de retombées économiques directes pour les résidents de l'île d'Orléans car toute cette activité est concentrée au niveau des infrastructures portuaires.

3.1.2 - Gestion du territoire et gestion terrestre des matériaux dragués

L'utilisation du territoire sur l'île d'Orléans impose des contraintes très spécifiques lorsqu'on aborde les problématiques de dragage. Ainsi, la municipalité de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans s'est développée le long du fleuve, dans une bande étroite comprise entre la rive et un

escarpement rocheux continu. Les terres agricoles se trouvent entre le centre de l'île et cet escarpement. La route principale du village est également la route qui fait le tour de l'île. Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans s'est développé de façon linéaire, sur plus de 7 km le long de cette route, qui regroupe à la fois toute la circulation automobile de l'île et pratiquement toutes les résidences de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans. On notera également que toutes les résidences de l'île sont alimentées en eau potable à partir de puits individuels et il n'y a donc pas de prise d'eau située dans le fleuve. Il n'y a pas non plus d'usine de traitement des eaux usées sur l'île. Toutes les résidences ont des champs d'épuration.

La gestion des matériaux dragués en milieu terrestre impose le recours intensif au transport par camions pour les déposer à leur site de disposition finale. Pour déplacer les matériaux dragués après les avoir séchés (et gérer correctement les eaux ainsi récupérées), 1 000 voyages de camions de 10 m³ représentent environ 30 jours de transport à raison de 10 heures par jour à une cadence de 3 camions à l'heure. Une telle activité aurait des impacts négatifs importants car il n'y a qu'une seule route pour la circulation automobile sur l'île. En plus des impacts directs pour le tourisme et pour la population locale de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans, les résidents de Saint-Jean seraient également affectés car, pour eux, la route la plus directe pour rejoindre le pont de l'île passe par Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans.

L'assèchement des matériaux avant leur transport doit se faire près du rivage mais en dehors de la zone inondable. Le rivage de l'île étant urbanisé, l'espace disponible pour réaliser une telle activité sera d'autant plus difficile à trouver que l'assèchement des matériaux fins est souvent lent et complexe et qu'il exige des superficies relativement grandes pour être mené à terme. La nature des matériaux dragués pourrait également produire des odeurs. On voit mal comment organiser de façon satisfaisante le séchage des matériaux dragués dans un secteur où les résidents souhaitent favoriser à court terme le développement des activités touristiques.

De plus, le littoral est entièrement construit entre Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans et Saint-Jean et l'alimentation en eau de toutes les résidences se fait par des puits. Si le site de dépôt final des matériaux dragués est localisé sur l'île, il sera pratiquement à coup sûr en amont de certains de ces puits d'alimentation en eau potable. On se trouve donc dans une situation où la gestion terrestre des matériaux dragués ne peut s'envisager à long terme que si tous les problèmes potentiels liés à ce mode de gestion ont été complètement évalués et que des solutions satisfaisantes ont été trouvées.

L'accumulation des contraintes à la gestion terrestre des matériaux dragués ne doit pas surprendre. Les îles représentent un milieu où les ressources sont limitées et, en conséquence, l'organisation sociale a mis en place une utilisation du territoire adaptée et très spécifique. L'île d'Orléans ne fait exception à cette règle.

3.1.3 - Travaux au port de refuge

En 1983-1984, la construction du bassin d'amarrage du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans a nécessité le dragage ou le dynamitage de 40 000 m³ de matériaux pour atteindre la cote de 3 mètres sous le zéro des cartes. Les matériaux meubles ont été remblayés en rive, pour

former l'aire de service et le stationnement du port de refuge; les matériaux rocheux dynamités ont été réutilisés sur place dans la construction du brise-lames. Les matériaux nécessaires pour compléter la construction de l'aire de services et du brise-lames ont été transportés par camions. Ce rappel est utile car aucun changement dans l'utilisation du territoire terrestre n'a eu lieu dans cette partie du village depuis la date de construction du port de refuge.

En comparaison du projet de construction, le projet de dragage d'entretien ne présente que très peu de contrainte pour le milieu humain: pas de poussières, pas de remblayage ni de dynamitage, pas de circulation lourde au centre du village, peu de bruit lors de la réalisation des travaux. Le dragage d'entretien ne concerne aucun élément du patrimoine archéologique puisqu'il se réalise uniquement à l'intérieur du lot d'eau défini à la construction. Le projet de dragage d'entretien a pour objectif de maintenir à long terme les activités du port de refuge mais aussi de soutenir le développement des activités touristiques du village. Pour ces raisons, les élus municipaux et la population locale souhaitent que le projet de dragage d'entretien du port de refuge puisse se réaliser prochainement.

Comme toutes les activités prévues dans le dragage d'entretien du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans se déroulent en milieu aquatique, la description du milieu sera faite en tenant compte de cette particularité.

3.2 - Description du milieu biologique

3.2.1 - Interprétation du milieu physique du Saint-Laurent à l'île d'Orléans

Désilets et Langlois (1989) identifient une seule masse d'eau dans la région de Québec. En pratique, les caractéristiques physiques de l'eau du Saint-Laurent entre l'île d'Orléans et la rive sud du fleuve seront donc homogènes, en réponse à la grande turbulence produite par les courants de marée particulièrement violents sur toute la largeur (et toute la profondeur) du chenal des Grands Voiliers. On considérera également que ces conditions ne changent pas jusqu'à la limite aval de l'île d'Orléans qui correspond à la remontée maximale des eaux salées dans l'estuaire du Saint-Laurent (figure 2, page 12). Le territoire à l'étude est donc entièrement situé dans l'estuaire fluvial du Saint-Laurent; la remontée maximale de la salinité ne le touche pas et les eaux de toute la zone d'étude sont uniquement des eaux douces.

Dans le chenal des Grands Voiliers, les conditions érosives sont prépondérantes. Ces conditions sont définies par les courants, les vagues (durant les périodes de vents forts) et les glaces. Le chenal des Grands Voiliers ne nécessite aucun dragage d'entretien pour assurer la sécurité de la navigation car aucune sédimentation ne se produit en amont de la traverse du Nord. Au niveau des rives, les faibles profondeurs limitent la vitesse des courants mais, sur une base annuelle, l'exposition aux vagues et aux glaces dérivantes maintiennent des conditions érosives prépondérantes sur l'ensemble de la rive sud de l'île d'Orléans. On ne retrouve qu'un seul secteur, au trou Saint-Patrice, où des conditions légèrement favorables à la sédimentation peuvent

se développer certaines années au printemps et à l'été. Cependant, le secteur est exposé aux vents forts du sud-ouest et les conditions érosives se rétablissent à l'automne,

Sur la rive sud de l'île, le substrat rocheux est apparent pratiquement partout, sous un placage mince de matériaux sableux généralement instable et donc tout à fait impropre à supporter la végétation aquatique émergente. La force des courants fait qu'il n'y a pas non plus d'herbiers aquatiques submergés en dessous du niveau des marées basses. La pente de la rive est forte pratiquement partout si bien que des mares ne se forment pas entre le niveau des marées hautes et le niveau des marées basses. Ces mares, colonisées par des herbiers submergés, sont présentes dans les rives du chenal de l'île d'Orléans (entre l'île et la rive nord du fleuve) mais une telle situation n'existe pas sur la rive sud de l'île.

Dans ces conditions, la diversité des habitats est associée à la nature géologique des matériaux naturels. Or ceux-ci sont homogènes: le substrat argileux est présent partout dans le chenal et la rive sud de l'île d'Orléans se compose d'un substrat rocheux continu, où la présence d'échancrures, d'anses ou de baies est pratiquement exclue. L'absence d'anses favorables à l'accumulation des glaces ainsi que la forte pente de la rive limitent également la présence des blocs glaciels sur l'ensemble de la rive sud de l'île d'Orléans.

3.2.2 - Identification des habitats aquatiques

Tout ce qui précède marque de façon particulièrement importante la vie dans le milieu aquatique. En dehors du trou Saint-Patrice, qui ne représente, au mieux, qu'un abri précaire, on ne retrouve que deux habitats potentiels. Le premier habitat est le chenal du fleuve, le second est représenté par la rive sud de l'île d'Orléans, une rive de faible largeur, dominée par les mécanismes érosifs. La transition entre ces 2 habitats se fait presque sans transition car la pente est forte entre la rive et le chenal. En pratique, les caractéristiques physiques de la rive tout comme celles du chenal sont identiques pratiquement en tout point du secteur d'étude.

Le trou Saint-Patrice est le seul secteur de la zone d'étude où les conditions sont légèrement favorables à la sédimentation saisonnière des matériaux fins. Cependant ces conditions sont remises en question chaque fois que des périodes de vents forts du sud-ouest se produisent. Étant donné la probabilité de ces vents, ce milieu n'aura jamais la stabilité ni la productivité des secteurs de la baie de Beauport ou du chenal de l'île d'Orléans (entre l'île et la rive nord). Il s'agit également d'un milieu isolé sur une côte principalement rocheuse; sa superficie est faible et son rivage est urbanisé. Toutes ces conditions font en sorte que la valeur réelle du trou Saint-Patrice pour la faune reste limitée.

À seulement quelques kilomètres de distance, la rive nord de l'île d'Orléans présente des caractéristiques sédimentaires bien différentes de celles observées sur la rive sud de l'île. Dans le chenal de l'île d'Orléans, la rive présente une pente faible, occupée par des marais de grande productivité. La faune qui fréquente le chenal de l'île d'Orléans est abondante et diversifiée alors que celle qui fréquente la rive sud de l'île est très réduite. Sur la rive sud, les caractéristiques naturelles font en sorte que les habitats aquatiques sont très homogènes, peu productifs à cause des forces érosives qui dominent tous les processus sédimentaires et avec un nombre d'abris très réduit. Le chenal des Grands Voiliers se présente comme un secteur où les déplacements de la faune aquatique sont facilités alors que l'utilisation du milieu par des espèces résidentes est au contraire défavorisée.

3.2.3 - Végétation (berge et rive)

A - Caractéristiques générales

Dans la portion d'eau douce du fleuve, la diversité des communautés végétales est la plus faible de l'estuaire fluvial (Gratton et Dubreuil, 1990). En aval du secteur d'étude, les eaux salées imposent une frontière infranchissable pour un grand nombre de plantes qui se retrouvent alors à leur limite de distribution lorsqu'on approche de la pointe est de l'île d'Orléans.

Les marées imposent l'étagement vertical des différentes communautés végétales capables de se maintenir sur les berges; elles se présentent alors en bandes parallèles les unes aux autres (Lacoursière et Grandtner, 1971). L'étage inférieur est occupé par les groupements végétaux de marais avec le Scirpe américain comme espèce pionnière; le marais débute à ± 1 m du niveau de

la mi-marée (Sérodes et al, 1985). La prairie humide et les marécages se développent ensuite jusqu'à la limite des hautes eaux. Les étages supérieurs sont ceux du marécage arbustif, suivi du marécage arboré.

La haute productivité des marais dans cette région de l'estuaire supporte le broutage intensif des oiseaux migrateurs au printemps et à l'automne. Ceux-ci utilisent principalement les marais de la baie de Beauport et le chenal de l'île d'Orléans ainsi que les marais de Saint-Vallier et de Beaumont sur la rive sud du fleuve. La rive sud de l'île d'Orléans, entourée de toute part de secteurs valorisés par la faune, n'en contient aucun elle-même. Cette situation particulière s'explique par la nature rocheuse de la rive et par son exposition à des facteurs érosifs intenses.

Sur la rive sud de l'île d'Orléans, la végétation vasculaire ne s'établit qu'à partir de la limite des marées hautes moyennes et l'étage normalement occupé par les marais est pratiquement absent ou de productivité quasi nulle. De plus, la présence continue de la zone urbanisée près du rivage (et très probablement utilisée à des fins agricoles avant son urbanisation) vient encore limiter la probabilité de trouver des zones de végétation non perturbée le long de la rive sud de l'île d'Orléans.

B - Plantes vasculaires rares, menacées ou sensibles

Parmi les 12 espèces de plantes vasculaires présentes dans les milieux humides du secteur d'étude et considérées comme prioritaires par le Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000, on en retrouve deux dont la présence est rattachée à Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans. Il s'agit du *Gentianopsis* de Victorin et du *Lycope* d'Amérique variété du Saint-Laurent, deux espèces endémiques à l'estuaire fluvial (Lavoie, 1992) et qui n'ont été rencontrés que dans 6 à 20 localités.

C - Espèce en expansion

La Salicaire commune est une espèce introduite au XIX^e siècle dans le nord-est des États-Unis. Elle est maintenant répandue au sud des Grands Lacs et dans la vallée du Saint-Laurent (Gagnon, 1994). Dans le secteur d'étude, on la retrouve à l'étage supérieur des marais à scirpe (Gauthier et Lavoie, 1973; Lacoursière et Grandtner, 1972).

3.2.4 - Faune terrestre

La berge du fleuve le long de la rive sud de l'île d'Orléans représente un milieu peu propice à une utilisation par la faune terrestre. Le milieu riverain est urbanisé sur une bande étroite mais pratiquement continue de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans jusqu'à Saint-Jean (à environ 10 km en aval). Cette situation est nettement défavorable aux reptiles dont les besoins spécifiques sont facilement perturbés. Le fleuve, à cause de la force des courants et de la turbulence quasi permanente, n'est pas non plus favorable aux amphibiens, dont les capacités de nage sont restreintes. Enfin, la rive du fleuve est partout exposée à l'érosion ce qui limite énormément sa capacité de support et sa productivité. Cette faible productivité primaire limite grandement

l'attrait que la rive peut représenter potentiellement pour la faune terrestre qui ne peut pas y trouver facilement sa nourriture.

3.2.5 - Faune aquatique

A - Plancton et benthos

Ces organismes se trouvent à la base de toutes les chaînes alimentaires du milieu aquatique et c'est la raison pour laquelle ils ont été regroupés.

On ne dispose pas d'une description du zooplancton dans la zone d'étude. Cependant, on sait que les concentrations mesurées en eau douce sont près de 10 fois plus élevées que dans l'estuaire moyen (où la salinité est présente). Le zooplancton d'eau douce ne semble donc pas pouvoir s'adapter à la présence de l'eau salée ou au changement brutal de la température et de la turbidité.

Le plancton végétal observé dans la zone d'étude est le même que celui des eaux douces en amont (Pinel-Alloul, 1985). Les diatomées en constituent le groupe dominant. En moyenne, les mesures de chlorophylle a atteignent 5 mg/m^3 (Painchaud et Therriault, 1989; Provencher, 1977). Les concentrations présentes ne sont pas limitées par les éléments nutritifs mais par les paramètres physiques, en particulier par la turbulence et la pénétration de la lumière dans l'eau.

Selon Painchaud et Therriault (1989) les bactéries en dérive dans les eaux douces du fleuve ont une biomasse plus importante que celle du plancton végétal. Cependant, leur importance dans la chaîne alimentaire n'a pas été évaluée. Vers le milieu des années 1990, la mise en marche des stations d'épuration de la Communauté urbaine de Québec et des villes de la rive sud aurait pu changer les règles du jeu. Les eaux urbaines sont en effet traitées, ce qui limite les charges de DBO_5 rejetées dans le Saint-Laurent. Les bactéries sont également détruites à la sortie des usines de traitement durant les mois de mai à novembre. Cependant, malgré ces efforts, il ne semble pas que la qualité des eaux de baignade de la région de Québec se soit améliorée (aucune plage publique n'est présente dans les limites de la zone d'étude) et les conditions observées en 1989 sont peut être encore valables. Les bactéries présentes dans l'eau douce survivent peu en présence d'eau salée et leur nombre diminue rapidement en aval de l'île d'Orléans.

Dans les milieux aquatiques, les organismes fixés au substrat (le benthos) représentent souvent la part la plus importante de la production primaire. Dans la région de Québec, les communautés benthiques se composent de peu d'espèces représentées par beaucoup d'individus; elles sont caractéristiques des milieux soumis à des stress environnementaux importants (Vincent, 1979; Provencher, 1977). De plus, les milieux érosifs s'avèrent beaucoup moins productifs que les milieux stables. Le chenal des Grands Voiliers, avec son très fort niveau de turbulence, ses courants intenses et son faible nombre d'abris est certainement un secteur bien moins favorable pour le benthos que ne peut l'être le chenal de l'île d'Orléans.

a - Espèces introduites

Des espèces exotiques sont introduites dans les écosystèmes aquatiques par certaines activités humaines, le plus souvent en association directe ou indirecte avec le transport maritime. Ces espèces se retrouvent dans un nouveau milieu, généralement hostile mais aussi, sans la présence de leurs prédateurs habituels. Certaines de ces espèces se développent au détriment des espèces indigènes.

Dans les Grands Lacs, on a recensé plus d'une centaine de plantes et d'animaux introduits par les activités humaines mais, jusqu'à maintenant, seules 3 espèces animales représentent une menace réelle pour les espèces indigènes. L'une d'entre elle est un poisson et les deux autres espèces font partie du benthos: il s'agit de la Moule zébrée et de la Moule quagga, deux espèces voisines qui ont été importées très probablement dans les eaux de ballast de navires provenant d'Europe. Leur présence dans le bassin des Grands Lacs est connue depuis le début des années 1990. Ces deux espèces se sont propagées rapidement dans le Saint-Laurent jusqu'en aval de l'estuaire fluvial. On en retrouve donc dans le secteur à l'étude. Elles ne survivent pas dans l'estuaire moyen et le secteur d'étude représente la limite aval de leur distribution.

Les moules zébrées se fixent sur tout substrat dur et peuvent s'y développer en très grand nombre. Elles entrent en compétition avec tous les organismes dont l'alimentation est basée sur le plancton et elles menacent la survie des moules d'eau douce en se fixant sur leurs coquilles. Les moules quagga supportent des températures plus basses que les Moules zébrées mais ne se fixent pas sur les moules d'eau douce.

Dans le secteur de Québec, les Moules zébrées ont été retrouvées en grand nombre dans le bassin Louise, au Vieux Port de Québec (Lapierre et Cusson, 1993). Cependant, dans le secteur du quai de Saint-Laurent, leur densité reste faible et on n'a jamais observé les problèmes rapportés dans les Grands Lacs et associés à leur prolifération. On peut supposer que les conditions régionales de forts courants et de forte turbulence leur sont peu favorables.

B - Les poissons

On retrouve dans le secteur de Québec 71 espèces de poissons soit un nombre plus élevé que dans l'estuaire moyen et que dans l'estuaire fluvial, en amont de la rivière Chaudière (Mousseau et Armellin, 1995; Armellin et Mousseau, 1993; Gagnon et al., 1991). La majorité des espèces présentes dans le secteur de Québec sont des omnivores et des benthivores (Gagnon et al., 1992).

Dans le chenal des Grands Voiliers et en particulier le long de la rive sud de l'île d'Orléans où le benthos est défavorisé par les conditions du milieu, on pourrait s'attendre à une présence réduite des espèces benthivores. C'est ce que concluent les analyses qui décrivent la biodiversité des différents secteurs de la région de Québec (DesGranges et Ducruc, 2000). Les informations retenues pour définir la diversité (richesse, rareté et conservation) ont été regroupées pour déterminer géographiquement les sites d'intérêt. Dans le cas des poissons, le traitement réalisé attribue au chenal des Grands Voiliers une cote moyenne pour le secteur allant de la pointe ouest de l'île d'Orléans jusqu'à la ligne haute tension d'Hydro-Québec (soit environ à 5 km en amont du quai de Saint-Laurent). Des lignes haute tension à Saint-Jean, c'est-à-dire dans la zone immédiate des travaux, la cote attribuée prend la valeur faible. En aval de Saint-Jean, la cote

attribuée devient élevée. (figure 3). L'interprétation de ces données est appropriée à une échelle de 5 à 10 km, et l'information présentée est parfaitement adaptée pour caractériser la zone d'étude retenue.

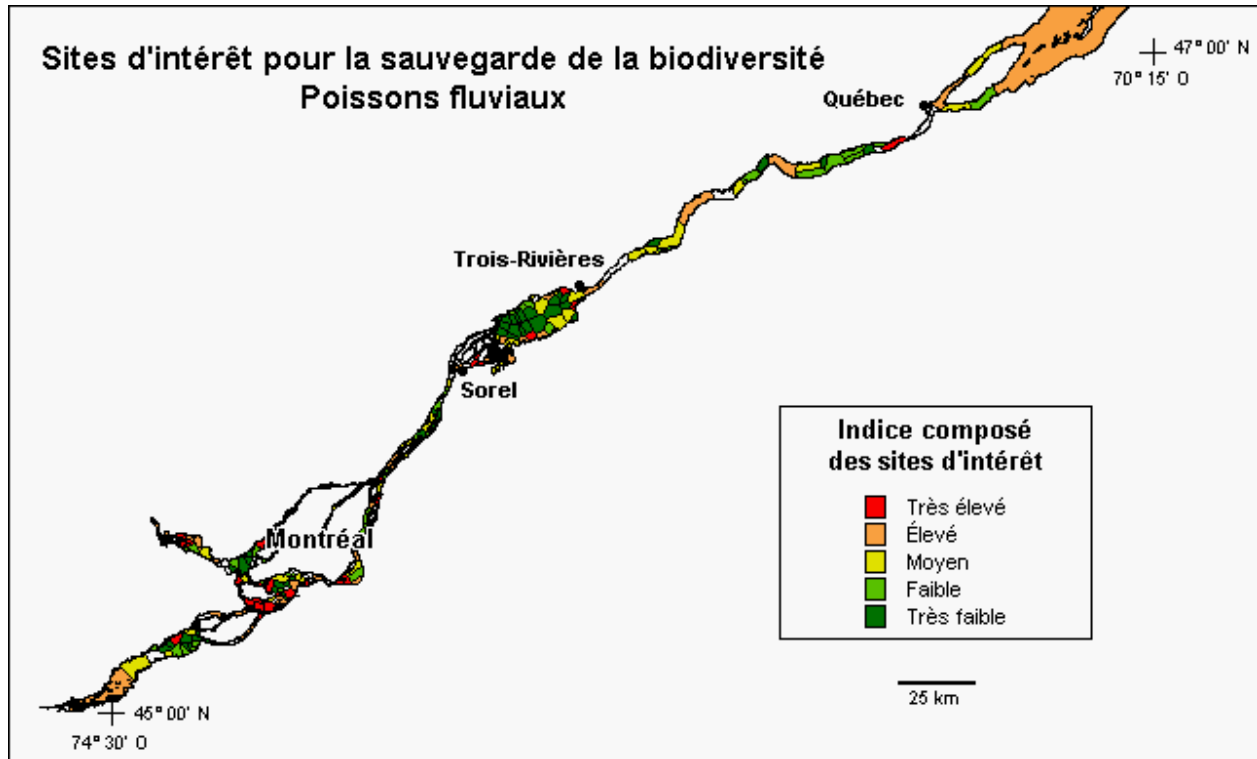


Figure 3: Description spatiale des sites d'intérêt pour la biodiversité des poissons (source: DesGranges et Ducruc, 2000).

Malgré ce que pourraient faire croire les informations précédentes sur la biodiversité, les données récentes sur l'utilisation de la zone d'étude par la faune ichtyenne sont limitées. Les dernières informations datent du début des années 1990 et n'ont pas été reprises depuis. Les données disponibles portent sur les frayères et les aires d'alevinage. D'autres informations sont tirées de l'interprétation des prises de la pêche commerciale ou proviennent de projets visant les espèces à statut précaire du fleuve Saint-Laurent. Les ports de refuge sont également des zones de faibles courants, favorables à la présence d'alevins.

Sur la rive sud de l'île d'Orléans, les embouchures des rivières du Moulin, Maheu et Lafleur (figure 2, page 12), situées au moins à 5 km en aval du quai de Saint-Laurent, sont considérées comme des frayères potentielles pour l'Alose savoureuse, le Meunier noir et le Meunier rouge. Ces espèces fraient au printemps. Sur la rive sud du fleuve, le ruisseau de l'Église ainsi que les autres ruisseaux voisins sont des frayères utilisées (également au printemps) par l'Éperlan arc-en-ciel. Le ruisseau Beaumont serait également une frayère potentielle pour cette espèce (Shooner, 1990). Les frayères potentielles regroupent les caractéristiques nécessaires aux espèces mentionnées mais sans qu'il n'y ait eu de vérification sur le terrain de leur utilisation réelle.

La rive sud de l'île d'Orléans entre la pointe ouest et le quai de Saint-Laurent est une aire d'alevinage pour le Gaspereau, les différentes espèces de Meuniers, le Grand Brochet, le Poulamon atlantique, l'Éperlan arc-en-ciel et la Perchaude. Toutes ces espèces sont également présentes dans le chenal de l'île d'Orléans (entre l'île et la rive nord du fleuve). Le bassin du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans, comme celui de toutes les autres marinas correspond à une aire d'alevinage (Barker et Kamphuis, 1997) et il est fort probable que toutes les espèces présentes dans le milieu s'y retrouvent. Le bassin du port de refuge est un des seuls secteurs abrités en permanence des forts courants de marée présents partout ailleurs dans le chenal des Grands Voiliers. La rive sud du fleuve entre le ruisseau de l'Église et le ruisseau Beaumont est également une aire d'alevinage pour l'Alose savoureuse, les différentes espèces de Meuniers, le Grand Brochet, l'Achigan à petite bouche, la Perchaude et le Doré jaune (Trencia, 1993).

Dans toute la région de Québec, la pêche commerciale a très fortement diminué et la pêche sportive a pratiquement disparu. Pour la pêche commerciale, l'anguille, l'esturgeon jaune et l'esturgeon noir représentaient 90% les débarquements. Pour la pêche sportive, jusque dans les années 1960, la pêche aux éperlans était l'activité la plus importante en nombre de jours de pêche et en nombre de pêcheurs. Elle se pratiquait au printemps et à l'automne, à partir des rives et des quais. Dans le secteur immédiat du quai de Saint-Laurent, on ne retrouve aucune pêche fixe. Le quai n'est plus utilisé pour la pêche à l'éperlan depuis de nombreuses années.

Dans la région de Québec, le suivi à long terme de l'abondance des espèces peut se faire en analysant les captures à la pêche fixe de l'Aquarium du Québec, à Saint-Nicolas. Les données montrent une chute brusque des captures à partir de 1973. Cette chute n'a été suivie d'aucun rétablissement des populations de poissons (Robitaille et al., 1987). Les espèces affectées sont toujours présentes dans le Saint-Laurent, à l'exception d'une seule, le bar rayé, dont la population présente dans la région de Québec, est disparue vers 1970. C'était malheureusement une des espèces les plus recherchées, à la fois par les pêcheurs sportifs et par les pêcheurs commerciaux.

La région de Québec est une route de migration importante pour plusieurs espèces et l'historique des débarquements de la pêche commerciale décrit parfaitement cette situation. L'Alose savoureuse et l'Éperlan arc-en-ciel sont surtout présents au printemps. La route migratoire de l'Alose emprunte le chenal des Grands Voiliers, en suivant toujours la rive sud de l'estuaire à faible distance. La population d'Éperlan arc-en-ciel de la région de Québec utilisait principalement la frayère de la rivière Boyer, sur la rive sud du fleuve. À l'automne, l'Anguille d'Amérique devient l'espèce la plus abondante. Elle descend vers la mer en suivant le chenal des Grands Voiliers sur la totalité de sa largeur. Le passage du Poulamon atlantique a lieu en novembre et décembre. La route migratoire suivrait la rive nord de l'estuaire en passant par le chenal de l'île d'Orléans (Gagnon et al, 1993).

a - Espèces ou populations en situation précaire

Parmi les espèces de poissons en situation précaire mais encore présentes dans la région de Québec, on retrouve:

- l'Alose savoureuse, dont les frayères, situées en amont de la région de Montréal, sont devenues inaccessibles (Robitaille et al, 1991);
- l'Anguille d'Amérique, dont le nombre a beaucoup baissé dans le Saint-Laurent;
- l'Éperlan arc-en-ciel dont la frayère la plus importante dans la région de Québec, celle de la rivière Boyer, n'est plus utilisée (Robitaille et Vigneault, 1990);
- l'Esturgeon jaune, à la limite aval de son aire de distribution;
- l'Esturgeon noir, objet de recherches récentes qui ont permis d'identifier les périodes de migration (entre juin et septembre) et les sites de fraie en amont de Québec, à la hauteur de Portneuf;
- le Poulamon atlantique (le poisson des chenaux), est l'espèce la plus présente dans la région de Québec mais la population qui utilise la frayère de Sainte-Anne-de-la-Pérade est en situation précaire.

Des partenaires des différents paliers gouvernementaux ainsi que des intervenants régionaux ont développé des moyens d'intervention en vue de rétablir la population d'Éperlan arc-en-ciel dans la rivière Boyer. Des efforts concrets sont également entrepris pour réintroduire le bar rayé dans le Saint-Laurent (élevage de géniteurs depuis 1999 et réintroduction annuelle d'individus à Saint-Jean-Port-Joli, à partir de l'été 2002).

b - Espèce introduite

Faune et Parcs mentionne que le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*), une espèce introduite dans les Grands Lacs vers 1990, est considérée comme particulièrement problématique pour les espèces indigènes. Ce poisson de fond a colonisé les Grands Lacs et s'est répandu ensuite dans le Saint-Laurent jusque dans la région de Québec. Une fois établi, ce poisson se reproduit rapidement et peut supplanter les espèces indigènes dont il détruit les œufs et les jeunes.

C - Les oiseaux aquatiques et les oiseaux de rivage

a - Aires vouées à la protection

Il n'y a pas d'aire vouée à la protection des oiseaux aquatiques dans la zone d'étude mais on en retrouve deux immédiatement à proximité. L'aire la plus proche du secteur d'étude se trouve sur la rive nord du fleuve, à Boischatel. La chasse est interdite entre la rivière Montmorency, qui débouche à proximité du pont de l'île d'Orléans, et la ligne haute tension d'Hydro-Québec. Une seconde aire de protection pour la faune avienne se trouve à environ 15 km en aval du quai de Saint-Laurent, sur la rive sud du fleuve, à Saint-Vallier. Il s'agit d'un refuge d'oiseaux migrateurs où la chasse est interdite et l'habitat protégé.

b - Distribution de la faune avienne

On retrouve dans la région de Québec une extraordinaire variété d'espèces d'oiseaux. Les observations indiquent que 90% des espèces de la province y ont été observées. Pour les oiseaux aquatiques et les oiseaux de rivage, les deux meilleurs sites d'observation sont les battures de Beauport et celles en amont du pont de l'île d'Orléans.

Le chenal de l'île d'Orléans (entre l'île et la rive nord du fleuve) est un secteur extrêmement favorable pour la nidification des canards barboteurs qui utilisent ensuite les marais voisins comme zone d'élevage des jeunes. Lors des migrations, le chenal de l'île d'Orléans est très utilisé ainsi que l'aire de protection de Saint-Vallier. Les oiseaux aquatiques n'utilisent que très peu la rive sud de l'île d'Orléans (Mousseau et Armellin, 1995). La Grande Oie des neiges utilise principalement l'axe Cap-Tourmente–Montmagny, dans l'estuaire moyen et à près de 30 km en aval du secteur d'étude. Malgré l'importance de sa population, elle ne fréquente pas la rive sud de l'île d'Orléans dans le secteur du quai de Saint-Laurent.

Les oiseaux de rivage fréquentent la région de Québec principalement durant la migration d'automne. L'espèce la plus abondante (98% en nombre) est le Bécasseau semi-palmé qui utilise presque exclusivement les rives vaseuses (Brousseau, 1981). C'est dire que la rive sud de l'île d'Orléans, avec son substrat rocheux, n'attire pratiquement pas les oiseaux de rivage même à la période du maximum de migration.

4 - Évaluation des impacts

L'évaluation des impacts d'un projet se réalise en trois étapes principales. Dans un premier temps, on détermine les interactions présentes entre les différentes composantes de l'environnement et les activités nécessaires à la réalisation du projet. À cette étape, toutes les méthodes techniques sont prises en compte. L'intensité des impacts est ensuite évaluée, en utilisant des critères tels que l'étendue spatiale des effets, leur durée, la valeur des ressources affectées dans le milieu récepteur. Les méthodes techniques les plus acceptables, si elles existent, sont identifiées à la fin de cette seconde étape. Dans un troisième temps, la façon de faire est optimisée afin de réduire l'intensité des impacts du projet. Les éléments jugés importants font l'objet d'un programme de surveillance alors que les éléments incertains sont normalement précisés dans le cadre d'un programme de suivi. Ces programmes sont présentés à la suite de l'étude des impacts.

4.1 - Méthode d'évaluation

L'évaluation des impacts est une méthode qualitative basée sur la répartition des différents éléments retenus dans trois classes, présentées dans le tableau 4.1. Le niveau d'impact d'un élément du projet qui affecte le milieu sera faible, moyen ou fort selon la valeur de la ressource touchée, l'importance de la superficie affectée et la durée où cet impact est présent. Les impacts sont positifs, neutres ou négatifs. Le qualificatif d'impact neutre ne s'applique qu'aux impacts faibles dont les effets ne sont pas identifiables pour la ressource considérée (par exemple dans le cas d'une composante du milieu physique, l'augmentation ou la diminution d'un paramètre mesurable n'est pas a priori positif ou négatif).

Tableau 4.1: Catégories retenues pour l'évaluation des impacts

	Catégorie 1 (C1)	Catégorie 2 (C2)	Catégorie 3 (C3)
valeur de la ressource dans le milieu	faible	intermédiaire	grande
étendue spatiale	ponctuelle,	locale	régionale
durée	temporaire	saisonnière	permanente
effet	positif	neutre	négatif
niveau d'impact	faible	moyen	fort

La valeur de la ressource dans le milieu est faible s'il s'agit d'une ressource largement présente, intermédiaire s'il s'agit d'une ressource présente et recherchée et grande s'il s'agit d'une ressource rare ou valorisée. Par exemple, la valeur de toutes les populations en situation précaire

sera grande. Les paramètres du milieu physique (la turbidité de l'eau par exemple) n'ont pas de valeur intrinsèque dans le milieu physique (dans ce cadre, leur valeur est arbitraire) mais on peut évaluer leurs impacts par rapport au milieu humain et au milieu biologique.

L'étendue spatiale se définit par rapport à la zone d'étude. Une étendue ponctuelle est identifiée lorsque la zone affectée est petite par comparaison à la zone d'étude. Une étendue locale correspond à un impact perçu sur au moins un kilomètre. Une étendue régionale s'applique à un impact qui affecte une zone plus grande que la zone d'étude.

La durée d'un impact est temporaire lorsqu'elle n'existe que pendant quelques jours et saisonnière lorsque la durée de l'impact dépasse un mois. Elle devient permanente si l'impact se prolonge au-delà d'un an.

Le tableau 4.2 définit l'intensité des impacts en relation avec les différentes combinaisons possibles. La valeur, l'étendue et la durée jouent des rôles identiques pour définir les impacts. Par exemple, dans la seconde ligne du tableau, la situation identifiée par 2 C1 et 1 C2 se rencontre lorsque la valeur ou l'étendue ou la durée est dans la catégorie C2 et que les 2 autres caractéristiques sont dans la catégorie C1.

Tableau 4.2: Intensité des impacts

Catégories pour la valeur, l'étendue et la durée	Niveau d'impact
3 C1*	faible
2 C1 et 1 C2	faible
2 C1 et 1 C3	moyen
1 C1 et 2 C2	faible
1 C1 et 1 C2 et 1 C3	moyen
1 C1 et 2 C3	fort
3 C2	moyen
2 C2 et 1 C3	fort
1 C2 et 2 C3	fort
3 C3	fort

* La valeur, l'étendue et la durée sont toutes de la catégorie 1 (C1 selon le tableau 4.1).

L'évaluation faite selon cette méthode évalue objectivement les impacts pour les espèces résidentes. Dans le cas des espèces en migration, la durée variable de l'interaction en fonction de l'échéancier des travaux n'est pas prise en compte directement. On peut cependant compléter l'évaluation de l'impact en introduisant la probabilité qu'il se produise.

4.2 - Milieu physique

Les activités de dragage affectent certains paramètres physiques. L'évaluation des impacts de ces changements sur le milieu physique n'a pas de signification en soi. Dans le cas du milieu

physique (mais seulement dans ce cas), les impacts ne seront pas évalués. On précisera seulement la nature des changements. Pour chaque interaction potentielle, on considérera la situation au site de dragage puis celle au site de rejet.

4.2.1 - Au site de dragage

Les impacts potentiels sur le milieu physique au site de dragage portent sur les profondeurs d'eau, les courants et la qualité de l'eau. De ces trois paramètres, seule la qualité de l'eau dépend de la méthode de dragage.

Les plus grandes profondeurs d'eau affectent positivement la sécurité de la navigation de plaisance et les activités économiques liées au tourisme (qui seront traitées avec le milieu humain). On rencontre là un paramètre typique sans signification intrinsèque dans le milieu physique.

Aucun changement important n'aura lieu dans les conditions hydrodynamiques à l'intérieur du bassin d'amarrage. Les courants faibles qui existent actuellement avant le dragage seront pratiquement inchangés après dragage. Les conditions sédimentaires qui en dépendent présenteront également peu de changements.

La qualité de l'eau sera affectée durant la période des travaux mais seulement dans le cas de la drague à benne preneuse qui remet une partie importante des sédiments en suspension. Le contrôle des paramètres d'opération de la drague hydraulique permet d'opérer sans remise en suspension des matériaux dragués au site des travaux.

Le contrôle des matières remises en suspension avec des écrans n'est possible qu'avec de faibles courants et ne peut donc s'envisager que dans le port de refuge, à l'abri des courants de marée. Cependant, le déplacement de la drague et la circulation des barges nécessaires au transport des matériaux jusqu'au site de dépôt rendent l'utilisation des écrans techniquement difficile. L'importance du marnage (en moyenne de 4,5 m entre la marée basse et la marée haute) dépasse de beaucoup les limites d'utilisation normale de ce genre d'équipement, qui convient surtout aux zones sans marée (ou à faible marée si les courants restent limités).

Pour les matières en suspension (MES), la concentration naturelle des eaux du fleuve dans la région de Québec est comprise entre 10 et 20 mg/L. On doit s'attendre à ce que les concentrations de MES dépassent 1 g/L (c'est-à-dire soient multipliées par 100) dans le bassin d'amarrage durant toute les périodes d'opération avec la drague à benne preneuse. Ces concentrations élevées de matériaux fins en suspension dans la colonne d'eau sont susceptibles de réduire les concentrations en oxygène dissous et d'affecter négativement l'efficacité des échanges gazeux nécessaires au fonctionnement des cellules vivantes. Les concentrations régionales des contaminants en phase aqueuse ne devraient pas changer.

Sans possibilité de retenir les sédiments en suspension dans le bassin, ceux-ci seront entraînés vers la sortie à la marée baissante et immédiatement rabattus vers la rive, en aval du quai. Lorsqu'un rejet est rabattu près du rivage, les conditions de mélange avec le cours d'eau principal

sont restreintes et les matières en suspension sortant du port de refuge seront visibles sous la forme d'une bande d'eau turbide de faible largeur et qui s'étendra probablement jusqu'à un kilomètre en aval du quai de Saint-Laurent. Le secteur considéré est urbanisé en continu jusqu'au village voisin de Saint-Jean et la présence du rejet sera donc connue de toute la population locale. Le coût d'immobilisation de la drague à benne preneuse est élevé et ne permet pas de limiter la période des travaux à la marée montante seulement. Les contraintes techniques (la mauvaise rétention des sédiments dragués par l'équipement, l'impossibilité d'utiliser des écrans) et les contraintes économiques qui viennent d'être mentionnées, font en sorte que cet impact potentiel ne pourra pas être réduit par des mesures appropriées.

Le dragage mécanique a pour effet d'augmenter fortement la turbidité au site des travaux (étendue ponctuelle) et d'augmenter la turbidité le long du rivage en aval du quai de Saint-Laurent (étendue locale). La durée de cet effet est de 2 semaines (durée temporaire). Il pourrait également y avoir une diminution de l'oxygène dissous dans les secteurs de forte turbidité.

Avec le dragage hydraulique, on ne s'attend pas à ce que les matières en suspension augmentent, ni dans le port de refuge, ni même au point de dragage. On ne prévoit pas non plus de changement dans les autres paramètres physiques de l'eau du bassin, ni de modification des concentrations des contaminants dissous dans l'eau durant les opérations de dragage menées avec une drague hydraulique.

4.2.2 - Au site de rejet

A - Dragage à benne preneuse

Les barges utilisées avec la drague à benne preneuse ont souvent une capacité de charge de l'ordre de 100 m³ de sédiments. Le déversement des matériaux dragués au site de rejet se produit en une seule fois, par l'ouverture du fond des barges. Les matériaux dragués sont libérés dans la colonne d'eau et rejoignent rapidement le fond où ils s'étaient plus ou moins, selon leur niveau de cohésion. Étant donné que les matériaux dragués sont facilement remis en suspension, les forces de cohésion sont faibles et l'étalement des matériaux sur le fond sera important.

Comme les conditions hydrodynamiques au site de rejet sont associées à de forts courants de marée, il est probable que les matériaux fins rejetés à cet endroit ne seront pas stables. Ils seront déplacés en moyenne vers l'aval (donc vers le bouchon de turbidité de l'estuaire moyen) mais en restant dans le chenal des Grands Voiliers. La possibilité qu'ils rejoignent la rive sud du fleuve est nulle car les courants transversaux sont négligeables dans tout le chenal. La possibilité de rejoindre la rive sud de l'île d'Orléans est également nulle pour la même raison. Il existe une possibilité que les sédiments dragués soient transportés vers le rivage des îles de Montmagny. Il s'agit cependant d'un transport associé à une forte dispersion et il n'est pas du tout certain que cet effet puisse s'observer ou se mesurer. Des travaux sont actuellement réalisés sur ces problématiques à partir du site de rejet de l'île Madame (Senneville et al, 2001) mais ces résultats ne sont pas disponibles actuellement.

Les impacts potentiels associés au dépôt des matériaux dragués sont la destruction du benthos par enfouissement. À cause des conditions dispersives, l'érosion des matériaux du site de rejet produira un agrandissement de la surface affectée. Cependant, les problèmes principaux viendront du fait qu'il n'est plus possible de contrôler les événements érosifs dans le temps. Ceux-ci peuvent se produire avec plus d'intensité à chaque période de marée de vive-eau et durant chaque tempête qui touche cette partie de l'estuaire. Ils peuvent en particulier se produire durant les périodes critiques des migrations des espèces valorisées et affecter une largeur du chenal que l'on ne connaît pas.

L'effet de cette dispersion sans contrôle pourrait avoir une étendue régionale et une durée saisonnière. Le tableau 4.2 ne laisse pas de doute sur les impacts importants que cette association est susceptible de produire.

B - Drague hydraulique

Le rejet de la drague hydraulique est un rejet continu, de faible intensité, et dont la durée est fixée par la période des travaux. La puissance du moteur utilisé et les conditions techniques spécifiques définissent l'intensité du rejet et la durée des travaux. En utilisant une drague équipée d'un moteur électrique de 20 chevaux, l'intensité du rejet serait d'environ 5 kg/s. Par comparaison, le transport moyen du Saint-Laurent par le chenal des Grands Voiliers correspond à environ 100 kg/s à l'année longue et sous forme de MES seulement. Pour que la comparaison des chiffres soit complète, il faut tenir compte de la durée des travaux, évaluée à une période continue d'environ 3 mois réalisée pour la première fois en 18 ans (puisque'il s'agit du premier dragage d'entretien nécessaire depuis la construction du port de refuge en 1984).

Le point de rejet est situé devant le quai de Saint-Laurent (figure 1, page 3), à une distance telle que les courants de marée montante et de marée descendante ne soient pas dans la zone d'influence de la rive. La position a été choisie spécifiquement pour que les matériaux rejetés restent dans le chenal et ne rejoignent pas la rive. Les conditions de dispersion dans le chenal des Grands Voiliers sont très homogènes dès que l'on est sorti de la zone des faibles profondeurs. Une distance importante entre le point de rejet et le fond favorise la dispersion des sédiments. On obtient ce résultat en suspendant l'extrémité du tuyau sous un ponton de surface ancré par rapport aux courants de flot (dirigés vers Québec) et par rapport aux courants de jusant (dirigés vers le golfe). Le ponton permet également d'établir la signalisation indispensable à la sécurité de la navigation.

Le point de rejet sera placé environ 2 mètres sous la surface, soit à une profondeur d'environ 8 m par rapport au zéro des cartes et donc d'un peu plus de 10 m par rapport au niveau moyen de la marée. Les concentrations immédiatement après la sortie du tuyau seront tout d'abord rapidement dispersées par la turbulence du jet avant que les conditions d'équilibre hydraulique ne soient rétablies avec l'écoulement naturel. Par la suite, la dispersion se fait transversalement et vers le fond, sur environ 100 mètres après la sortie du tuyau; à partir de cette distance, le panache aura rejoint le fond, et la dispersion ne pourra plus se faire que latéralement. La dispersion du panache se fait selon un angle moyen défini par les conditions naturelles; cet angle est de 7° pour le Saint-

Laurent dans la région de Québec. Dans le chenal des Grands Voiliers, le panache sera tout à fait indiscernable au-delà des premiers cents mètres après le point de rejet.

La masse d'eau où la dilution du rejet des matériaux dragués rejoint les conditions ambiantes est très réduite en comparaison de la masse d'eau homogène présente dans le chenal des Grands Voiliers (un panache de 7° au sommet représente moins de 40 mètres de large à 300 mètres de distance du point de rejet). Il s'agit donc d'un impact limité dans l'espace à une faible proportion de la masse d'eau du chenal. Cet impact est également limité dans le temps à la durée du dragage.

Les conditions sédimentaires font que les matériaux fins rejetés par la drague hydraulique ne pourront pas se déposer dans le chenal car les conditions n'y sont pas favorables. Elles ne pourront pas non plus rejoindre la rive sud de l'île d'Orléans car les courants font en sorte que les matériaux du chenal ne sont pas dirigés vers les berges à partir du point de rejet tel qu'il est localisé. Le cheminement probable des matériaux rejetés est qu'ils rejoindront le bouchon de turbidité et participeront à la dynamique sédimentaire de l'estuaire moyen.

Sur le plan de la contamination des matériaux rejetés, les teneurs mesurées sont inférieures aux teneurs moyennes présentes sur les matières en suspension de la région de Québec (Cossa et al, 1998). Dans ces conditions, le rejet en eau libre des matériaux dragués n'augmentera pas les concentrations des contaminants en phase dissoute et seuls les impacts physiques dus à une concentration plus élevée de matières en suspension sont à considérer. Ces impacts se produisent dans un volume très limité du chenal des Grands Voiliers où les eaux sont homogènes. À cause de la force des courants, les temps de contacts d'un organisme en dérive passive ne dépassent pas quelques minutes.

Dans le cas du dragage hydraulique, la durée est temporaire ou saisonnière et l'étendue spatiale est ponctuelle. Les impacts potentiels n'auront pas du tout le niveau de risque trouvé au site de rejet avec la drague mécanique.

4.3 - Milieu humain

4.3.3 - Impacts au site de dragage

Les activités reliées au dragage d'entretien se dérouleront uniquement en milieu aquatique. Il n'y aura aucune perturbation de la circulation automobile, ce qui est important dans un milieu où une seule route concentre toute la circulation. Le projet ne concerne que les résidences à proximité immédiate du port de refuge ayant une vue directe sur le bassin ou suffisamment proches pour être affectées par le bruit des travaux. On évaluera également l'impact sur le milieu humain du changement de la turbidité de l'eau (qui ne se produit qu'avec une drague mécanique).

A - Dragage mécanique

L'équipement de dragage nécessite l'enlèvement des pontons durant la période des travaux. Il y aura donc un stockage des équipements sur le stationnement du port de refuge qui sera visible pour toutes les personnes circulant sur le quai de Saint-Laurent. Le dragage se fera avant ou après la période normale de navigation sur le fleuve Saint-Laurent et également en-dehors de la période touristique active. Cet impact est temporaire, ponctuel et sa valeur est faible. Selon le tableau 4.2, l'impact est faible; son effet est neutre.

Le bruit des équipements est surtout associé à la drague elle-même qui est souvent opérée pendant de longues périodes horaires (par exemple, 20 heures par jour, 6 jours par semaine) afin de réduire la durée des travaux. En pratique, le bruit des travaux de dragage est un bruit régulier, perceptible seulement à faible distance. Peu de résidences privées seront affectées. L'impact est limité dans le temps à une période d'environ 10 jours (donc temporaire) et limité dans l'espace (étendue ponctuelle). La valeur intermédiaire conduit à un impact négatif faible.

La présence des eaux turbides en-dehors du bassin crée un impact visuel dont la durée est d'environ 10 jours (durée temporaire). L'étendue spatiale est locale. La valeur d'un paramètre physique est en général arbitraire. Pour le milieu humain, elle est définie comme intermédiaire. Selon le tableau 4.2, l'impact relatif au milieu humain est négatif faible. Il n'y a pas d'impact sur d'autres activités humaines telle que la pêche, qui n'a plus d'adeptes, ou la baignade, qui ne devrait normalement pas se pratiquer dans cette partie du fleuve. De plus, les travaux de dragage mécanique se dérouleront en dehors de la période estivale.

Les eaux très turbides dans le bassin du port de refuge ont également une valeur intermédiaire pour le milieu humain; l'étendue est ponctuelle et la durée temporaire. L'impact relatif au milieu humain est négatif faible.

B - Dragage hydraulique

Le dragage hydraulique ne nécessite pas l'arrêt des activités du port de refuge et ne provoque qu'un bruit continu de très faible intensité. L'impact des travaux est qualifié de neutre et de faible même si la période des travaux est relativement longue (la durée est saisonnière; l'étendue est ponctuelle; la valeur est faible).

4.3.4 - Économie

A - Dragage mécanique

Le dragage mécanique n'aura pas de retombée économique locale directe. La drague et les barges de transport ont des opérateurs spécialisés ne provenant pas du milieu local. L'impact est neutre et faible.

B - Dragage hydraulique

Les travaux comprennent la conception, l'installation et l'utilisation du matériel. Toutes ces activités seront réalisées par des artisans et des opérateurs locaux. Les travaux auront probablement lieu sur 2 périodes consécutives, une au printemps et l'autre à l'automne. On prévoit réaliser le dragage avec deux équipes de travail de deux personnes chacune afin d'augmenter la période travaillée chaque jour. L'impact sur l'économie locale est positif faible (durée saisonnière, valeur intermédiaire, un effet ponctuel).

C - Retombées pour le tourisme

L'activité touristique est un élément important par ses retombées économiques locales. Le maintien des activités du port de refuge est considéré indispensable par l'ensemble de la population. Les profondeurs d'eau garantissent à long terme le niveau de fréquentation des bateaux de plaisance. Ils permettent également de recevoir des bateaux de croisière de la région de Québec, qui accostent à Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans en fonction de la demande de la clientèle. Cette fréquentation occasionnelle ne peut absolument pas s'accommoder des restrictions de tirant d'eau à marée basse. L'élargissement des services touristiques du port de refuge à cette clientèle exige que le dragage d'entretien se réalise à court terme. L'impact pour les retombées touristiques est positif et fort (la valeur est grande, l'étendue locale et la durée supérieure à un an)

4.4 - Milieu biologique

Les éléments considérés touchent la végétation, les différents niveaux de la chaîne trophique aquatique et les oiseaux aquatiques. Il n'y a pas de mammifères marins présents dans le secteur du chenal des Grands Voiliers et, puisque l'ensemble des travaux se réalise en milieu aquatique, les mammifères et les oiseaux terrestres ne sont pas pris en compte pour l'évaluation des impacts, puisqu'il n'y a pas d'interaction.

4.4.1 - La végétation

Il n'y a pas de végétation vasculaire aquatique submergée et donc, pas de végétation au site de dragage. La rive sud de l'île d'Orléans se compose d'un substrat rocheux soumis à des forces érosives permanentes. La végétation aquatique émergée y est absente ou réduite à une très faible productivité. Les premiers étages de la végétation se retrouvent au niveau de la marée haute moyenne. Il n'y a pas d'interaction entre la végétation et les opérations aux sites de rejet. Au site de dragage, il n'y a pas d'interaction entre la végétation et le dragage hydraulique.

Le dragage mécanique produit un panache d'eau turbide en aval du quai qui ne rejoindra la végétation de la rive qu'au moment de la marée haute. En donnant à la végétation une grande valeur, l'impact serait moyen selon le tableau 4.2.

Cependant la probabilité qu'il s'agisse d'un impact réel est faible. Les plantes de l'étage situé juste au-dessus de la cote des marées hautes moyennes sont submergées durant toutes les marées hautes de vive-eau et doivent supporter l'action des vagues pour se maintenir à cet endroit. Or tous les épisodes de vagues sont associés à de fortes turbidités. La situation particulière due aux travaux n'est pas différente de ce qui se passe durant les épisodes de vagues et la végétation touchée est certainement adaptée à supporter ce genre de stress.

4.4.2 - La faune avienne

La fréquentation des espèces dans la zone d'étude est limitée. Les anatidés fréquentent surtout le chenal de l'île d'Orléans (entre l'île et la rive nord du fleuve), la rive sud du fleuve ou le secteur de Cap-Tourmente–Montmagny (tous en dehors de la zone d'étude). La même situation se présente pour les oiseaux de rivage qui fréquentent surtout les battures de Beauport (également en dehors de la zone d'étude). Pour l'anecdote, un couple de canards noirs a choisi certaines années le port de refuge comme zone de nidification et d'élevage (ce qui a un impact négatif sur la propreté des pontons). Il n'y a pas d'interaction entre le projet et les oiseaux aquatiques et les oiseaux de rivage. Le projet n'a pas d'impact sur cette composante.

4.4.3 - La production primaire

A - Au site de dragage

a - Dragage mécanique

Les matériaux faiblement consolidés qui composent le fond du bassin sont susceptibles d'abriter une faune benthique limitée. Ces matériaux possèdent une faible perméabilité et l'eau y circule très lentement. Ces conditions limitent la pénétration de l'oxygène dans les sédiments et restreignent le benthos à n'utiliser qu'une couche mince à la surface des sédiments. L'impact est négatif et probablement d'une durée saisonnière. La productivité apparaît limitée et la valeur est intermédiaire; l'impact du projet est négatif faible sur le benthos.

Une partie des matériaux remis en suspension s'échappe du bassin et longe la rive en aval du quai de Saint-Laurent en formant une bande de faible largeur d'eau turbide. La durée de l'impact est temporaire et la superficie touchée est locale. La valeur de la production primaire est intermédiaire dans le chenal des Grands Voiliers. L'impact est négatif faible.

b - Dragage hydraulique

L'impact est le même que celui du dragage mécanique pour le benthos (négatif, faible). Il n'y a pas d'interaction avec la production primaire dans la colonne d'eau puisqu'il n'y a pas d'eau turbide au site des travaux.

B - Au site de rejet

a - Drague mécanique

Le rejet des matériaux n'augmente pas le niveau de risque dû aux contaminants chimiques.

La superficie du fond affectée à cause des conditions érosives est nettement plus grande que celle correspondant à la zone touchée par le rejet initial. L'impact est négatif, mais son intensité n'est pas connue car la durée de l'impact et son étendue spatiale ne sont pas connues. Des études complémentaires sont en cours.

L'impact dans la colonne d'eau est de très faible durée et touche une zone d'environ 2 km de longueur. (étendue locale). L'impact négatif du rejet en eau libre pour la production primaire (valeur intermédiaire) dans la colonne d'eau est faible.

b - Drague hydraulique

Comme la sédimentation des matériaux rejetés dans le chenal des Grands Voiliers est impossible, même à proximité du point de rejet, il n'y a pas d'interaction avec le benthos.

L'impact sur la production primaire dans la colonne d'eau est ponctuel et saisonnier; avec une valeur intermédiaire pour cette ressource, l'impact est négatif faible.

Les contaminants présents sur les matériaux rejetés sont à des concentrations inférieures à celles présentes sur les particules en suspension dans la région de Québec. Le rejet des matériaux n'augmente pas le niveau de risque dû aux contaminants chimiques déjà présent dans l'environnement régional. L'impact des contaminants chimiques sur la production primaire n'est pas influencée par le rejet.

4.4.4 - Les poissons

Le dragage d'entretien est sans interaction avec la rive sud du fleuve. Le chenal des Grands Voiliers est une zone homogène par ses caractéristiques physiques, baigné par une seule masse d'eau. Le chenal est surtout utilisé comme route de migration des espèces (ou populations) considérées en situation précaire: l'Éperlan arc-en-ciel et de l'Alose savoureuse migrent en avril et l'Anguille d'Amérique à la fin de septembre.

La rive sud de l'île d'Orléans présente elle aussi un habitat homogène sur la presque totalité de sa longueur. La description du milieu indique des frayères potentielles (utilisées au printemps) à l'embouchure des rivières du Moulin, Maheu et Lafleur. La plus proche se situe à 5 km en aval du quai de Saint-Laurent. Le secteur en amont du quai jusqu'à la pointe ouest de l'île est considéré comme une aire d'alevinage. Les alevins des espèces présentes dans le milieu se retrouvent également dans le bassin du port de refuge.

A - Au site de dragage

a - Dragage mécanique

Les activités de dragage vont perturber la colonne d'eau et affecter les poissons adultes et les alevins présents dans le bassin du port de refuge. La superficie du bassin est ponctuelle et la durée des travaux est temporaire. La valeur de la ressource est faible (le nombre d'alevins présent dans le milieu aquatique est élevé) et des poissons adultes (qui ne sont pas pêchés). L'impact est négatif faible.

Le panache d'eau turbide qui s'échappe du port de refuge et longe la rive en aval du quai de Saint-Laurent ne rejoint pas les frayères de la rivière du Moulin. Il n'y a pas d'interaction.

b - Dragage hydraulique

Selon Pêches et Océans, le dragage hydraulique serait susceptible de détruire les poissons par aspiration. Pour que le dragage soit efficace, la pompe sera toujours en opération dans les sédiments meubles, un milieu anoxygène où les poissons ne sont normalement pas présents. L'impact du dragage hydraulique est ponctuel et saisonnier. La valeur de la ressource est faible. L'impact est négatif faible.

B - Au site de rejet

a - Dragage mécanique

Le rejet des matériaux dans la colonne d'eau est de courte durée et ne touche qu'une zone limitée dans l'espace. Ces éléments sont peu susceptibles de nuire à l'ichtyoplancton (œufs et larves de poissons en dérive dans la colonne d'eau) car les sédiments sont moins contaminés que les matières en suspension présentes dans la région de Québec. La situation est semblable pour les poissons adultes. La durée est temporaire, l'étendue locale. L'impact associé à une valeur intermédiaire est faible.

La position du site de rejet de Beaumont a fait recommander d'éviter la période de migration de l'Alose savoureuse qui passe près de la rive sud en avril. Cependant, le dépôt de matériaux fins à cet endroit risque fort de provoquer des remises en suspension n'importe quand dans l'année ce qui pourrait nuire à d'autres espèces également en situation précaire. Une étendue locale et une durée saisonnière associées à une valeur forte donnent un impact négatif fort. Dans le cas des matériaux déposés dans un site dispersif, les connaissances actuelles ne permettent pas de se prononcer sur l'importance des impacts négatifs réels. On peut seulement dire que cette situation peut conduire à des impacts négatifs forts que l'on est incapable de contrôler. C'est une situation qui rend le dragage mécanique à toute fin pratique incompatible avec les objectifs d'une saine gestion environnementale.

b - Dragage hydraulique

Le rejet des matériaux dans la colonne d'eau n'affecte qu'un volume limité des eaux du chenal des Grands Voiliers. La durée temporelle d'un contact potentiel avec des œufs ou des larves en dérive sera limité à quelques minutes au maximum. Dans le cas des poissons adultes, ce temps de contact peut être encore plus limité puisque ces espèces peuvent se déplacer volontairement en dehors du panache de dispersion. L'étendue est ponctuelle et la durée des contacts est temporaire, même si la présence du panache est saisonnière.

Étant donné la position du site de rejet, proche de la rive sud de l'île d'Orléans, la route de migration de l'Alose savoureuse n'est pas affectée. Il n'y a pas non plus d'interaction avec la migration de l'Esturgeon noir puisque les rejets auront lieu au printemps et à l'automne ni avec les jeunes Bars rayésensemencés à Saint-Jean-Port-Joli et dont le rétablissement dans l'estuaire du Saint-Laurent n'est pas certain. Par contre, l'Anguille d'Amérique, qui utilise la largeur complète du chenal des Grands Voiliers lors de sa migration vers la mer à la fin septembre est en interaction avec le panache de dispersion. Avec une grande valeur de la ressource, l'impact est négatif moyen. Cependant, les travaux ne commenceront pas avant le mois d'octobre et, seule la fin de la migration sera touchée. De plus, le secteur affecté ne représente qu'une petite partie du chenal des Grands Voiliers et le temps de contact pour une interaction est très restreint.

La probabilité que cet impact se produise est réduite car le panache touche moins de 1% de la largeur du chenal des Grands Voiliers, le temps de contact est de quelques minutes seulement et ne concerne que les aspects physiques de l'augmentation des matières en suspension (les aspects

chimiques régionaux sont inchangés) et seuls les derniers individus de la migration seront éventuellement affectés. Dans ces conditions, l'impact prend des proportions plus réalistes.

4.5 - Comparaison des deux méthodes de dragage

La comparaison des deux méthodes fait particulièrement ressortir la présence d'impacts négatifs inconnus lorsque des matériaux dragués mécaniquement sont rejetés dans un site dispersif. Cette situation se traduit normalement par des études complémentaires pour acquérir les connaissances manquantes. Ces études sont en cours, au site de rejet des matériaux de dragage de l'île Madame, à environ 20 km en aval du quai de Saint-Laurent. Les conditions hydrodynamiques à cet endroit sont très probablement semblables à celles du site de rejet de Beaumont.

Tableau 4.3: Tableau récapitulatif des impacts en fonction de la méthode de dragage utilisée.

	dragage mécanique	dragage hydraulique
Milieu physique		
Au site de dragage		
Turbidité	effet négatif	pas d'effet
Oxygène dissous	effet négatif	pas d'effet
Milieu humain		
Impact visuel	faible et neutre	inexistant
Bruit	négatif faible	faible et neutre
Turbidité en rive	négatif faible	inexistant
Turbidité du bassin	négatif faible	inexistant
Économie	faible et neutre	positif faible
Tourisme	positif fort	positif fort
Milieu biologique		
<u>Végétation</u>	pas d'interaction	pas d'interaction
<u>Oiseaux</u>	pas d'interaction	pas d'interaction
<u>Production primaire</u>		
Au site de dragage		
Benthos	négatif faible	négatif faible
Plancton (rive en aval)	négatif faible	pas d'interaction
Au site de rejet		
Benthos	Inconnu	pas d'interaction
Plancton	négatif faible	négatif faible
<u>Poissons</u>		
Au site de dragage		
Alevins et adultes	négatif faible	négatif faible
Au site de rejet		

Les coûts de dragage ont fait l'objet d'une comparaison entre le dragage mécanique et le dragage hydraulique de faible puissance dans le cas de la marina de Saint-Jean-Port-Joli (Richard, 1999). L'analyse des coûts favorise nettement le dragage hydraulique de faible puissance, en particulier lorsque l'allongement de la durée des travaux est acceptable. Dans le dragage du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans, les matériaux fins et facilement remis en suspension augmentent l'intensité des impacts du dragage mécanique alors qu'ils sont bien contrôlés par le dragage hydraulique. Ces conditions font que l'utilisation du dragage hydraulique est retenue pour effectuer le premier dragage d'entretien du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans.

4.6 - Déroulement des opérations de dragage

À cause de la durée saisonnière du dragage hydraulique de faible puissance, il y a peu de marge pour l'ajustement temporel du calendrier des travaux. Toute la période entre le départ des glaces et le début de la navigation de plaisance est prévue au printemps et toute la période entre la fin de la navigation et l'arrivée des glaces est également prévue à l'automne pour réaliser le dragage complet du port de refuge. En moyenne, on compte 6 semaines disponibles au printemps et 6 à 8 semaines à l'automne alors que le dragage des 15 000 m³ prendrait 10 semaines à un débit de 200 m³/jour. En tenant compte des périodes nécessaires à la mise en place des équipements et des arrêts des travaux dus aux contingences normales, le dragage du port de refuge devrait se réaliser en deux saisons, une au printemps et l'autre à l'automne. La première saison sera définie en fonction de la date d'autorisation des travaux et pourrait être indifféremment réalisée au printemps ou à l'automne. L'équipement sera entreposé au port de refuge durant la période d'attente entre les 2 saisons de dragage.

L'impact le plus important des activités de dragage touche les espèces valorisées qui utilisent la zone d'étude comme route de migration. Cependant, seule la route migratoire de l'Anguille d'Amérique passe dans la zone d'étude (Gagnon et al, 1993) à la fin septembre. Comme les travaux de dragage ne débiteront pas avant le mois d'octobre, la perturbation réelle reste limitée à la fin de la période de migration de l'anguille et ne touche qu'une portion restreinte du couloir de migration, dans un secteur où les eaux sont homogènes. Pour ces raisons, la probabilité d'affecter la migration d'une espèce valorisée est très faible. En conséquence, le calendrier des travaux ne sera pas limité.

Les périodes suivantes des travaux sont envisagées:

du 1^{er} avril au 15 mai

du 1^{er} octobre au 1^{er} décembre

On prévoit que 2 équipes de 2 personnes assureront les opérations de dragage sur 2 quarts de travail de 8 heures ou de 10 heures chacun.

L'équipement de dragage sera installé sur une barge. Le déplacement de la barge jusqu'au port de refuge sera assuré par le fleuve. Les autres équipements nécessaires (la pompe hydraulique et le système prévu pour contrôler sa position) sont peu volumineux et seront livrés par camion. On prévoit assurer la position de dragage dans le port de refuge à partir de la barge reliée à trois points d'ancrage. Le point de rejet sera fixé à un ponton flottant maintenu en position par deux ancrages, l'un pour les courants de flot et l'autre pour les courants de jusant. Ce ponton sera pourvu de la signalisation nécessaire à la sécurité maritime. Un bateau de services assurera les déplacements de l'équipage de la drague.

Les autorisations environnementales demandées portent sur une période de 10 ans. Cette période représente un maximum raisonnable pour gérer les problématiques environnementales mais, au port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans les taux de sédimentation sont très faibles. Il est donc très probable qu'aucune autre demande de dragage d'entretien ne sera nécessaire dans la période de 10 ans qui suivra le premier dragage d'entretien.

4.7 - Informations à la population locale

Les communications avec le milieu local seront basées en partie sur les liens existants entre le port de refuge et la municipalité, et sur le fait que la structure du port de refuge, par ses membres impliqués dans la communauté, permet de diffuser rapidement les informations à la population locale (et d'en recevoir). Le conseil d'administration du port de refuge prévoit également utiliser le journal local, qui rejoint l'ensemble des résidents de l'île d'Orléans, pour fournir les informations pertinentes sur les travaux de dragage.

5 - Surveillance, suivi et mesures de sécurité

Étant donné l'intensité limitée des travaux de dragage, aucun programme de surveillance et aucun programme de suivi n'ont été développés. Les rapports sur la stabilité des matériaux de dragage du site de dépôt de l'île Madame seront évalués dès qu'ils seront disponibles afin d'orienter la réalisation des travaux du dragage d'entretien du port de refuge de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans et d'en limiter les impacts négatifs.

5.1 - Sécurité maritime

La réalisation des travaux de dragage affecte la sécurité maritime à cause du tuyau de la drague présent dans le bassin d'amarrage et également présent à l'extérieur du bassin, de l'extrémité amont du quai de Saint-Laurent au point de rejet utilisé. Le tuyau sera maintenu à la surface du bassin, ce qui facilite les opérations de dragage mais on peut aussi le maintenir sur le fond, ce qui facilite la sécurité de la navigation maritime. À l'extérieur du bassin, les courants de marée rendent difficile le contrôle du tuyau et il est important d'en limiter la longueur pour éviter la rupture des ancrages.

Les opérations de dragage se réaliseront au printemps, entre le départ des glaces et le démarrage de la saison de navigation, et en automne, entre la fin de la période de navigation et la prise des glaces. Les opérations dans le bassin seront plus rapides car le déplacement de la drague pourra se faire sans contraintes et le tuyau pourra rester en surface. Pour la sécurité maritime, le ponton ancré à faible distance au large du quai de Saint-Laurent devra être balisé correctement de jour et faire fonctionner un éclairage approuvé de nuit.

5.2 - Sécurité des opérateurs

Il est prévu que deux équipes de deux personnes effectueront les travaux de dragage durant 16 heures ou 20 heures par jour. Une telle durée implique des opérations de nuit et à des périodes où les eaux du fleuve sont froides. Le personnel sera informé de ces risques et devra utiliser à bon escient le matériel de sécurité qui lui sera fourni (gilet de flottaison individuel, éclairage approprié, système de communication, protection contre l'hypothermie).

5.3 -Équipement en cas de déversement

Toutes les opérations de dragage auront lieu à partir d'une barge sur laquelle sera installé l'équipement hydraulique nécessaire au contrôle de la position de dragage et de la profondeur de la tête d'aspiration. La barge contiendra du carburant diesel et de l'huile hydraulique en faibles quantités. L'équipement sera vérifié et mis au point avant son installation dans la barge pour prévenir les bris mécaniques. De plus, on disposera des absorbants nécessaires pour récupérer immédiatement tout déversement de carburant ou d'huile hydraulique qui se produirait dans la

berge. Les opérateurs seront informés sur les procédures à suivre pour disposer des absorbants après usage.

Bibliographie

Armellin, A. et P. Mousseau (1993). Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du tronçon Trois-Rivières–Bécancour. Rapport technique ZIP 12 et 13. Environnement Canada, Conservation et Protection, région du Québec, Centre Saint-Laurent.

BAPE (2001) Rapport d'enquête et d'audience publique n° 157. Programme décennal de dragage au quai de la traverse de Rivière-du-Loup. Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. 70 p

Barker A. C., J. W. Kamphuis (1997). Improvement of Aquatic Habitat for Fish: Marinas and Breakwaters as Habitat. Canadian Coastal Conference 1997. Proceedings p. 198-210.

Brousseau, P. (1981). Distribution et abondance des oiseaux de rivage le long du Saint-Laurent. section Cornwall–La Pocatière. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Québec.

Cossa, D., T.-T. Pham, B. Rondeau, S. Proulx, C. Surette et B. Quémerais. (1998). Bilan massique des contaminants chimiques dans le fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique ST-163, 258 pages

d'Anglejan B., et Smith E. C. (1973). Distribution, Transport and Composition of Suspended Matter in the St-Lawrence Estuary. Can. J. Earth Sci. 10:1380-1396.

DesGranges J.-L. et J.-P. Ducruc (sous la direction de).(2000). Portrait de la biodiversité du Saint-Laurent. Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec et Direction du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec. Version électronique <http://www.qc.ec.gc.ca/faune/biodiv>

Désilets, L. et C. Langlois (1989). Variation spatiale et saisonnière de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada, Conservation et Protection, région du Québec, Centre Saint-Laurent.

Environnement Canada-Centre Saint-Laurent et ministère de l'Environnement du Québec (1992). Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent. 28 pages

Gagnon, D (1994). L'envahisseur pourpre. La Presse. Section Écologie et Environnement. 16 janvier 1994.

Gagnon, M., Y. Ménard et J.-F. La Rue (1993). Caractérisation et évaluation des habitats du poisson dans la zone de transition saline du Saint-Laurent. Pêches et Océans. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1920.

Gagnon, M., Y. Ménard et J.-M. Coutu (1992). Structure de la communauté ichthyenne intertidale de l'estuaire moyen du Saint-Laurent: Cadre de référence pour le suivi à long terme de l'état de l'écosystème de l'estuaire du Saint-Laurent. Pêches et Océans. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1870.

Gagnon, M., Y. Ménard et Y. Lavergne (1991). Suivi environnemental de l'estuaire moyen du Saint-Laurent, 1989-1990: variabilité spatio-temporelle de la structure des communautés et des populations ichthyennes. Pêches et Océans. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1808.

Gauthier, B. et V. Lavoie. (1973). Étude préliminaire de la végétation du littoral : Bras nord de l'île d'Orléans. Université Laval, Centre de recherches sur l'eau. Québec. 78 p.

Gratton, L. et C. Dubreuil. (1990). Portrait de la végétation et de la flore du Saint-Laurent. Ministère de l'Environnement, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec. 56 p.

Jourdain, A., J.-F. Bibeault (1995). Synthèse des connaissances sur les aspects socio-économiques du secteur d'étude Québec-Lévis. Zone d'intervention prioritaire 14. Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, Saint-Laurent Vision 2000 (Rapport technique - Implication communautaire)

Lacoursière, E. et M.M. Grandtner (1972). Les groupements végétaux ripariens entre Sainte-Famille et la pointe d'Argentenaye, île d'Orléans, Québec. *Naturaliste canadien*, 99: 469-507.

Lacoursière E., et M. M. Grandtner (1971). Contribution à l'étude écologique de la végétation riparienne de l'île d'Orléans. *Naturaliste canadien*, 98: 443-459.

Lapierre, L. et B. Cusson (1993). Les Moules zébrées dans le fleuve Saint-Laurent: situation banale ou catastrophique? Communication présentée au Symposium sur le Plan d'action Saint-Laurent, au 61e Congrès de l'ACFAS, Rimouski, 18 au 20 mai 1993.

Lavoie, G. (1992). Plantes vasculaires susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec. Rapport SP00014.

Lavallée P., P. Shoiry et J.-P. Villeneuve (1984). Propagation longitudinale et latérale des eaux déversées en cours d'eau. *Sciences et techniques de l'eau*. Vol. 17: 361-366.

Mousseau, P., A. Armelin (1995). Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du secteur d'étude Québec-Lévis. Zone d'intervention prioritaire 14. Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, Saint-Laurent Vision 2000 (Rapport technique - Implication communautaire)

Painchaud, J. et J.-C. Therriault (1989). Relationship between bacteria, phytoplankton and particulate organic carbon in the upper St. Lawrence estuary. *Marine Ecology Progress Ser.*, 56: 301-311.

Pinel-Alloul, B. (1985). Évaluation des études du MLCP sur les organismes planctoniques de l'archipel de Montréal. Centre de recherche écologique de Montréal (CREM).

Provencher, M. (1977). Étude du phytoplancton du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires. Ministère des Richesses naturelles, Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Rapport technique n° 9.

Richard, Y. (1999). Projet de dévasement du parc nautique de Saint-Jean-Port-Joli. Étude d'impact sur l'environnement. Rapport principal. 107 pages + annexes

Robert Hamelin & Associés Inc. (1989). Programme de dragage décennal. MIL Davie Inc. Lauzon. Étude d'impact sur l'environnement. Rapport final. 100 p?

Robitaille, J.-A., L. Chicoine et Y. Vigneault (1991). Identification des populations de poissons d'intérêt économique en situation précaire dans le réseau du Saint-Laurent et sélection des espèces pour des interventions immédiates. Pêches et Océans. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1810.

Robitaille, J.-A. et Y. Vigneault (1990). L'Éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome de l'estuaire du Saint-Laurent: Synthèse des connaissances et problématique de la restauration des habitats de fraie dans la rivière Boyer. Pêches et Océans. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 2057.

Robitaille, J.-A., C. Pomerleau et P. Paulhus (1987). Analyse sommaire de la pêche expérimentale de l'Aquarium du Québec, de 1971 à 1986. Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche et Direction régionale de Québec, Aquarium du Québec. Rapport technique n° 87-02.

Senneville S, Saucier F. et Munro J. (2001). Étude des effets cumulatifs du transport des sédiments près du site de dépôt de dragage de L'île Madame dans l'estuaire du Saint-Laurent. Conférence canadienne sur le littoral. 16-19 Mai 2001. Université Laval. Pavillon La Laurentienne.

Sérodes J.-B., J. Deschênes et J.-P. Troude (1985). Temps de submersion des marais à scirpe (*Scirpus americanus*) de l'estuaire du Saint-Laurent. *Naturaliste Can. (Rev. Écol. Syst.)*. 112: 119-129.

Shooner (Gilles) et Associés. (1990). Localisation des sites de reproduction des principales espèces de poissons du fleuve Saint-Laurent (Cornwall-Montmagny). Présenté à Pêches et Océans et à Environnement Canada (Centre Saint-Laurent). Atlas cartographique, 16 cartes.

Trencia, G. (1993). Répartition des aires d'alevinage dans la région de Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Données non publiées.

Troude J.-P. (1986). Étude du cycle sédimentaire annuel d'un estran à forte sédimentation estivale de l'estuaire du Saint-Laurent. Thèse de Ph. D. Département de Sciences et Génie. Université Laval. 302 p.

Vincent, B. (1979). Étude du benthos d'eau douce dans le haut-estuaire du Saint-Laurent (Québec). *Can. J. Zool.*, 57: 2171-2182.

ANNEXE

Analyses chimiques des échantillons