

**SENSIBILITÉ ET VULNÉRABILITÉ
AUX VARIATIONS DE NIVEAUX D'EAU :
LA PLAISANCE AU LAC SAINT-LOUIS**

Rapport ST-229

Sensibilité et vulnérabilité aux variations de niveaux d'eau : la plaisance au lac Saint-Louis

Jean-François Bibeault et Daniel Rioux

État du Saint-Laurent (Centre Saint-Laurent) et Hydrologie (Service météorologique du Canada)

COMMENTAIRES DES LECTEURS

Veillez adresser vos commentaires sur le contenu du présent rapport au Centre Saint-Laurent, Conservation de l'environnement, Environnement Canada – Région du Québec, 105, rue McGill, 7^e étage, Montréal (Québec), H2Y 2E7.

On devra citer la publication comme suit :

Bibeault, J.-F. et D. Rioux (2004). *Sensibilité et vulnérabilité aux variations de niveaux d'eau : la plaisance au lac Saint-Louis*. Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique ST-229, 61 pages.

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement
© Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2004
N^o de catalogue En 152-1/229-2004F
ISBN 0-662-76283-5

Perspective de gestion

Un des objectifs du plan d'action Saint-Laurent Vision 2000 est de protéger et de conserver le fleuve Saint-Laurent afin d'en redonner l'usage à la population. Ainsi, depuis 1999, l'enjeu des variations des niveaux d'eau a été reconnu comme particulièrement important pour cet écosystème et ses usages.

En outre, la révision du plan de régularisation des eaux du lac Ontario et du Saint-Laurent a été l'occasion de mieux documenter certains aspects, dont les composantes biophysiques du fleuve et certains usages particulièrement sensibles comme la plaisance, sur laquelle il existait peu de données empiriques.

Enfin, les changements climatiques constituent un facteur critique pour l'analyse des variations des niveaux d'eau et de leurs effets sur l'écosystème du Saint-Laurent et sur ses usages. Encore peu documentés à l'échelle régionale, ces changements, qui préoccupent grandement le gouvernement canadien, ont été intégrés à l'analyse afin de mieux faire ressortir la vulnérabilité de la plaisance aux variations des niveaux d'eau et les mesures déployées pour s'y adapter.

Le présent rapport porte sur un territoire clé du Saint-Laurent, le lac Saint-Louis, à la fois haut lieu de la plaisance et section du fleuve partiellement régularisée et soumise aux changements climatiques du bassin Grands Lacs–Saint-Laurent.

Management Perspective

One of the objectives of the St. Lawrence Vision 2000 action plan is to protect and conserve the St. Lawrence River in order to reclaim the river for public use. Since 1999, the issue of water-level variations has been considered particularly important for the St. Lawrence ecosystem and its uses.

Besides, the review of the water-level regulation plan for the Lake Ontario–St. Lawrence River corridor has offered the opportunity to better document certain aspects, such as the biophysical components of the St. Lawrence River and some especially sensitive uses, like recreational boating, on which little empirical data exist.

Finally, climate change is critical to the analysis of water-level fluctuations and their impact on the St. Lawrence ecosystem and its uses. As yet little documented at the regional level, climate change, which is a source of great concern for the Government of Canada, has been integrated into the analysis to highlight the vulnerability of recreational boating to water-level fluctuations and the adaptive measures taken.

This report focuses on a key section of the St. Lawrence River, Lake Saint-Louis, both a “hot spot” for recreational boating, and an area whose water level is partially controlled and subject to the impacts of climate change on the Great Lakes–St. Lawrence River basin.

Avant-propos

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet pilote visant l'évaluation des incidences des changements climatiques sur certains usages clés d'un secteur hydrographique du fleuve Saint-Laurent, ainsi qu'une revue des adaptations possibles et souhaitables à l'égard de ces changements. Un arrimage entre une composante « intégration des connaissances », « modélisation » et « consultation » des intervenants constitue l'originalité de ce projet qui, dans le cadre du projet FACC (de Ressources naturelles du Canada), s'applique d'abord à un lieu bien circonscrit, reconnu comme polyvalent sur les plans socio-économique et environnemental, assez bien documenté et qui profite du développement de nouveaux outils tout en répondant à des préoccupations énoncées localement (comités ZIP) et nationalement (PIAG et CMI).

Le présent rapport s'intéresse particulièrement au cas de la plaisance sous un angle sectoriel et en lien avec le problème de vulnérabilité que posent les variations de niveaux d'eau sur cet usage. Cette dimension fait l'objet d'une priorité dans le cadre d'une vaste étude parrainée par la Commission mixte internationale et complète d'autres aspects abordés par les autres membres de l'équipe de projet FACC. Il existe un lien étroit entre les deux études qui peuvent s'appuyer l'une sur l'autre, de même qu'entre les préoccupations générales des deux institutions.

Remerciements

Dans le cadre de ces travaux, nous avons pu bénéficier d'une entente entre le CSL et le SMC qui a facilité l'implication de Daniel Rioux au sein de l'équipe. Un merci particulier à Jean-François Cantin et Christiane Hudon qui ont contribué à faciliter cette implication. Merci également, à Jacques Grondin relativement à l'autorisation d'utiliser les données de l'enquête Santé sur les perceptions et les usages.

Résumé

La plaisance constitue l'une des activités les moins bien connues du Saint-Laurent, surtout pour les contraintes que lui imposent les variations des niveaux d'eau. À ce sujet, le présent rapport renferme une synthèse des données existantes et propose une démarche d'analyse qui fait intervenir la problématique des changements climatiques. La perspective « impacts et adaptations » a ainsi été retenue afin de guider la réflexion sur la sensibilité et la vulnérabilité de ce secteur d'activités aux conditions normales et extrêmes des niveaux d'eau.

Au lac Saint-Louis, les bas niveaux d'eau affectent différemment les infrastructures selon leur localisation. Par exemple, les rives de l'île Perrot sont particulièrement touchées par les bas niveaux d'eau. Ainsi, le profil des embarcations qui circulent sur le lac témoigne du fait qu'une proportion importante de la flotte ne peut naviguer (ou difficilement) lorsque la hauteur de l'eau à quai est de moins de quatre pieds. Par ailleurs, les hauts niveaux d'eau n'entravent pas la navigation, mais peuvent frapper les installations et modifier le paysage lacustre.

L'étude des impacts des variations des niveaux d'eau s'appuie entre autres sur l'élaboration de plusieurs scénarios. Les scénarios 5 et 6 représentent des conditions de hauteur d'eau à peu près optimales, alors que les scénarios 1 à 3 (fin de l'été 1999 et 2001) sont problématiques pour la majorité des embarcations. Le scénario 8 de haut niveau d'eau, équivalent aux inondations de 1974 et 1976, ne pose toutefois pas un problème majeur pour la navigation.

Les personnes touchées par les variations des niveaux d'eau, tant les exploitants de marinas que les plaisanciers, y réagissent par l'adoption de mesures d'adaptation. Ce comportement permet de réduire la sensibilité aux variations des niveaux d'eau jusqu'à un degré, appelé « seuil de vulnérabilité ».

L'adaptation à une situation s'appuie le plus souvent sur des comportements hérités du passé et prend la forme d'un ajustement graduel à la fois individuel (celui de la personne touchée) et sectoriel (celui des opérations de plaisance). Les mesures prises laissent entrevoir l'ampleur du problème d'adaptation dans un contexte plus général de gestion intégrée de l'eau et de développement durable du territoire, ce qui comprend également les questions de conservation et de protection de l'environnement en plus de celles des usages.

Abstract

Recreational boating is one of the St. Lawrence River's least known activities, particularly regarding the constraints posed by water-level fluctuations. This report contains a synthesis of available data on the subject and proposes an analytical method that considers the problem of climate change. Thus, the "impact and adaptation" perspective has been chosen to guide the reflection on the sensitivity and vulnerability of pleasure boating to normal and extreme water-level conditions.

The impact of low water levels on the riparian infrastructure of Lake Saint-Louis depends on its location. For example, the Île Perrot shoreline is particularly vulnerable to low water levels. Thus, because of the type of boats on the lake, most boats cannot navigate or encounter difficulty when water depth at the dock is less than four feet. High water-levels do not hinder navigation, but may strike facilities and change the waterscape of the lake.

The study of the impacts of water-level fluctuations is based in part on the development of several proposals. Scenarios 5 and 6 do represent nearly ideal water depths, while scenarios 1, 2 and 3 (end of summer 1999 and 2001) are usually problematic for most boats. However, high-water-level scenario 8, similar to the flooding of 1974 and 1976, does not represent a major problem for navigation.

People affected by water-level fluctuations, such as marina owners and recreational boaters, react by taking various adaptive measures. This behaviour enables them to decrease their sensitivity to water-level fluctuations to a point called the "vulnerability threshold".

Adaptation to a situation is usually based on past behaviour and manifests itself as a gradual individual (affected person) and sectoral (recreational boating operations) adjustment. The measures taken show how big the adaptation problem can be in a the wider context of integrated water management and sustainable development, including environmental conservation and protection considerations as well as uses.

Table des matières

	AVANT-PROPOS	V
	RÉSUMÉ	VII
	ABSTRACT	VIII
	LISTE DES FIGURES	XI
	LISTE DES TABLEAUX	XII
1	INTRODUCTION	1
2	CHANGEMENT DE COMPORTEMENTS, SENSIBILITÉ, ADAPTATION ET VULNÉRABILITÉ	3
2.1	Le changement de comportement	3
2.2	La sensibilité au changement	4
2.3	L'adaptation	5
2.4	La vulnérabilité	7
3	APPROCHE D'ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ ET DE LA VULNÉRABILITÉ DE LA PLAISANCE AUX VARIATIONS DE NIVEAUX D'EAU	10
3.1	La sensibilité physique et les données de terrain	10
3.2	La sélection des accès nautiques représentatifs	11
3.3	La sélection des niveaux d'eau de référence	14
3.4	La démarche de simulation	16
3.5	La détermination de seuils de sensibilité	19
3.6	La représentation à deux échelles (micro et macro analyses)	23
3.7	La vulnérabilité et le profil des adaptations	23
4	L'ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ PHYSIQUE DE LA PLAISANCE AUX NIVEAUX D'EAU	25
4.1	La sensibilité des accès nautiques	25
4.2	La sensibilité et le contexte récent de bas niveaux d'eau	32
5	LE PROFIL DES ADAPTATIONS ET LA VULNÉRABILITÉ	39
5.1	Les adaptations historiques des exploitants de services nautiques	39
5.2	La vulnérabilité vue sous l'angle des pertes et des coûts d'adaptation	42
5.2.1	Les pertes de revenus pour les exploitants de services nautiques	42
5.2.2	Les coûts supplémentaires des mesures d'adaptation des exploitants	43
5.2.3	Les coûts supplémentaires de l'accès par les rampes de mise à l'eau et les quais publics	44

5.2.4	Les coûts supplémentaires de sécurité publique	45
5.3	Les adaptations du point de vue des usagers	46
5.4	Les adaptations et la vulnérabilité	51
6	CONCLUSION	54
	RÉFÉRENCES	56
	ANNEXE CARTOGRAPHIQUE	63

Liste des figures

1	Accès nautiques répertoriés en 1999 et 2000	12
2	Localisation des sites retenus pour les simulations au lac Saint-Louis	18
3	Contraintes pour la plaisance de divers scénarios de bas et de hauts niveaux au printemps (avril-juin) à quelques sites sélectionnés	27
4	Contraintes pour la plaisance du scénario de bas niveaux extrêmes au printemps (avril-juin)	30
5	Contraintes pour la plaisance du scénario de hauts niveaux extrêmes au printemps (avril-juin)	31

Liste des tableaux

1	Identification des sites selon leur degré de sensibilité et leur relative utilité pour les simulations	13
2	Données hydrodynamiques de base pour les simulations	15
3	Besoins des embarcations (tirant d'eau) pour l'ensemble du lac Saint-Louis (à partir des embarcations fréquentant les accès nautiques)	20
4	Répartition des points de mesure selon le degré de sensibilité des sites et divers scénarios de référence de débits et niveaux (lac Saint-Louis – rives nord et sud)	26
5	Répartition des points de mesure selon le degré de sensibilité des sites et selon les divers scénarios de référence de débits et niveaux (lac Saint-Louis – île Perrot)	28
6	Relations entre la hauteur d'eau et les indicateurs d'impact	37
7	Options d'adaptation préférées par 23 répondants selon trois itérations successives	41
8	Problèmes perçus relativement à la baisse des niveaux d'eau, selon la région	47
9	Problèmes de la baisse des niveaux perçus par les plaisanciers et par les résidents de la région métropolitaine	47
10	Type d'impact de la baisse des niveaux d'eau pour les résidents de la région métropolitaine	48
11	Démarches des résidents de la région métropolitaine relatives à la baisse des niveaux d'eau	49
12	Démarches adoptées relativement à la baisse des niveaux d'eau selon le type d'embarcation	50
13	Mesures liées à la baisse des niveaux d'eau selon le type d'embarcation des résidents de la région métropolitaine	51

1 Introduction

Les changements climatiques constituent l'un des enjeux majeurs auquel le Saint-Laurent, comme d'autres cours d'eau, risque d'être confronté. Ces changements viennent modifier les paramètres de base sur lesquels plusieurs usages sont fondés. Parmi ces paramètres, le niveau de l'eau demeure particulièrement critique. L'accent porté sur la gestion des niveaux d'eau par la Commission mixte internationale (CMI) témoigne d'ailleurs de l'intérêt que représente cette variable dans un contexte plus global d'usages multiples du bassin Grands Lacs–Saint-Laurent.

Parmi les divers usages susceptibles d'être particulièrement sensibles, la CMI reconnaît les composantes environnementales et la plaisance comme étant insuffisamment documentées. Le présent rapport tente d'apporter un premier éclairage sur le cas de la plaisance, les autres aspects étant abordés par plusieurs autres chercheurs du Centre Saint-Laurent et du Service météorologique du Canada de la région du Québec.

Partant du constat qu'il existe un lien entre le climat et les variations de niveaux d'eau, l'analyse porte sur les effets des variations de niveaux sur la plaisance, en mettant l'accent particulièrement sur la problématique des services nautiques et sur la capacité des exploitants et gérants de marinas à s'adapter aux variations des niveaux d'eau, de même que sur la perception des utilisateurs (plaisanciers), deux catégories d'intervenants distincts.

Compte tenu des particularités biophysiques du Saint-Laurent, il est nécessaire d'en faire une évaluation qui respecte ces limites. Le lac Saint-Louis est à la fois une unité biogéographique distincte et un lieu particulièrement important pour le maintien des activités de plaisance. Ce territoire s'avère particulièrement favorable à l'exploration des incidences des variations de niveaux d'eau sur ce secteur qui concernent à la fois les gérants et exploitants de services nautiques et les plaisanciers.

Dans un premier temps et pour délimiter le contexte d'évaluation et d'analyse, il est nécessaire de faire un rappel des notions de sensibilité et d'adaptation à partir desquelles on peut mieux préciser l'importance relative de la contrainte des niveaux d'eau pour les plaisanciers (chapitre 2). Ceci nous amène ensuite à définir une démarche qui aborde en séquence la question de la sensibilité aux niveaux d'eau et la vulnérabilité (chapitre 3). L'accent est ensuite mis sur les

résultats découlant de l'évaluation de la sensibilité (chapitre 4) et relatifs au profil des adaptations (chapitre 5). La correspondance que l'on peut faire entre la sensibilité et les adaptations permet alors de dégager le cadre de la vulnérabilité. Enfin, on conclut par les principaux constats et les implications pour l'intégration avec les autres composantes (chapitre 6).

2 Changement de comportements, sensibilité, adaptation et vulnérabilité

Au cours de la dernière décennie, de multiples efforts ont été déployés pour préciser certaines notions rattachées aux effets des changements climatiques, en amont de la question des variations de niveaux d'eau. Ces notions inspirées des études des incidences environnementales et des sciences de l'ingénierie ont contribué à façonner un nouveau vocabulaire qui fait appel désormais aux sciences sociales et humaines. À ce titre, la problématique générale du changement et de l'adaptation a un lien étroit avec les sciences du comportement et particulièrement avec l'approche behavioriste développée dans les années 1940 et 1950 aux États-Unis. C'est l'approche préconisée notamment par le IPCC (2001a) lorsqu'il aborde l'enjeu de l'adaptation en lien avec les *stimuli* climatiques.

Ce lien entre le comportement et les stimuli du milieu est bien défini par la notion de sensibilité qui rend compte du poids relatif des contraintes environnementales pour les divers intervenants. Par ailleurs, la « réponse » aux stimuli est interprétée sous l'angle de l'adaptation, adaptation comportementale certes, mais qui implique aussi une dimension cognitive dans la mesure où les individus analysent la situation, choisissent une option et en évaluent la portée. Les choix des options d'adaptation sont alors révélateurs des orientations préférentielles des comportements relativement aux contraintes comme les changements climatiques et les variations de niveaux d'eau et donnent une indication relative de la vulnérabilité des intervenants à de tels changements. Le concept de vulnérabilité rend possible cette jonction entre réaction et décision, ce qui permet d'évoluer d'une vision mécanique à une vision plus socio-économique de l'adaptation.

2.1 LE CHANGEMENT DE COMPORTEMENT

Le changement de comportement dans le contexte des variations de niveaux d'eau repose en général sur la conception que les variations de niveaux d'eau agissent comme un stimulus ou un ensemble de stimuli qui provoquent une réaction comportementale particulière ou un ensemble de comportements spécifiques modulés par divers facteurs. La manière dont les humains réagissent aux variations environnementales, et plus particulièrement aux variations des

niveaux d'eau, n'est toutefois pas univoque, linéaire et facilement prévisible. On a d'ailleurs reconnu il y a longtemps que les variables individualisées, les variables liées à la situation et la dynamique des interactions sociales viennent moduler le lien entre le stimulus (appelons-le pression environnementale) et la réaction (O'Riordan, 1977).

Un spectre de comportements peut ainsi se dégager de l'expérience particulière des individus, de leurs motivations et attitudes (Fishbein et Azjen, 1980; Fisher, 1994) encadrées en général par des croyances et des valeurs (Weber, 1997), reliées par exemple à l'esthétique du plan d'eau, et de leur compréhension et leur connaissance rationalisées de la dynamique environnementale du plan d'eau (Jaffe et Al-Jayyousi, 2002).

Dans un contexte plus opérationnel, les attitudes et comportements sont souvent orientés de manière intéressée par les avantages et inconvénients de choix connus et par le risque des conséquences qui s'y rattachent¹. L'enjeu est alors de déterminer au préalable la sensibilité relative des intervenants à la contrainte des niveaux d'eau qui pose effectivement un risque pour la navigation et les opérations commerciales.

2.2 LA SENSIBILITÉ AU CHANGEMENT

Le régime hydrologique, les changements climatiques et la gestion des niveaux d'eau en amont ainsi que les usages du bassin sont autant d'éléments qui viennent définir la sensibilité particulière du plan d'eau (RNC, 2002), qui s'exprime en général par un manque ou un excès d'eau (Bruce *et al.*, 2000) et un risque relatif selon l'usage. Pour les plaisanciers et les exploitants de marinas et autres services, cela s'exprime par des difficultés potentielles d'opération et de manoeuvre des embarcations.

Mais qu'est-ce qui détermine cette sensibilité? On peut évoquer trois variables centrales que l'on retrouve incidemment dans l'analyse d'incidences environnementales (André *et al.*, 1999). Ces variables sont l'*ampleur* de l'impact des variations de niveaux d'eau (p. ex., niveaux extrêmes), la *fréquence* des impacts (réurrence, régularité ou non) et la particularité du *lieu* (p. ex., configuration du lit et des rives, configuration des infrastructures et nature de l'usage favorisé). La sensibilité, une notion qui rend compte d'un impact potentiel avant qu'un dommage

¹ Certains individus ont une forte aversion pour le risque (Bruce *et al.*, 1996), alors que d'autres tendent à prendre davantage de risques, et certains, à adopter une attitude plutôt neutre à l'égard du risque (Duckstein et Goicoechea, 1994). Par ailleurs, certains

réel puisse être observé et qu'il y ait adaptation (Olmos, 2001), prend un sens éminemment géographique et temporel dans le contexte de variations des niveaux d'eau. Selon les services offerts, le type d'embarcations favorisé, la nature des infrastructures (mobiles ou fixes) et la localisation en rive (zone profonde ou non) ainsi que la durée de la saison, un gérant de marina sera plus ou moins sensible aux variations de niveau. Par conséquent, la sensibilité dépend du contexte et peut s'exprimer à divers degrés. Il faut donc préciser en quoi et jusqu'à quel point la plaisance est sensible aux variations des niveaux d'eau.

2.3 L'ADAPTATION

Selon le degré relatif de sensibilité aux variations de niveaux d'eau, on peut observer ou non un comportement particulier d'adaptation. Dans le contexte de la plaisance au lac Saint-Louis, l'adaptation est une réaction récurrente des gérants et exploitants de marinas et des usagers aux contraintes imposées par les niveaux d'eau dans le but d'en atténuer les conséquences négatives. La récurrence des réactions dont il est question correspond en fait à un processus continu d'ajustement comportemental aux variations des conditions environnementales (IPCC, 2001a). Ce processus est généralement lent, particulièrement si ces variations sont jugées faibles dans le temps ou si leurs effets sont peu perceptibles (Cairns, 1997). La plupart du temps, les changements escomptés sont graduels ou, lorsqu'ils sont soudains, de faible portée (Howlett, 2001).

Il existe de multiples manières de s'adapter et aucune typologie ne rend pleinement compte de cette variabilité. De manière générale, Hirschman (1992) a identifié trois options comportementales de base en situation de changement et d'incertitude économique et politique : intégrer le changement (*adaptation*), fuir ou quitter (*exit*) ou prendre position (*voice*) et exiger réparation. L'IPCC (2001a) pour sa part situe l'adaptation selon six options de gestion du risque, à savoir :

- éviter le risque/se retirer;
- s'accommoder ou tolérer le risque;
- se protéger contre les effets ou les dommages;
- prévenir les effets ou les dommages;

mécanismes institutionnels (p. ex., indemnisations) et privés (p. ex., assurances) peuvent orienter la manière dont on gère le risque (Godard *et al.*, 2002).

- répartir les effets ou les dommages;
- restaurer les dommages.

Cette seconde typologie constitue un bon point de départ pour mieux préciser la dynamique de l'adaptation dans un contexte décisionnel. Cela dit, l'échelle ou le niveau décisionnel où prend forme l'adaptation s'avèrent cruciaux. En effet, prévenir les effets pourrait impliquer de s'attaquer à la réduction des gaz à effet de serre qui perturbent le climat, soit en amont du problème des niveaux d'eau (Bergeron *et al.*, 1997). Dans la documentation, on trouve d'ailleurs à cet effet toute une série d'options d'atténuation (*mitigation*) (voir IPCC, 2001b; 2001c). Dans le cas présent, on s'intéresse principalement aux adaptations « locales » qui ne relèvent pas des politiques publiques plus générales de prévention ou de protection des infrastructures et équipements (Jansen *et al.*, 1991).

Dans ce contexte et si on reprend les termes précédents en les appliquant à l'échelle locale, on en arrive à un questionnement plus précis sur la portée des adaptations. Ainsi, on peut comprendre que *s'accommoder au risque ou le tolérer* consiste à procéder à des adaptations mineures qui permettent le maintien des activités tout en assumant le coût supplémentaire qu'impliquent ces adaptations, par exemple, le fait de déplacer les quais à l'intérieur des limites de la marina. Autre réaction, *se protéger contre les effets et les dommages* peut supposer que l'on puisse procéder à des adaptations plus importantes, par exemple, le creusage du chenal d'entrée de la marina qui s'avère souvent un lieu de passage critique en cas de bas niveaux (Zins Beuchesne et Associés, 2002a; 2002b; McCullough and Associates and Diane Mackie and Associates, 2002a; 2002b). *Prévenir les effets ou les dommages* impliquerait une action en amont, par exemple la révision de la conception de la marina avec un dragage extensif ou inversement, en favorisant les embarcations à plus faible tirant d'eau (innovations techniques relatives aux coques, aux moteurs, etc.). *Répartir les effets ou les dommages* pourrait signifier la collaboration active d'un autre intervenant qui assume une partie des coûts et responsabilités. Par exemple, dans le cas où la Garde côtière assure la sécurité accrue du plan d'eau, le coût de l'adaptation (et la gestion du risque d'incident ou d'accident) est alors partagé avec cet organisme public. *Restaurer les dommages* consisterait enfin à reconstruire, le cas échéant, la même installation en un même lieu (ou tout près) afin d'assurer et de maintenir le même usage. Enfin, une dernière « adaptation » est le *retrait ou l'abandon* de l'activité.

La *capacité d'adaptation* réfère pour sa part aux ressources mobilisées qui supportent les choix d'adaptation. Cette capacité s'appuie sur les ressources disponibles, à savoir la somme des connaissances individuelles et collectives acquises (p. ex., appréciation de l'ampleur des variations de niveaux et reconnaissance des impacts), le savoir-faire (p. ex., les habiletés d'opération et de manoeuvre) et la technologie existante (p. ex., le repérage spatial à l'aide de GPS, l'identification de hauts-fonds à l'aide d'un échosondeur), les ressources financières et matérielles disponibles (p. ex. la situation financière des exploitants des accès nautiques) et la résilience de l'*hydrosystème* (p. ex., les autres apports hydrologiques qui viennent compenser une baisse de niveaux en amont).

La capacité d'adaptation peut également être comprise sous l'angle de l'autonomie et de la capacité d'agir en regard des besoins exprimés (INSPQ, 2002) et s'articuler autour de réponses individuelles ou communautaires, autonomes et privées, ou encore institutionnelles (IPCC, 2001a). Ces réponses peuvent aussi être plus centralisées, plus axées sur le marché ou plus fortement mobilisatrices des collectivités (Marjolein et Rotmans, 2002). La récurrence dans le temps et sur le territoire de certaines d'entre elles conduit à définir un *mode d'adaptation* propre à la plaine. L'examen du type de mesures adoptées et de la régularité de ces mesures dans le temps et l'espace permet empiriquement de mieux circonscrire ce mode. Notons par ailleurs que ce mode d'adaptation plus localisé s'inscrit toutefois dans un cadre plus vaste, soit un régime de gestion multiple du système Grands Lacs–Saint-Laurent au sein duquel plusieurs modes sectoriels d'adaptation peuvent cohabiter. Plusieurs exemples de ces modes d'adaptation sont présentés et décrits par rapport à des intérêts particuliers dans *Les mesures destinées à atténuer les conséquences néfastes des fluctuations de niveaux d'eau du Saint-Laurent et des Grands Lacs* (CMI, 1993).

2.4 LA VULNÉRABILITÉ

Un mode d'adaptation efficace peut atténuer les impacts d'une contrainte comme la fluctuation des niveaux d'eau. Mais il y a une limite objective à l'adaptation qui demeure toujours une réaction partielle à une situation, décalée dans le temps ou dans l'espace. Par conséquent, il y a toujours une part irréductible d'effets résiduels ou de perte résiduelle. L'importance relative de ces effets ou de cette perte par rapport à la capacité effective

d'adaptation constitue la *vulnérabilité* du système socio-environnemental. La vulnérabilité ne peut donc être évaluée que sous l'angle des adaptations possibles et probables des individus et des institutions. Et c'est dans la gestion des effets non désirés ou des dommages possibles que réside la vulnérabilité (IPCC, 2001b ; 2001c), et particulièrement dans la capacité d'atténuation des dommages en situation extrême.

Compte tenu du peu d'avancées réalisées dans le domaine des adaptations (Olmos, 2001; RNC, 2002), et en particulier des usages comme la plaisance, il faut au préalable préciser la relation qui existe entre le régime hydrologique et la sensibilité des usages. Ensuite, il s'agit de déterminer la diversité des adaptations des intervenants de la plaisance relativement aux niveaux d'eau. Peu d'études ont couvert ce champ, et l'une de celles qui s'approchent le plus de cette problématique évite de remettre en question la durabilité des adaptations (voir Planning and Zoning Center Inc., Michigan State University Department of Parks, Recreation and Tourism Resources and EPIC-MRA, 2001). L'établissement du profil des adaptations reste à faire.

Le profil des adaptations est le premier pas vers la reconnaissance de la vulnérabilité (Burton *et al.*, 2002; RNC,2002). La vulnérabilité est difficile à établir dans la mesure où les exploitants de services nautiques témoignent de facto d'une certaine adaptation aux plans d'eau. En fait, il faut pouvoir saisir l'évolution des adaptations à la lumière de situations vécues de niveaux extrêmes, et ce, tant par les mesures prises que par celles qui ont été envisagées. Dans l'établissement du profil des adaptations, il faut aussi pouvoir aller au-delà d'un jugement sur le statut adapté ou non d'une mesure particulière. Les comportements adoptés sont en effet tributaires de diverses contraintes telles qu'une expertise variable et des informations manquantes ou biaisées, des ressources humaines et financières limitées, des mécanismes de communication plus ou moins efficaces, des règles et contrôles externes plus ou moins rigides (Friedberg, 1993).

En fait et de manière plus pragmatique, la question pour la plaisance à court et à moyen termes est plutôt de savoir dans quelle mesure la flotte actuelle, en tenant compte des caractéristiques des infrastructures, de leur localisation particulière et des adaptations en cours de la part des usagers et des exploitants de marinas et de leurs attentes respectives, peut résister à des situations extrêmes dans le cadre spécifique du lac Saint-Louis. C'est cette question qui oriente le présent travail qui demeure, somme toute, sectoriel et limité. En effet, il faudra à plus long terme considérer les effets indirects liés à la quantité d'eau et aux autres effets climatiques qui viennent

moduler l'activité (IPCC, 1998), de même que les impacts secondaires découlant des adaptations privilégiées sur l'écosystème et les autres usagers du plan d'eau dans une perspective de gestion intégrée.

Pour répondre à la question de la vulnérabilité de la plaisance, il faut pouvoir procéder selon une certaine linéarité de relations qui met en évidence à la fois les éléments de la sensibilité de l'usage et des adaptations déployées par les intervenants concernés. L'hypothèse exploratoire retenue est à l'effet qu'une étude spécifique de la sensibilité physique aux variations d'un plan d'eau, comme le lac Saint-Louis, doit se coupler à l'examen des adaptations pour mieux comprendre ce que représente la vulnérabilité d'un secteur, comme la plaisance, à une échelle locale.

3 Approche d'évaluation de la sensibilité et de la vulnérabilité de la plaisance aux variations de niveaux d'eau

L'analyse de sensibilité et de vulnérabilité de la plaisance aux variations de niveaux d'eau est abordée dans la perspective d'une intégration des considérations d'ordre physique et socio-économique. Les variations de niveaux d'eau, résultant des changements climatiques, sont ainsi observées par le biais de leurs incidences sur l'accessibilité des infrastructures et l'utilisation du plan d'eau à des fins de navigation de plaisance. Cette démarche permet de mieux situer la sensibilité en tenant compte des différentes échelles d'impact propres au lac Saint-Louis. En effet, il y a l'impact ressenti au niveau du service nautique (micro) et l'impact évalué à l'échelle du plan d'eau (mésos ou macros). Le premier type d'impact touche surtout les exploitants et gérants de services nautiques, alors que le second concerne la communauté des plaisanciers. La détermination de scénarios de référence ainsi que de seuils de sensibilité permet aussi de mieux fixer les paramètres de l'évaluation. En complément, l'établissement d'un profil des adaptations permet de qualifier le degré de vulnérabilité du secteur de la plaisance découlant des comportements des intervenants.

3.1 LA SENSIBILITÉ PHYSIQUE ET LES DONNÉES DE TERRAIN

Pour répondre aux conditions de l'hypothèse précédemment posée, il faut d'abord trouver comment la sensibilité du secteur de la plaisance peut être déterminée par rapport aux variations des niveaux d'eau.

Dans un premier temps, il s'agit donc d'établir des relations entre les niveaux d'eau sur la base de seuils de référence et les infrastructures en place le long du lac Saint-Louis. Cette relation est un premier pas vers une intégration plus poussée de type niveau-usage. Il est possible de se référer à des données physiques de terrain (hauteur d'eau à différents points de mesure) que l'on peut rapporter sur une base commune en fonction de la hauteur d'eau de référence (stations hydrométriques), normalisées selon un standard reconnu et à jour, soit la cote IGLD (*International Great Lakes Datum*) de 1985. Le fait de posséder des données de terrain à un moment où les niveaux étaient particulièrement bas (été 1999) permet de plus l'identification

d'accès potentiellement problématiques, en considérant les faibles profondeurs observées, la présence de plantes aquatiques abondantes ou d'infrastructures peu mobiles.

De manière complémentaire, on doit aussi tenir compte de la particularité des rampes d'accès à l'eau qui sont une composante de la fréquentation des plans d'eau. Les rampes sont utilisées essentiellement par de petites embarcations à faible tirant d'eau. Cela dit, elles peuvent s'avérer contraignantes lorsque le niveau d'eau est au plus bas de la rampe et lorsque la pente du plan d'eau limite les manoeuvres de mise à l'eau et de retrait d'une embarcation. À la hausse, la contrainte s'exerce lorsque le niveau ennoie la rampe (ce qui s'avère moins probable qu'un problème de niveau à la baisse dans le cas du Saint-Laurent en aval de Cornwall).

3.2 LA SÉLECTION DES ACCÈS NAUTIQUES REPRÉSENTATIFS

Dans le cas du plan d'eau, il est possible de prendre en compte simultanément l'ensemble des rives du lac Saint-Louis. Il n'y a pas a priori de problèmes techniques particuliers, à l'exception de celui de la densité relative des points de mesure (niveau de précision) à divers endroits dans le lac. Pour ce qui est des accès nautiques, il n'en va pas de même. Chaque site présente des particularités propres à son emplacement, d'où la difficulté de généraliser les résultats à cette échelle. Dans ce cas, c'est plutôt la représentativité relative par sous-secteurs géographiques ou par groupes d'accès qui apparaît pertinente. Il faut donc avoir des critères de sélection et de classification des accès.

Le premier critère retenu s'appuie sur des visites de terrain où il a été possible d'identifier certains sites plus fragiles et d'autres qui le sont moins par rapport aux hauteurs d'eau. De manière à tenir compte de cette variabilité géographique, trois degrés de sensibilité (un très sensible aux variations de niveaux, un moyennement sensible et un peu sensible) sont retenus comme représentatifs de la variabilité à l'intérieur du lac Saint-Louis. Il est possible d'identifier des sites déjà jugés potentiellement sensibles d'après un inventaire de terrain réalisé au cours des étés (juillet et août) de 1999 et de 2000 sur les situations de bas niveaux (figure 1). Lors des études de terrain, une évaluation des contraintes d'accès a été réalisée de manière à pouvoir sélectionner les accès selon leur degré de sensibilité pour des analyses et simulations ultérieures.

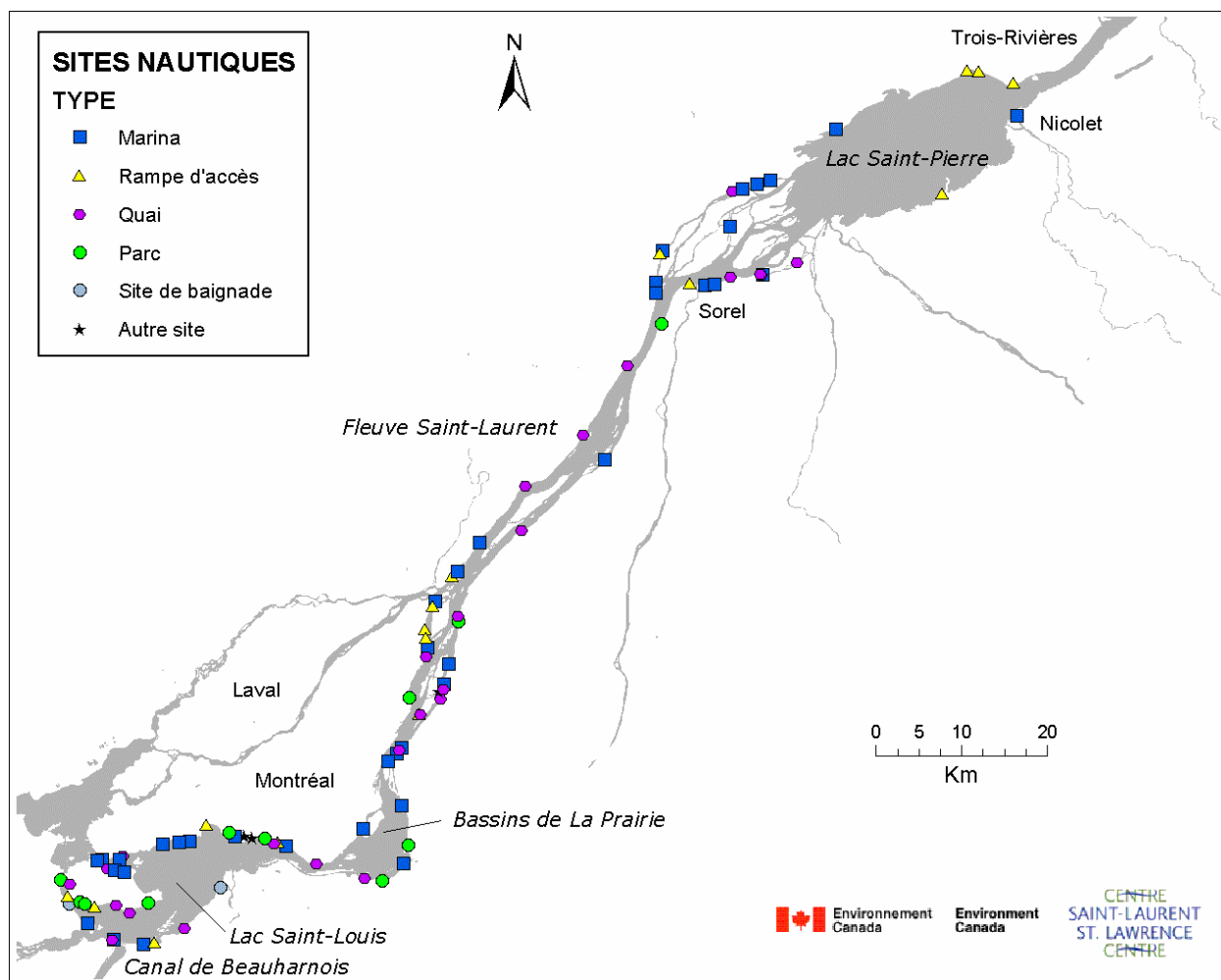


Figure 1 Accès nautiques répertoriés en 1999 et 2000

La classification des accès selon divers degrés de sensibilité couvre l'ensemble des marinas et clubs de voile, en plus des autres services recensés comme clubs de canoë et pourvoiries autour du lac (tableau 1). Sur ce territoire, un site n'a pas été répertorié, soit une nouvelle marina qui a ouvert ses portes à l'été 2002 et qui est localisée à l'intérieur du secteur du canal de Lachine (vers le Vieux-Port). En fait, il s'agit d'un site totalement aménagé à la faveur de la réouverture du canal de Lachine.

Tableau 1
Identification des sites selon leur degré de sensibilité
et leur relative utilité pour les simulations

Accès nautique	Rive	Nombre de points de mesure
COTE DE SENSIBILITÉ ÉLEVÉE		
Yacht Club Royal Saint-Laurent	Nord	Élevé
Yacht Club de Baie d'Urfé	Nord	Élevé
Marina Pointe-des-Cascades	Ouest	Moyen
Marina Melocheville Inc.	Ouest	Moyen
Marina Île Perrot	Île	Élevé
Centre nautique de Châteauguay	Sud	Faible
<i>Pourvoirie Chez Aumais (île Perrot)</i>	<i>Île</i>	<i>Faible</i>
COTE DE SENSIBILITÉ MOYENNE		
Yacht Club de Pointe-Claire	Nord	Très élevé
Yacht Club de Beaconsfield	Nord	Très élevé
Yacht Club Lord Reading	Nord	Élevé
Club nautique Île Perrot	Île	Moyen
COTE DE SENSIBILITÉ FAIBLE		
Club de canoë de Lachine	Nord	Faible
Association de voiles des Escadrilles canadiennes de plaisance	Nord	Faible
Club de canoë de Pointe-Claire	Nord	Élevé
Marine Sainte-Anne	Nord	Moyen
Port de plaisance de Lachine	Nord	Très élevé
Marina de Beauharnois	Sud	Élevé
Marina Allard (L'Île-Perrot)	Île	Faible
Boating Club de Baie d'Urfé	Nord	Élevé
Centre Notre-Dame-de-Fatima (île Perrot)	Île	Moyen

Note. – Sont indiqués en gras les sites où le nombre de points de mesure justifie plus un exercice de modélisation, et ce, en tenant compte de chaque plan d'eau. L'italique désigne les accès relatifs aux services de pourvoirie.

Il faut ensuite voir comment sont distribués ces sites dans l'espace (en rive ou en milieu insulaire) par rapport au plan d'eau (deuxième critère). Enfin, il faut identifier les sites avec un nombre minimal de points de mesure de la hauteur d'eau pour faciliter la modélisation et les

simulations subséquentes (troisième critère). À cette fin, quatre catégories de nombres de points ont été établies pour mieux départager les accès :

- moins de 5 points de mesure (faible nombre);
- 6 à 10 points de mesure (nombre moyen);
- 11 à 20 points de mesure (nombre élevé);
- plus de 20 points de mesure (nombre très élevé).

Le tableau 1 présente ainsi un certain nombre de sites représentatifs des trois classes de sensibilité retenues à partir des études de terrain. Les sites en caractères gras ont été retenus pour les exercices de modélisation.

3.3 LA SÉLECTION DES NIVEAUX D'EAU DE RÉFÉRENCE

De manière à mieux refléter la diversité des conditions de niveaux d'eau, l'analyse de sensibilité implique de moduler les conditions de référence qui s'appliquent au niveau de l'eau du lac afin de voir comment cette sensibilité répond à diverses conditions hydrodynamiques. Cette analyse s'appuie particulièrement sur la modélisation hydrodynamique développée à ce jour dans le cadre des travaux du Service météorologique du Canada. Voici quelques éléments de base de cette modélisation.

La définition des scénarios de référence fixe dans un premier temps la portée du modèle selon la gamme des débits du fleuve. Le travail de Morin et Bouchard (2001) constitue un premier travail de synthèse utile à la présente démarche (tableau 2). Ces scénarios sont établis sur une base probabiliste puisque, pour un débit donné, on observe une variance liée à diverses autres conditions (apports, vents, vagues, frottement, etc.). Cela permet de faire ressortir les situations réelles ou potentielles de niveaux d'eau. Les scénarios les plus probables et les plus courants demeurent toutefois dans la fourchette entre le troisième scénario à partir du haut du tableau 2 (occurrence $\frac{1}{2}$) et le sixième (occurrence $\frac{1}{3}$). Les autres scénarios correspondent à des situations plus rares et à des niveaux d'eau plus extrêmes. Aux fins de simulations, on peut ainsi comparer les situations les plus courantes aux situations les plus extrêmes.

Tableau 2
Données hydrodynamiques de base pour les simulations

Scénario n°	Scénario (récence par an)	Débit des scénarios (m ³ /s) Station de LaSalle	Station de Pointe-Claire (cote d'élévation, m)*	Correspondance saisonnière (probabilité d'occurrence d'après des observations)		
				Printemps	Été	Automne
8	1/7 000**	14 531	a.d.	73 %	a.d.	a.d.
7	1/16	13 174	a.d.	75 %	a.d.	a.d.
6	1/2	11 396	21,96	78 %	a.d.	a.d.
5		10 102	21,71	82 %	86 %	85 %
4	1/1	8 304	21,20	83 %	89 %	88 %
3	1/3	6 997	20,71	80 %	89 %	88 %
2	1/70	5 740	a.d.	a.d.	89 %	88 %
1	1/10 000*	4 572	a.d.	a.d.	92 %	a.d.

Source : Adapté de Morin et Bouchard, 2001.

* Les cotes d'élévation correspondant à cette station clé du lac Saint-Louis sont préliminaires en attendant des résultats plus complets.

** Pour ces situations extrêmes, il s'agit du ratio des valeurs minimales et maximales, basé sur la moyenne journalière du débit. a.d. : aucune donnée.

Note. – L'écart entre les scénarios varie selon qu'il s'agit de hauts niveaux (2500 à 3000 m³/s) ou de bas niveaux (1500 m³/s).

Outre les données de base, il faut avoir une idée de la transposition des débits en niveaux. Les données des stations hydrométriques de référence, localisées en divers points le long du fleuve, s'appliquent aux secteurs considérés par l'analyse; une station de débit à LaSalle complète les stations hydrométriques de Pointe-Claire et de Sainte-Anne-de-Belleuve notamment. De plus, on dispose de quelques-unes de ces relations, particulièrement pour deux saisons qui sont aussi les plus achalandées pour la plaisance. Les données de printemps et d'été correspondent assez bien à la haute saison nautique, même si dans les faits il y a encore de l'activité à l'automne.

Évidemment, d'autres facteurs peuvent faire varier les niveaux : l'abondance de plantes aquatiques, la vitesse et la direction des vents ou encore le type de substrat. À maints égards, le modèle permet d'ajouter des précisions pour ces paramètres. Un indice de frottement est particulièrement utile pour simuler la présence d'une abondance de plantes aquatiques dans le milieu et l'effet sur le niveau en aval (par exemple, le long de la rive nord du lac Saint-Louis). Cette variation attribuable à divers facteurs peut avoir pour conséquence de moduler le niveau en

aval par un écart pouvant aller jusqu'à 20 cm sur une dizaine de kilomètres (J. Morin, communication personnelle, 2002).

La situation au lac Saint-Louis est d'ailleurs particulière puisque ce plan d'eau reçoit également de l'eau provenant de la rivière des Outaouais. De manière générale, le débit qui traverse le canal de Soulanges ou le canal Sainte-Anne n'est pas important (885 à 900 m³/s en moyenne entre 1962 et 1989 et entre 1981 et 1989), ce qui représente en moyenne un peu plus de 10 p. 100 du débit provenant du fleuve, et ce, pour la même période (Fortin *et al.*, 1994). Toutefois, le débit de la rivière des Outaouais peut varier d'aussi peu que 306 m³/s à autant que 8190 m³/s, ce qui modifie l'impact sur le lac Saint-Louis. Cela dit, les scénarios retenus représentent une bonne approximation des conditions les plus probables qui peuvent s'appliquer au lac Saint-Louis.

3.4 LA DÉMARCHE DE SIMULATION

À l'échelle des accès nautiques particuliers, l'évaluation a été faite selon une extrapolation linéaire, suivant le travail précédemment amorcé par Renou *et al.* (2001) sans référence au modèle hydrodynamique comme tel.

Par contre, à l'échelle du lac, il a été possible de le modéliser selon deux dimensions (superficie et profondeur), ce qui a permis une appréciation d'ensemble de la configuration du plan d'eau. Dans ce second cas, le modèle hydrodynamique² peut prédire localement la hauteur d'eau, la vitesse d'écoulement moyenne sur la verticale et la surface mouillée pour des événements cibles (débits) pour lesquels on ne possède pas de mesures de terrain. Il s'agit en fait d'un modèle construit à partir d'un ensemble structuré de relations établies selon des principes physiques gouvernant un certain nombre de processus en interaction qui affectent le comportement de distribution latérale et horizontale (2D) de l'eau de surface du Saint-Laurent pour la portion eau douce (voir « Document Modeleur 1.01a01 », *Modeleur/Hydrosim, guide*

² Le modèle est constitué d'une grille d'éléments finis sur laquelle les équations de l'hydrodynamique sont résolues. Les relations utilisées à l'intérieur du logiciel HYDROSIM sont les équations de Saint-Venant. Celles-ci représentent mathématiquement l'écoulement, en tenant compte de la conservation de la masse et de la quantité de mouvement. La topographie de la région à l'étude est assemblée point par point sur le maillage à éléments finis à l'aide du logiciel MODELEUR et elle est par la suite interpolée entre chaque point du maillage afin de pouvoir l'utiliser dans le calcul numérique. Le modèle tient aussi compte du substrat en le transposant en coefficient de Manning, qui est un indice du frottement exercé par le lit de la rivière sur la masse d'eau (Rioux, 2000).

d'utilisation, INRS, 1999). Ce modèle est de type « couvrant-découvrant » puisqu'il peut déterminer la position du littoral du cours d'eau en fonction du débit. Cette caractéristique du modèle est utile lorsque (presque toujours) le milieu possède des frontières mobiles (estuaires à marée, rivières, fleuves) où l'aire mouillée par l'écoulement sera influencée par le régime hydrologique ou le niveau d'eau.

Sur la base de ce modèle, la simulation est d'abord démarrée en y intégrant les conditions limites de débits et de niveaux du tronçon à l'étude. Dès qu'il y a convergence des calculs numériques, les résultats sont analysés, et s'il y a divergence entre les résultats numériques et les valeurs mesurées, certains paramètres numériques, tels que la turbulence et la viscosité de l'eau, sont modifiés afin d'en arriver à des résultats qui représentent le plus la réalité (Rioux, 2000).

À la lumière de la présente analyse et des données disponibles sélectionnées, un travail de révision des données est effectué. Dans le cas de la modélisation, l'utilisation de données complémentaires recueillies par le Service hydrographique du Canada est aussi nécessaire, et dans certains cas, le maillage du plan d'eau doit être modifié pour assurer une cohérence spatiale.

Dans un second temps, les points sont reportés dans l'espace en tenant compte de la sensibilité initiale des accès. Afin de mieux se situer dans l'espace, on retrouve à la figure 2 un profil général des accès nautiques qui sert de base à la sélection des sites particuliers retenus pour les premières simulations. Les impacts modélisés se concentrent sur les marinas et les clubs de yacht où les problèmes sont les plus évidents et où les répercussions économiques sont susceptibles d'être les plus élevées. La figure 2 indique aussi la localisation des accès particuliers retenus en fonction de leur sensibilité et du nombre de points de mesure permettant les simulations, comme précisé à la section 3.2. Chaque tronçon du territoire à l'étude est présenté sous la forme d'écran (zoom) tel qu'il apparaît dans MODELEUR, puis de carte agrandie qui situe un peu mieux dans l'espace les sites retenus pour la modélisation.

Cette représentation relativement statique cache toutefois le maillage élaboré du territoire utilisé dans l'application du modèle HYDROSIM ou, dans le cas du lac Saint-Louis, la multiplicité des points de mesure considérés au sein des zones géographiques des marinas et autres services nautiques retenus.

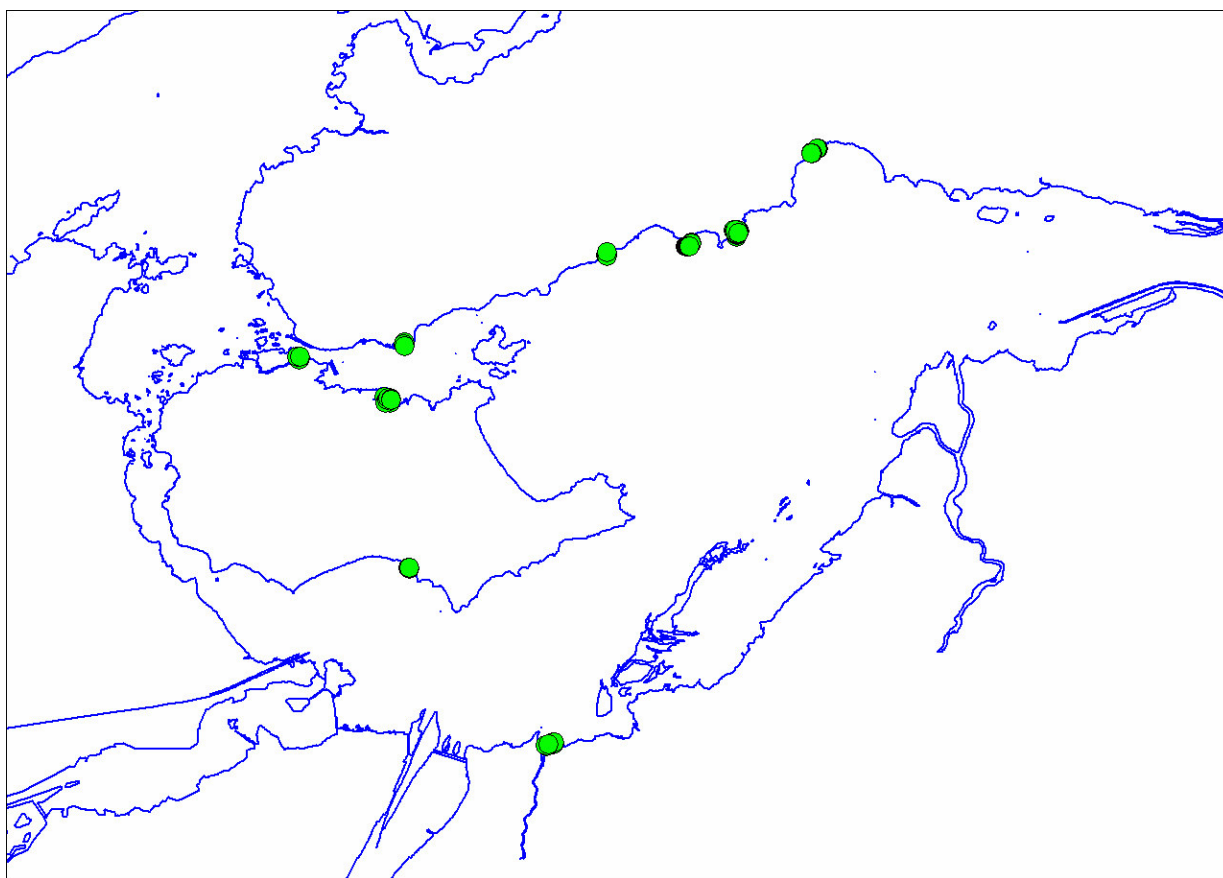


Figure 2 Localisation des sites retenus pour les simulations au lac Saint-Louis

Dans le cas des simulations linéaires (1D) et 2D, les mêmes scénarios de référence sont utilisés dans tous les cas afin de faciliter la comparaison en distinguant cependant la situation de printemps (d'avril à juin), soit avant la croissance des plantes aquatiques, et la situation d'été, lorsque la situation devient plus difficile à cause de la croissance des plantes aquatiques (de juillet à septembre). Parmi les huit scénarios de référence, seulement quatre (vers les bas niveaux) s'appliquent pour les conditions estivales. Compte tenu de l'absence de données pertinentes, l'exercice ne peut être fait pour les scénarios 1 et 2. Par contre, il est possible de considérer les scénarios 3, 4 et 5 comme reflétant des situations de bas niveaux et le scénario 6 comme celui d'une année relativement « normale ».

3.5 LA DÉTERMINATION DE SEUILS DE SENSIBILITÉ

En complément aux données relatives à la contrainte de niveau d'eau, il faut pouvoir établir des seuils de sensibilité propres à l'usage, et ce, à l'échelle des accès et du plan d'eau. Le tirant d'eau exigé selon le profil des embarcations est donc retenu comme indicateur de la demande de niveau d'eau. De manière générale, les besoins exprimés sous l'angle du tirant d'eau des embarcations qui utilisent un accès nautique varient selon le type d'embarcation, les non motorisés exigeant généralement un plus fort tirant d'eau. Le lac Saint-Louis s'apparente à un plan d'eau dominé par des embarcations non motorisées, avec un besoin de 1,2 m (4 pieds) d'eau que l'on peut considérer comme une limite inférieure absolue quant aux niveaux d'eau. Si l'on ajoute une marge de sécurité de 30 cm, c'est un seuil de 1,5 m (5 pieds d'eau) que chaque accès devrait assurer dans ce secteur en particulier.

Sur la base d'une enquête réalisée auprès des exploitants et gérants de services nautiques (Zins Beauchesne et Associés, 2002a; 200b) à laquelle le premier auteur a contribué, il est possible d'établir une relation entre les besoins en tirant d'eau et la proportion d'embarcations pouvant circuler selon la contrainte de hauteur d'eau (tirant d'eau, sans marge de sécurité). Sur la base de cette enquête, on peut estimer à 2780 le nombre total d'embarcations pouvant fréquenter les accès nautiques au lac Saint-Louis. Le tableau 3 précise la relation entre le besoin en tirant d'eau établi sur la base de la flotte du lac Saint-Louis et le pourcentage d'embarcations ayant ou non des difficultés de navigation sans référence toutefois à une marge de sécurité.

Pour appuyer davantage ces données, l'évaluation faite aux États-Unis relativement à la hauteur d'eau minimale sécuritaire dans un chenal de navigation pour la plaisance est la suivante (Tobiasson et Kollmeyer, 2002, p. 302) :

- 1,2 m (4 pieds) pour les embarcations de moins de 30 pieds (motorisées et non motorisées);
- 2,1 à 2,55 m (7 à 8,5 pieds) pour les embarcations motorisées de 30 à 60 pieds;
- 2,7 à 4,35 m (9 à 14,5 pieds) pour les voiliers de 30 à 60 pieds;
- 2,7 m (9 pieds) pour les plus gros motorisés (65 pieds);
- 4,65 m (15,5 pieds) pour les plus gros voiliers (65 pieds).

Cette évaluation tient compte d'une marge de sécurité de 90 cm (3 pieds) au minimum sous le tirant d'eau, ce qui représente une situation conservatrice. Il y a donc une certaine

convergence entre les deux approches quant à la détermination des « besoins » en hauteur d'eau, tout au moins en situation de bas niveaux.

Tableau 3
Besoins des embarcations (tirant d'eau) pour l'ensemble du lac Saint-Louis
(à partir des embarcations fréquentant les accès nautiques)

Tirant d'eau (pieds)	Embarcations motorisées dont les besoins sont satisfaits (%)	Embarcations non motorisées dont les besoins sont satisfaits (%)	Toutes les embarcations du lac Saint-Louis (%)
2,5	50	0	28
3,0	77	0	43
3,5	89	0	48
4,0	94	68	83
4,5	100	68	86
5,0	100	68	86
5,5	100	87	96
6,0	100	95	99
6,5	100	98	99
7,0	100	100	100

Note. – La trame gris pâle indique l'atteinte d'une règle de majorité absolue (> 66,6 p. 100) quant à la satisfaction des besoins de tirant d'eau. La trame gris foncé indique une réponse des besoins en tirant d'eau pour l'ensemble de la flotte. Les pourcentages sont cumulatifs : plus le tirant d'eau est élevé, plus le nombre d'embarcations qui peuvent naviguer (en principe) est élevé.

Par ailleurs, une enquête préliminaire réalisée en 2000 et relative à l'été 1999 (13 répondants pour le lac Saint-Louis) révélait que malgré la difficulté de bien estimer la hauteur d'eau, les répondants n'en avaient pas moins indiqué la hauteur d'eau qu'ils jugeaient idéale sous la forme de fourchettes de valeurs. Cette hauteur se situerait pour la majorité entre 1,8 et 2,4 m (6 et 8 pieds) (Boudier et Bibeault, 2001). La plage de hauteurs d'eau « idéale » peut également être perçue comme étant la plage de plein potentiel d'usage (100 p. 100 des quais utilisables) sans contrainte. Compte tenu de la flotte, il est donc raisonnable de penser que cette fourchette de hauteurs d'eau est en effet assez près des besoins pour ce qui est du tirant d'eau et qu'elle permet de mieux préciser les préférences de niveau. Par conséquent et aux fins de l'analyse de sensibilité

aux niveaux d'eau, on peut établir un certain nombre de classes de sensibilité à partir des besoins conjugués de la flotte et des exploitants des accès nautiques.

Hauteur d'eau à quai	
Bas niveaux	0 à 90 cm (0-3 pi) = critique (alerte rouge)
	90 cm à 1,2 m (3-4 pi) = minimale (alerte orange)
	1,2 à 1,8 m (4-6 pi) = passable (avertissement jaune)
Niveaux optimaux	1,8 à 2,4 m (6-8 pi) = idéale (passage facilité - signe vert)
Hauts niveaux	2,4 à 3,5 m (8-11 pi 8 po) = passable (avertissement jaune)
	3,5 à 3,8 m (11 pi 8 po à 12 pi 8 po) = minimale (alerte orange)
	plus de 3,8 m (12 pi 8 po) = critique (alerte rouge)

Ces classes illustrent aussi une certaine asymétrie qui existe entre une situation de bas niveaux et de hauts niveaux pour la plaisance au lac Saint-Louis. L'impact des bas niveaux est en effet plus important que celui des hauts niveaux, à l'inverse du lac Ontario (voir McCullough and Associates and Diane Mackie and Associates, 2002a; 2002b). Dans le cas des bas niveaux, si une profondeur de 1,8 à 2,4 m (6 à 8 pieds) correspond à la zone optimale, la portion 0,9 à 1,8 m (3 à 6 pieds) présente deux catégories distinctes, 1,2 m (4 pieds) étant un seuil minimal acceptable. Par ailleurs, les hauts niveaux ont un impact sur les infrastructures mais une incidence faible ou nulle sur les embarcations (d'où l'absence de décroissance dans le nombre de navires affectés par les hauts niveaux).

Pour simplifier l'exercice, trois classes de couleurs contrastées (vert, jaune et rouge) ont été retenues. La proportion relative des points dans chaque catégorie permet alors une lecture d'ensemble de la condition des accès sur la base de ces catégories.

Dans le cas des rampes d'accès, il est toutefois plus difficile de déterminer les seuils de sensibilité. De manière générale, lorsque le niveau se situe entre le haut et le bas de la pente de la rive, on peut assumer que l'accès demeure fonctionnel et que les manoeuvres de mise à l'eau ne présentent pas de problèmes particuliers. Les problèmes se posent lorsque le niveau se situe hors de ces limites. La sensibilité dépend alors de la pente naturelle de la rive qui complète la rampe

d'accès. Dans certains cas, la pente naturelle de la rive prolonge la pente de la rampe, n'entravant que très peu la manoeuvre de mise à l'eau. Dans d'autres cas, la coupure est nette, et la mise à l'eau est impossible. Cette évaluation devrait idéalement se faire au cas par cas.

Cela dit, on a pu noter durant l'été 1999 que plusieurs rampes étaient entièrement à sec en juillet et en août, la ligne d'eau étant parfois à quelques mètres de distance du point le plus bas de la rampe. À ce propos, une distance d'un mètre entre la ligne du bas de la pente de la rive et la ligne d'eau s'avère souvent problématique. Par ailleurs, les critères de sécurité, plus conservateurs dans la conception des chenaux et divers accès nautiques aux États-Unis, indiquent une hauteur d'eau de 30 cm au-dessus de la ligne de bas de pente, limite pouvant être repoussée jusqu'à 60 cm au-dessus de cette même ligne.

Pour les hauts niveaux, il est encore plus difficile de se prononcer, bien qu'aux États-Unis on observe, comme seuil de conception des rampes, le maintien d'une hauteur de 60 cm (2 pi) à sec au-dessus des plus hauts niveaux jamais observés. Cela dit, le haut de la pente de la rive est souvent associé à une élévation qui correspond à l'espace de stationnement des voitures ou du quai à partir duquel elle est construite. Tout porte à croire que si le niveau d'eau dépasse le haut de la pente, il y a un risque pour la mise à l'eau, bien que ce risque varie selon l'aménagement adjacent.

Près des deux tiers des usagers du plan d'eau utilisent une rampe de préférence à une marina ou un club nautique (estimation basée sur Gardner Pinfold Consulting, 2003, à l'échelle du lac Saint-Louis jusqu'au lac saint-Pierre). Ceux-ci possèdent en général une petite embarcation qui nécessite un faible tirant d'eau. Ces usagers utilisent une rampe parce qu'elle est plus pratique, qu'elle permet un accès à proximité de la résidence et qu'elle est en plus gratuite (il n'y a pas de frais d'utilisation d'une rampe publique). Advenant un problème au niveau de la rampe, le plaisancier a toujours la possibilité d'utiliser une marina avec un accès tarifé, là où également la rampe est mieux adaptée aux bas niveaux. À cet égard, la contrainte qui se pose au niveau des accès nautiques peut constituer une bonne approximation de la situation des plaisanciers pour l'ensemble du lac.

3.6 LA REPRÉSENTATION À DEUX ÉCHELLES (MICRO ET MACRO ANALYSES)

L'analyse de sensibilité implique dans le cas présent une représentation à deux échelles afin de tenir compte des divers degrés de contraintes imposés par les niveaux d'eau (scénarios). Une représentation à l'échelle des marinas et du plan d'eau se révèle être complémentaire dans la mesure où la représentation de l'espace demeure différente selon le point de vue de l'exploitant d'un service (contrainte très forte) et celui de l'usager, plus mobile à l'intérieur du plan d'eau (contrainte moins forte).

Pour assurer une cohérence des résultats et pour bien situer le poids relatif des contraintes, nous nous sommes inspirés d'une cotation par couleur (trois couleurs), basée sur la flotte et les besoins en tirant d'eau. Ces besoins demeurent pertinents à l'intérieur et à l'extérieur (plan d'eau) des services nautiques. Cette même cotation est utilisée pour chaque simulation et permet ainsi de mieux apprécier l'évolution des effets de la contrainte des niveaux d'eau d'un scénario à l'autre. Plus précisément, nous nous sommes appuyés sur une représentation de type SIG sur le système ARCVIEW (voir l'exemple de Renou *et al.*, 2001) et sur l'interface associée au système de simulation MODELEUR (voir Rioux, 2000).

3.7 LA VULNÉRABILITÉ ET LE PROFIL DES ADAPTATIONS

La vulnérabilité ne peut être évaluée directement. En effet, puisqu'elle découle de la capacité relative d'adaptation, il faut au préalable avoir défini une approche d'évaluation de l'adaptation. À cet égard et de manière assez ouverte, le profil des adaptations est privilégié comme approche. Ce profil peut donner une indication quant au type d'adaptation identifié (typologie), la récurrence des adaptations et leur généralisation pour un groupe d'intervenants donnés, en l'occurrence les exploitants et gérants de services nautiques d'une part, et les usagers d'autre part.

Trois aspects de l'adaptation sont particulièrement recherchés, soit les pratiques courantes ou usuelles, celles moins courantes et plus innovatrices déjà en place et celles qui sont envisagées à l'avenir par les intervenants. Ce profil vise à dégager une direction préférentielle des adaptations, ce qui permettrait de mieux préciser la vulnérabilité à des situations extrêmes. Dans un contexte incertain, Marjolein et Rijkens-Klomp (2002) indiquent qu'il existe souvent un cheminement critique (*pathway*) dans l'enchaînement des adaptations qui oriente le

développement futur des activités. Sur le plan méthodologique donc, la capacité et le mode d'adaptation peuvent être déduits des comportements passés, des comportements d'autres exploitants aux prises avec des circonstances similaires et, dans une moindre mesure, des intentions des intervenants en ce qui a trait aux adaptations ultérieures.

Ce qui devrait ressortir de manière inductive de la vulnérabilité est que l'on pourra mettre en évidence dans quelle mesure il y a renforcement des comportements historiques plus usuels (décisions prises dans un cadre limité, Friedberg, 1993) ou, au contraire, plus novateurs et capables d'intégrer un plus grand nombre de contraintes (Schon et Argyris, 1978; Argyris, 1990). C'est dans ce contexte que l'on pourra poser le problème normatif souvent évoqué de la « bonne » adaptation (RNC, 2002).

4 L'évaluation de la sensibilité physique de la plaisance aux niveaux d'eau

L'évaluation de la sensibilité physique s'appuie sur l'impact sélectif des divers scénarios de niveaux d'eau en tenant compte des répercussions spatiales à l'échelle des accès nautiques sélectionnés et du plan d'eau dans son ensemble. Les constatations du présent chapitre indiquent l'impact possible des conditions climatiques extrêmes dans la mesure où ces dernières sont reflétées dans les variations de niveaux de l'eau du fleuve Saint-Laurent en général et dans celles de niveaux du lac Saint-Louis en particulier.

4.1 LA SENSIBILITÉ DES ACCÈS NAUTIQUES

Les mesures de hauteur d'eau prises aux divers sites et reportées en fonction des contraintes de navigation (tirant d'eau) donnent une indication de l'accessibilité relative des quais. Les chiffres présentés aux tableaux 4 et 5, qui correspondent aux mesures en divers points représentatifs de l'espace occupé par les services nautiques, révèlent, en termes de proportion, la superficie impropre à la navigation.

Sur la base de cette estimation, la première constatation que l'on peut faire à partir des conditions hydrologiques est l'absence de problèmes importants dans les situations de hauts niveaux (scénarios 6, 7 et 8, été et printemps) pour les cinq sites sélectionnés de la rive nord du lac Saint-Louis (tableau 4). La Marina de Beauharnois, en rive sud, est l'exception. La plupart des accès nautiques sont d'une certaine manière déjà partiellement adaptés aux fluctuations régulières des niveaux d'eau en possédant des quais mobiles.

Le second constat, en particulier pour la rive nord (tableau 4), est l'émergence de problèmes de bas niveaux à partir de la situation 3P, ce qui s'avère conforme à la vocation des accès, une bonne part de la flotte (voiliers) nécessitant un fort tirant d'eau. Ainsi, le Club de canoë de Pointe-Claire semble particulièrement sensible à la hauteur d'eau aux quais pour les embarcations. Dans ce cas, une connaissance plus précise du site permet de nuancer la situation dans la mesure où le site et ses quais mobiles sont d'abord utilisés par des embarcations à faible tirant d'eau (contrairement au profil moyen applicable à l'ensemble du plan d'eau).

Les deux autres sites plus sensibles, soit le Yacht Club de Beaconsfield et le Yacht Club de Pointe-Claire (figure 3), présentent un profil similaire de sensibilité. À partir des scénarios 3P et 3E, ils connaissent certains problèmes, davantage prononcés avec les scénarios 2P et 1P (on peut penser que les scénarios d'été 1E et 2E, si on pouvait y avoir accès, indiqueraient une sensibilité très élevée pour ces deux sites).

Tableau 4
Répartition des points de mesure selon le degré de sensibilité des sites et divers scénarios de référence de débits et niveaux (lac Saint-Louis – rives nord et sud)

Nom du site	Cote de sensibilité	Scénarios de printemps								Scénarios d'été			
		1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	3E	4E	5E	6E
Yacht Club de Baie d'Urfé	Rouge	a.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Orange	a.d.	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Jaune	a.d.	0	4	0	0	4	4	3	4	0	0	4
	Vert	a.d.	0	0	4	4	0	0	0	0	4	4	0
Yacht Club de Beaconsfield	Rouge	a.d.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Orange	a.d.	5	4	0	0	0	0	1	5	0	0	0
	Jaune	a.d.	1	7	8	0	8	11	10	6	8	0	6
	Vert	a.d.	0	0	3	11	3	0	0	0	3	11	5
Yacht Club de Pointe-Claire	Rouge	a.d.	11	3	0	0	1	3	5	3	0	0	1
	Orange	a.d.	3	6	2	0	2	2	1	6	1	0	1
	Jaune	a.d.	3	6	10	3	9	15	14	6	11	3	9
	Vert	a.d.	3	5	8	17	8	0	0	5	8	17	9
Yacht Club Lord Reading	Rouge	a.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Orange	a.d.	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Jaune	a.d.	1	5	0	0	5	5	4	5	0	0	5
	Vert	a.d.	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0
Club de canoë de Pointe-Claire	Rouge	a.d.	5	3	0	0	0	0	0	3	0	0	1
	Orange	a.d.	0	2	1	0	0	0	0	2	1	0	0
	Jaune	a.d.	0	0	4	2	0	4	5	0	4	2	0
	Vert	a.d.	0	0	0	3	5	1	0	0	0	3	4
Marina de Beauharnois	Rouge	a.d.	3	3	2	0	4	3	4	3	2	0	3
	Orange	a.d.	1	0	1	1	1	1	2	0	1	1	1
	Jaune	a.d.	3	2	0	2	4	-	1	2	0	2	5
	Vert	a.d.	2	4	6	6	0	3	2	4	6	6	0

Source : Résultats des simulations en une dimension (1D) réalisées par D. Rioux.

a.d. : aucune donnée.

Le Yacht Club de Baie d'Urfé et le Yacht Club Lord Reading présentent un profil légèrement moins sensible aux scénarios de bas niveaux, mais le même profil en situation de hauts niveaux (figure 3). Enfin, le seul site en rive sud (Marina de Beauharnois) présente un degré de sensibilité relativement plus élevé. Ce site s'avère potentiellement sensible aux bas et aux hauts niveaux, les scénarios 5P, 5E et 6P pouvant être qualifiés de préférables. Selon qu'on se trouve en rive nord ou en rive sud, l'incidence des variations de niveaux d'eau n'est donc pas la même.

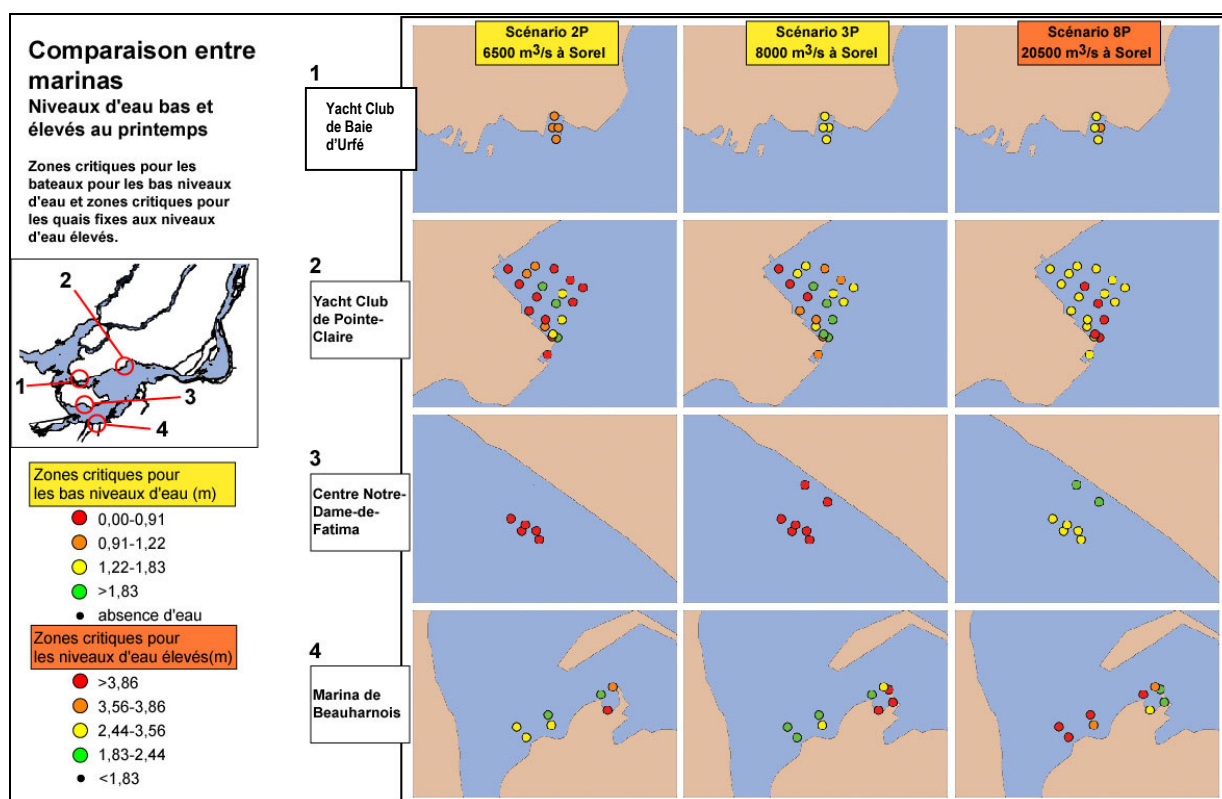


Figure 3 Contraintes pour la plaisance de divers scénarios de bas et de hauts niveaux au printemps (avril-juin) à quelques sites sélectionnés

L'autre endroit qui présente une particularité propre est le pourtour de l'île Perrot (tableau 5). Dans ce cas, le nombre limité de points de mesure pour l'analyse de la sensibilité aux différents scénarios exagère les résultats. Il faut être particulièrement prudent à cet égard.

Dans le tableau 5, les deux sites où le nombre de points de mesure est le plus élevé présentent un profil de sensibilité assez similaire. La Marina Île Perrot s'avère un peu moins sensible aux scénarios de bas niveaux et peu sensible aux cas de hauts niveaux. Le Centre Notre-Dame-de-Fatima semble très sensible aux bas niveaux et assez sensible aux hauts niveaux, du moins en été (6E). Dans le cas des bas niveaux, l'inventaire de terrain a révélé que le site était localisé dans un secteur où le niveau était particulièrement bas durant l'été 1999, et la pente naturelle donnant accès au site, très faible.

Tableau 5
Répartition des points de mesure selon le degré de sensibilité des sites et selon les divers scénarios de référence de débits et niveaux (lac Saint-Louis – île Perrot)

Nom du site	Cote de sensibilité	Scénarios de printemps								Scénarios d'été			
		1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	3E	4E	5E	6E
Marina Allard	Rouge	a.d.	2	2	2	1	3	2	3	2	2	2	2
	Orange	a.d.	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
	Jaune	a.d.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Vert	a.d.	1	2	2	2	0	1	1	2	2	2	0
Marina Île Perrot	Rouge	a.d.	7	2	0	0	0	0	2	4	0	0	1
	Orange	a.d.	1	4	1	0	0	2	0	3	1	0	0
	Jaune	a.d.	2	3	6	2	5	7	8	2	6	2	3
	Vert	a.d.	0	1	3	8	5	1	0	1	3	8	6
Centre Notre-Dame-de-Fatima	Rouge	a.d.	7	7	2	0	2	0	0	7	2	0	3
	Orange	a.d.	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0
	Jaune	a.d.	0	0	0	7	0	3	5	0	0	7	0
	Vert	a.d.	0	0	0	0	5	4	2	0	0	0	4

Source : Résultats des simulations 1D réalisées par D. Rioux.

a.d. : aucune donnée.

Le troisième cas, celui de la Marina Allard avec très peu de points de mesure, est plus problématique. On remarque que l'écart entre les scénarios ne permet pas de trouver un scénario optimal ou satisfaisant pour l'accès. Bien qu'un tel scénario puisse se situer entre le 5P et 6P et entre le 5E et 6E, il est impossible d'en déterminer le débit optimal. En ce qui concerne l'île Perrot, compte tenu de la petite taille des accès, nous avons préféré observer l'impact, malgré le

faible nombre de points de mesure, plutôt que de ne pas faire l'exercice, les visites de terrain en 1999 et l'examen visuel ayant montré le problème de bas niveaux pour cette île.

De manière générale pour le lac Saint-Louis, en excluant les cas plus difficiles, il est possible de déterminer que le maintien des conditions de niveaux et débits près d'un scénario 5 (printemps et été) permettrait de limiter l'impact des variations de niveaux au lac Saint-Louis. Le maintien d'une fourchette un peu plus large pour inclure le scénario 4 ne causerait pas de problèmes importants en rive nord mais aurait un effet possiblement plus négatif en rive sud et pour certains sites le long de l'île Perrot.

Dans l'hypothèse où les scénarios extrêmes seraient plus fréquents, on observe par contre une modification marquée du paysage aquatique, modification sans doute plus notable au printemps pour les hauts niveaux et à la fin de l'été dans le cas des bas niveaux. La figure 4 donne un aperçu des contraintes imposées au passage des embarcations (scénario 1P) dans le cas de bas niveaux extrêmes, même en l'absence de plantes aquatiques. On observe la trame en rouge qui représente des conditions de hauteur d'eau particulièrement critiques pour les embarcations, notamment dans le secteur de la baie de Valois (rive nord de la pointe est de l'île Perrot, le canal à proximité de la municipalité Les Cèdres et dans le secteur des îles de la Paix en rive sud).

L'image qui ressort dans l'ensemble est celle d'un lac peuplé d'îlots qui exigerait de la part des plaisanciers une connaissance encore plus fine des hauts-fonds et une meilleure maîtrise des embarcations. De plus, on observe que la communication du lac Saint-Louis vers les écluses de Sainte-Anne-de-Bellevue et le lac des Deux Montagnes ou, en rive sud vers les marinas de la rivière Chateauguay, serait plus difficile et obligerait les navigateurs à respecter les limites du chenal de navigation. Les problèmes de faibles hauteurs d'eau s'étendant à des zones plus vastes que les seuls espaces des accès nautiques exigeraient une action concertée au-delà de ces seuls espaces. À noter que cette situation est pour l'instant limitée à une période restreinte dans l'année, et aucune donnée ne permet encore d'envisager avec précision la durée que l'on pourrait attribuer à ces scénarios.

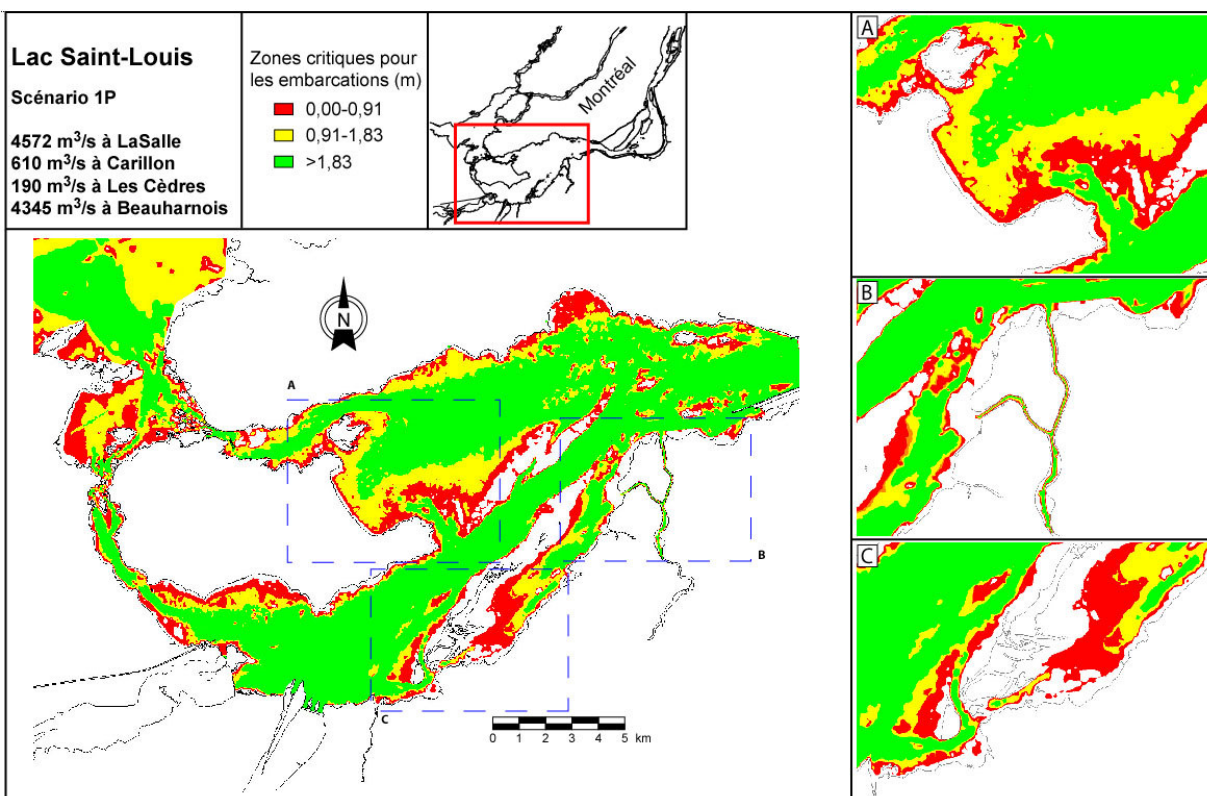


Figure 4 Contraintes pour la plaisance du scénario de bas niveaux extrêmes au printemps (avril-juin)

À la figure 5, c'est la situation de hauts niveaux extrêmes que l'on peut observer avec des problèmes potentiels d'inondation des installations fixes (scénario 8P), une situation qui s'est par ailleurs produite au printemps des années 1974 et 1976. L'embouchure de la rivière Châteauguay, plusieurs secteurs de l'île Perrot, la rive nord à Dorval et Lachine sont autant d'endroits menacés du point de vue des infrastructures fixes. Les scénarios de hauts niveaux (7P et 8P) faciliteraient par contre la communication et le passage des embarcations dans tous les secteurs, certaines pouvant même circuler au-dessus du secteur actuel occupé par les îles de la Paix. Les liens avec le secteur du lac des Deux Montagnes et de la rivière Châteauguay seraient aussi facilités, le problème de niveaux d'eau étant alors plutôt du domaine des zones inondées, notamment en rive nord vers Dorval et Lachine, à divers endroits de l'île Perrot (pointe de Brucy, Notre-Dame-de-l'Île-Perrot en rive est et pointe au Sable en rive ouest), à Vaudreuil et dans le secteur de l'île Saint-Bernard et de Maple Grove en rive sud.

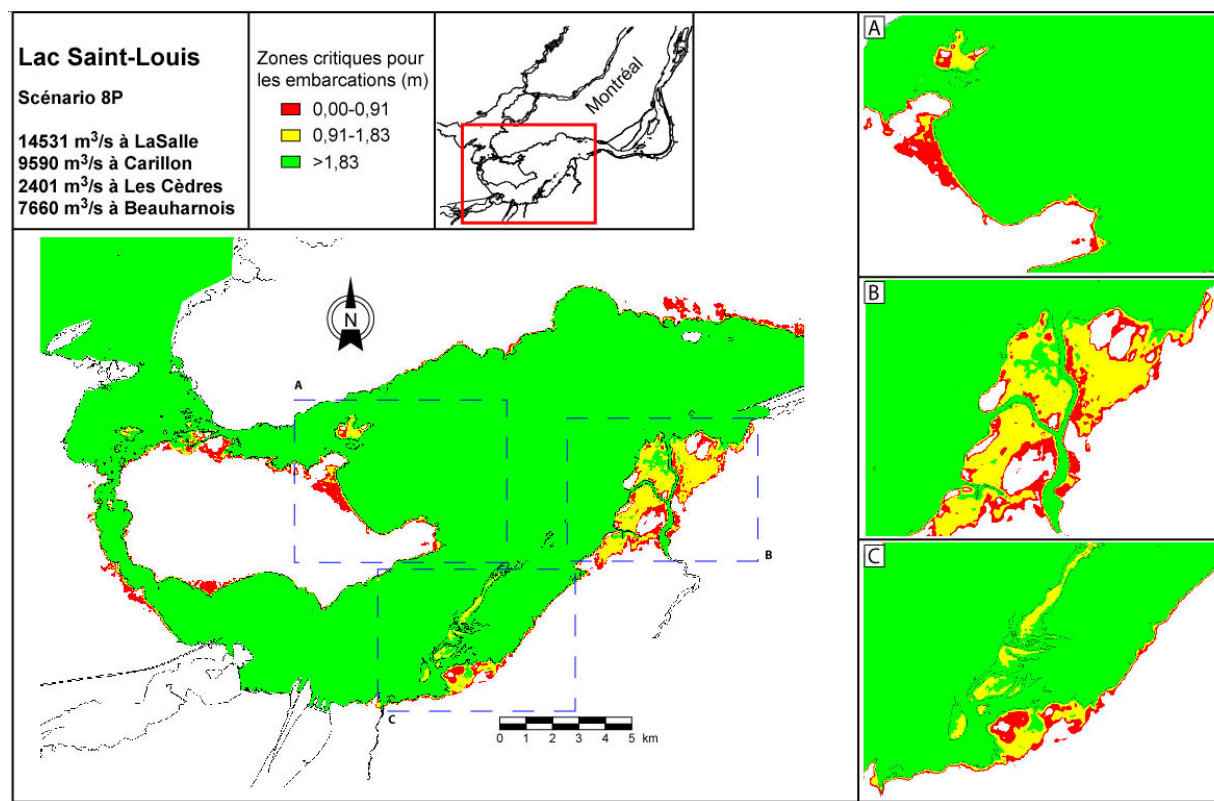


Figure 5 Contraintes pour la plaisance du scénario de hauts niveaux extrêmes au printemps (avril-juin)

Dans un contexte de changements climatiques où le niveau du fleuve tendrait (en moyenne) vers une baisse, le scénario 8, déjà rare par le passé (deux fois au cours des trois dernières décennies), serait encore moins probable. De plus, le fait que la majorité des infrastructures sont mobiles et que les plaisanciers ont le choix d'une diversité d'accès, leur sensibilité relative demeure moindre que dans le cas des bas niveaux. À la lumière de ces simulations, il y a en fait une forte asymétrie entre les effets possibles des extrêmes de hauts niveaux et de bas niveaux pour le secteur de la plaisance.

À la lueur des plus récentes simulations climatiques, le scénario 1 de très bas niveaux demeure toutefois peu plausible à court ou moyen terme, les scénarios 2 et 3 étant plus probables. Alors que l'hypothèse de bas niveaux supposait initialement une baisse possible de 40 p. 100 du débit à la sortie des Grands Lacs (Mortsch *et al.*, 2000; Slivitzky, 1997), les données récentes de la modélisation CGCM1 et HadCM2 appliquée aux Grands Lacs indiquent une plus grande

variabilité des estimations. Ces projections pourraient néanmoins signifier pour le lac Saint-Louis des niveaux aussi bas qu'un mètre sous le zéro de la carte marine (19,44 m selon le CGCM1) ou un peu moins de 10 cm sous le même zéro des cartes (20,33 m selon HadCM2) en 2030 (tableau 10 présenté par Lofgren *et al.*, 2002).

Mais même dans le cas le plus optimiste (scénario Hadley) et à la lumière des données d'enquête, moins de 50 p. 100 des bateaux de la flotte pourraient circuler sur le lac Saint-Louis et avoir accès aux quais tels qu'ils sont localisés actuellement. Dans le pire des cas, pratiquement aucune embarcation ne pourrait utiliser les accès actuels. Des simulations plus récentes, initiées sous l'égide de la Commission mixte internationale (données non encore publiées), pourraient indiquer des situations peut-être moins extrêmes.

Sans discuter des mérites respectifs de chaque scénario dans un contexte où les incertitudes sont grandes, on constate que dans les situations de bas niveaux, l'impact serait très important sur la plaisance au lac Saint-Louis (considérant aussi les autres obligations d'usages que doit rencontrer le plan de régularisation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent 1958-D de la CMI). Les mesures d'adaptation adoptées peuvent en partie limiter la vulnérabilité aux extrêmes au-delà d'un certain seuil qui correspond approximativement aux situations de bas niveaux vécues à la fin des étés 1999 et 2001 et au scénario 3 utilisé lors des simulations. Dans le cas des hauts niveaux, il y a par contre plus de flexibilité, et le seuil maximal s'avère plus difficile à dégager sur la base des préférences exprimées. La ligne des inondations de récurrence 1-100 ans, qui s'applique en particulier aux bâtiments, constituerait probablement une meilleure indication de la tolérance aux hauts niveaux.

4.2 LA SENSIBILITÉ ET LE CONTEXTE RÉCENT DE BAS NIVEAUX D'EAU

En complément à l'évaluation de la sensibilité physique, il est possible de dresser un portrait de l'année de référence 2001 qui correspond à une année de très bas niveaux, proche du scénario 3E. Pour le lac Saint-Louis, la grande majorité des exploitants et gérants de services nautiques ont participé à une enquête (16/20) visant spécifiquement l'identification des contraintes d'opération pour les services nautiques. Malgré le petit nombre de répondants, les données peuvent cependant être considérées très représentatives du secteur du lac Saint-Louis.

Voici quelques constats de base qui découlent de l'enquête principale (Zins Beauchesne et Associés, 2002a ; 2002b) :

Accueil

- On comptait 20 accès (marina, yacht club ou autre accès nautique) autour du lac Saint-Louis;
- comprenant 139 places en moyenne par accès (16 répondants pour le lac Saint-Louis sur 18 au total);
- avec une capacité d'accueil de 2780 places (2224 places pour 16 répondants sur 18);
- cette capacité d'accueil était relativement stable au cours des cinq années financières 1996-2001, bien que certains (4 répondants sur 16) prévoyaient l'augmenter (prévisions pour 2002-2004);
- la desserte est assurée essentiellement par des quais mobiles (99,4 p. 100);
- tous les accès ont une rampe de mise à l'eau sur le site même ou à proximité;
- la saison dure 22,1 semaines en moyenne (varie de moins de 21 semaines à plus de 24 semaines) et est généralement stable dans le temps (par rapport aux quatre années financières précédant la période de 2000-2001).

Attrait

- Une majorité offre des installations d'entreposage pour l'hiver (environ 22 répondants sur 34) et du carburant (17 répondants sur 34);
- plus une diversité de services connexes : services de restauration, réparation, vente de produits ou d'équipements nautiques, transport et mise à l'eau, sortie de l'eau à l'automne, location d'embarcations ou d'équipements, vente d'embarcations et hébergement dans certains cas.

Utilisation

- Forte occupation en juillet et occupation la plus faible en septembre (bien que l'incertitude des répondants soit très élevée en ce qui a trait à cette estimation);
- en 2001 et pour le lac Saint-Louis particulièrement, on estime que 24,7 p. 100 des espaces disponibles n'ont pu être utilisés pour l'ensemble de la saison (le pourcentage peut varier beaucoup selon le mois, la semaine et la journée); le lac Saint-Louis est plus « sensible » sous cet aspect que les autres secteurs;
- après corrections à cause d'autres facteurs, la proportion de places non utilisables attribuable aux bas niveaux est toutefois estimée à 11 p. 100;
- en 2001, le taux d'occupation pour les accès au lac Saint-Louis était en moyenne de 72 p. 100.

Perception des niveaux d'eau

- 81,2 p. 100 des répondants ont estimé que l'effet des variations de niveaux d'eau au cours des dernières années (1996-2001) a été « majeur » ou « grave » (niveaux 4 et 5 d'une échelle de 1 à 5);
- près de la moitié des répondants (7 répondants sur 15 du lac Saint-Louis) ont identifié la perte de revenu comme l'impact principal; étaient aussi identifiés comme impact la baisse d'achalandage (5 répondants sur 15), la perte de clientèle (4 répondants sur 15), et le problème d'accès aux embarcations (2 répondants sur 15);
- les endroits les plus critiques où les bas niveaux se font sentir sont par ordre d'importance, le chenal d'accès (4 répondants sur 16), les emplacements pour le mouillage, les rives ou, encore, l'ensemble du site (2 répondants sur 16); le répondant pouvait faire plus d'une réponse;
- à l'automne 2001, les trois quarts des répondants du lac Saint-Louis (12 répondants sur 16) ont indiqué que le niveau était trop bas (les autres le jugeant correct ou ne le savaient pas);
- en moyenne, 15 espaces étaient inutilisables en 2001.

Préférences exprimées des niveaux d'eau (en pieds et pouces, selon les répondants)

- Minimum critique : 24,6 pouces (2 pieds) = 43,5 p. 100 des quais inutilisables;
- minimum acceptable ou toléré : 36,6 pouces (3 pieds);
- maximum acceptable ou toléré : 140 pouces (11 pi 8 po);
- maximum critique : 152 pouces (12 pi 8 po) = 19,2 p. 100 des quais inutilisables.

En ce qui a trait aux impacts, un commentaire formulé par certains répondants lors de l'enquête préliminaire était qu'un problème d'accès pour un usager durant une saison donnée signifiait souvent une perte irréversible de sa clientèle pour les années subséquentes.

Pour les usagers, il est toutefois plus difficile de statuer sur l'incidence de cette même année. Il existe relativement peu d'information sur les plaisanciers pour le lac Saint-Louis (à l'instar d'ailleurs des autres sections fluviales du Saint-Laurent). La plupart du temps, il s'agit de données sporadiques sur les usages récréatifs. Dans le cas du lac Saint-Louis, une synthèse réalisée en 1994 par Jourdain *et al.* (1995) rapportait des données datant du début des années 1980. L'estimation réalisée dans le cadre du projet Archipel indiquait une participation de plus de 29 000 personnes, avec une fréquentation de l'ordre de 254 000 jours de plaisance (11,4 jours en moyenne par plaisancier). Le nombre d'embarcations circulant sur le lac Saint-Louis était par ailleurs estimé à 7383 en 1981; 51 p. 100 de motorisés, 31 p. 100 de voiliers et le reste catégorisé

« autres » (p. ex., kayak). La capacité d'accueil était estimée à 2360 places (avec, toutefois, certains problèmes de disponibilité).

Récemment, et selon la première enquête d'envergure réalisée pour le Saint-Laurent sur les usages à ce jour (voir Dewailly *et al.*, 1999), 17 p. 100 des riverains utiliseraient une embarcation pour naviguer sur le Saint-Laurent au moins une fois dans l'année. À l'échelle régionalisée des données en bordure du lac Saint-Louis, la proportion de plaisanciers riverains irait de 13,3 p. 100 (Montréal) à 23 p. 100 (Montréal). En 2001, une nouvelle enquête réalisée selon une stratification un peu différente révélait néanmoins une proportion de plaisanciers de l'ordre de 15,4 p. 100 pour la région de Montréal (Grondin *et al.*, 2003). Le lieu de pratique n'est toutefois pas précisé à l'échelle qui nous concerne.

Néanmoins et à partir des données historiques, il est possible d'établir quelques relations qui permettent d'anticiper les effets potentiels de divers niveaux d'eau sur la valeur d'usage. On peut estimer le nombre d'embarcations circulant sur le lac à plus de trois fois le nombre de places d'accostage ou de places à quai (*quaiage*) disponibles. Pour ce qui est du nombre de jours d'usage, on l'estimait à 42 jours par saison nautique, après pondération des données de DBSF (2002) (environ six mois). Gardner Pinfold Consulting (2003) indique, dans le cadre d'une enquête axée sur la problématique des niveaux d'eau du Saint-Laurent et du lac Ontario, une différence de fréquentation selon le profil de l'embarcation. Les propriétaires d'embarcations de moins de 25 pieds (7,6 m) fréquentent le secteur du lac Saint-Louis jusqu'au lac Saint-Pierre sur une période de 39,2 jours, alors que les propriétaires d'embarcations de plus de 25 pieds utilisent ce même plan d'eau 54,3 jours par année en moyenne (la moyenne pondérée serait de 40,7 jours). Les données de l'enquête conduite en 1994 par Pêches et Océans Canada révélaient pour leur part une moyenne canadienne de 25,7 jours (Industrie Canada, 1999). Compte tenu de cette fourchette de données, une valeur de 40 jours par saison serait une estimation assez réaliste.

Pour ce qui est de leur contribution économique et pour l'année 1995, on estimait à 49 \$ les dépenses journalières pour une excursion nautique de quelques heures de deux à trois passagers en moyenne et à 145 \$ par jour, une excursion de plus d'une journée (Zins Beauséne et Associés et Groupe SECOR, 1997). Une enquête plus récente auprès d'un plus grand nombre de répondants indique des dépenses allant jusqu'à 275 \$ par jour (DBSF, 2002). En fait, si on applique une moyenne pondérée qui tient compte des divers types de séjours, le résultat est plus

près de 146 \$ par jour. Selon Goss Gilroy Inc. (2003), on peut estimer à 150 \$ par jour les dépenses au Canada, et selon Gardner Pinfold Consulting (2003), celles-ci pourraient se chiffrer à 224 \$ pour le Saint-Laurent, du lac Saint-Louis jusqu'au lac Saint-Pierre (pour un sous-groupe représentatif des plaisanciers fréquentant les marinas), une valeur plus élevée que celle observée pour le Saint-Laurent supérieur et le lac Ontario (174 \$ à 176 \$ par jour). Pour les utilisateurs de rampes d'accès publiques, ces dépenses pourraient cependant être inférieures, plus proches de 140 \$, selon une enquête similaire réalisée dans la partie américaine du fleuve Saint-Laurent et du lac Ontario (données non publiées, Connely, 2003). Par ailleurs, une évaluation sur le tourisme d'aventure indiquait une valeur de 130 \$ par jour en moyenne pour les *écotouristes* utilisateurs de kayak (location comprise) et de 150 \$ par jour pour le rafting (Chaire de tourisme de l'UQAM, 1999). La valeur de 150 \$ par jour semble dès lors assez représentative relativement à l'ordre de grandeur pour que l'on puisse l'utiliser comme base d'évaluation pour l'extrapoler au nombre de jours d'utilisation perdus par accès nautique et pour le plan d'eau.

Ces quelques données fournissent un aperçu de la progression des impacts que l'on peut associer au pourcentage d'embarcations pouvant naviguer et accoster au lac Saint-Louis, sans compter que quelques milliers de dollars en équipements, réparations et entretien, assurances et autres frais annuels peuvent s'ajouter (Gardner Pinfold Consulting, 2003).

Enfin, on doit aussi considérer le fait que les dépenses journalières des usagers génèrent un impact sur les services nautiques et les communautés avoisinantes, en plus des effets sur l'économie des services afférents et biens de consommation comme les embarcations et équipements (effets primaires et secondaires ou effets directs, indirects et induits). Il est dès lors possible d'appliquer un multiplicateur des dépenses sur l'économie locale, régionale et provinciale. Goss Gilroy inc. (2003) indique, malgré plusieurs données manquantes, des chiffres agrégés de 2,169 milliards de dollars par année, le maintien de 20 693 emplois en équivalent temps plein et 633 millions en revenus pour le Québec. Même si une fraction de ces valeurs est liée à l'activité sur le Saint-Laurent et le lac Saint-Louis, il n'en demeure pas moins que les incidences indirectes sont loin d'être négligeables.

Le tableau 6 présente une estimation de l'impact direct que l'on pourrait associer au tirant d'eau des embarcations naviguant au lac Saint-Louis. On a tenu compte du nombre d'embarcations probables (les deux tiers utilisant une rampe d'accès publique hors marina), des

dépenses journalières moyennes, d'une période d'utilisation intense mais aussi du nombre possible de personnes affectées selon ces mêmes tirants d'eau.

Tableau 6
Relations entre la hauteur d'eau et les indicateurs d'impact

Tirant d'eau, en pieds (niveau hydrométrique)	Embarcations fonctionnelles (%) au lac Saint-Louis (toutes embarcations confondues)	Estimation du nombre d'embarcations (places marinas × 3 pour nombre total)	Estimation du nombre de jours d'utilisation (× 40 jours par saison)	Estimation des dépenses par séjour par embarcation (150 \$/jour)	Estimation du nombre de plaisanciers (× 3 personnes par embarcation)
2,5 (19,94)	28	2 335	93 400	14 010 000	7 005
3,0	43	3 586	143 440	21 516 000	10 758
3,5	48	4 003	160 120	24 018 000	12 009
4,0 (20,40)	83	6 922	276 880	41 532 000	20 766
4,5	86	7 172	286 880	43 032 000	21 516
5,0	86	7 172	286 880	43 032 000	21 516
5,5	96	8 006	320 240	48 036 000	24 018
6,0	99	8 257	330 280	49 542 000	24 771
6,5	99	8 257	330 280	49 542 000	24 771
7,0 (21,320)	100	8 340	333 600	50 040 000	25 020
12,5 (23,00)	95	7 923	316 920	47 538 000	23 769
13,0	81	6 755	270 200	40 530 000	20 266

Note. – Estimations prenant notamment appui sur le nombre d'embarcations en 2001 (Zins Beuchesne et Associés, 2002a), les jours d'utilisation selon divers séjours et les dépenses associées aux séjours (DBSF, 2002). La mesure de hauteur d'eau de 4 pieds à la station de Pointe-Claire correspond à une cote d'élévation de 20,4 m.

Si on fait varier ces valeurs, l'ampleur relative des impacts peut aussi varier. Par exemple, si on réduit la période d'utilisation de près des deux tiers (deux semaines d'utilisation seulement) de ce qui est présenté dans le tableau, la valeur des dépenses en jeu sera d'autant diminuée, soit un montant maximal de l'ordre de 17,5 millions de dollars. Par contre dans ce même cas, l'impact sur le nombre d'utilisateurs ne sera pas nécessairement modifié. De plus, on doit considérer que ces données sont susceptibles d'évoluer selon le contexte de croissance économique spécifique à la plaisance, avec expansion ou contraction de la demande, exprimée en terme de fréquentation du lac et du type d'embarcation utilisé (tirant d'eau plus fort ou plus

faible). Cette vulnérabilité économique n'est donc pas établie de manière mécanique et déterministe.

Notons que les plaisanciers, même s'ils sont reconnus d'abord et avant tout comme usagers nautiques, sont aussi parfois des pêcheurs, baigneurs, plongeurs sous-marins et observateurs de la nature. La satisfaction des besoins des plaisanciers est donc susceptible d'augmenter la satisfaction générale à l'égard de plusieurs usages du plan d'eau. On peut alors parler plus du maintien d'un usage comme contribution à un contexte plus général d'expérience de loisir en milieu aquatique (Benjamin et Perrault, 2002).

Le portrait qui est brossé ici témoigne de l'effet possible des situations extrêmes reliées à la contrainte spécifique du niveau d'eau. Le prochain chapitre fait écho à ce portrait en présentant en contrepartie le profil des adaptations.

5 Le profil des adaptations et la vulnérabilité

L'évaluation de la sensibilité de la plaisance à l'aide des accès nautiques et des contraintes imposées à l'usage doit être complétée par le profil des adaptations dans la mesure où les intervenants (exploitants et gérants, usagers) réagissent aux événements hydrologiques et climatiques de diverses manières. L'adaptation est cependant plus difficile à évaluer, et la documentation, plus rare, d'où le recours à de multiples sources de documentation pour tenter de dresser ce profil.

À partir de diverses données d'enquête, on est à même d'identifier les mesures ou moyens d'adaptation qui témoignent d'une volonté et d'une capacité relative des intervenants de réduire leur vulnérabilité aux fluctuations du climat et en particulier à celles des niveaux d'eau.

5.1 LES ADAPTATIONS HISTORIQUES DES EXPLOITANTS DE SERVICES NAUTIQUES

Les problèmes de niveaux d'eau ne sont pas récents pour les exploitants et gérants de services nautiques. Au lac Saint-Louis surtout, la majorité des accès nautiques sont en place depuis plusieurs décennies : 9 répondants sur 16 ont indiqué avant 1970; 2 répondants sur 16 ont indiqué entre 1970 et 1985; 3 répondants ont indiqué entre 1986 et 1996 (Zins Beuchesne et Associés, 2002a). Dans quelques cas, les accès existent même depuis le siècle dernier (p. ex., 1888 pour le Yacht Club Royal Saint-Laurent) (Royal St. Lawrence Yacht Club, 1988). À l'opposé, un seul répondant a indiqué une installation récente (entre 1997 et 2000), et un dernier ne savait pas.

Dans un premier temps, les exploitants et gérants de services nautiques s'adaptent à un ensemble de contraintes liées directement ou indirectement aux situations de bas niveaux d'eau. Plus de 10 répondants (10 à 12 répondants selon l'objet sur 16 répondants) ont indiqué avoir déjà pris des mesures correctrices relativement à la hauteur d'eau près des quais, à la présence de rocs ou rochers, au chenal d'entrée et à ses abords, aux plantes aquatiques. Les plus anciennes marinas ont probablement procédé d'ailleurs à plusieurs modifications depuis leur entrée en opération (voir The Royal St. Lawrence Yacht Club, 1988; De Lagrave, 1992).

Le type d'intervention le plus souvent mentionné se rapporte à des mesures de sécurité (p. ex., drapeau) (4 répondants sur 10), suivi à égalité par le dragage, le creusage ou l'entretien du fond et le déplacement de quais (2 répondants sur 10 dans tous ces cas). À noter que deux répondants ont aussi indiqué une demande de permis pour un dragage à venir.

De manière prospective, les exploitants envisageaient peu de nouvelles mesures au cours de la période 2002-2004. Les solutions locales ou régionales privilégiées à l'avenir pour la gestion de l'eau sont, par ordre d'importance, une meilleure surveillance des niveaux d'eau (4 répondants sur 16), l'abaissement du niveau d'eau en amont (3 répondants sur 16), la construction d'un nouveau barrage en aval (2 répondants sur 16), une meilleure diffusion de l'information auprès des marinas (2 répondants sur 16). À un autre niveau, les solutions plus globales privilégiées sont, par ordre d'importance, la révision des décisions politiques (3 répondants sur 16), suivie d'une révision du contrôle des eaux (2 répondants sur 16).

Les données de l'enquête préliminaire (Boudier et Bibeault, 2001), nonobstant le fait qu'elles ne s'appuient que sur 23 répondants, dont 12 pour le lac Saint-Louis (excluant alors le lac Saint-Pierre), permettent d'éclairer davantage ces réponses. En effet, une question en trois itérations³ portant sur les adaptations possibles en fonction de leur efficacité respective (1^{er} choix, 2^e choix et 3^e choix) a fait ressortir d'une part certaines solutions « incontournables » pour les exploitants et quelques solutions novatrices bien que marginales (tableau 7).

Cette itération soulève notamment le fait que le dragage, plus coûteux et plus difficile à réaliser, compte tenu du besoin d'un certificat d'autorisation, est reconnu comme la solution la plus immédiate. Au moins deux interprétations sont possibles : ou bien cette mesure est déjà fort utilisée, en dépit du fait que l'on indique ne pas y avoir eu recours à ce jour pour la très grande majorité des répondants, ou bien le message qui est lancé est à l'effet qu'une attention accrue des pouvoirs publics devrait être accordée à cette option.

³ Une question en trois itérations signifie que la même question a été posée trois fois, mais qu'à chaque fois, un choix de réponse était éliminé et le répondant devait choisir parmi un nombre de plus en plus restreint d'options d'adaptation.

Tableau 7
Options d'adaptation préférées par 23 répondants selon trois itérations successives

Options envisagées	Première stratégie préférée	Deuxième stratégie préférée	Troisième stratégie préférée
Dragage	8	7	2
Mesures de sécurité	6	3	2
Réfection/construction	2	1	0
Déplacement des quais	1	5	2
Autres	6	3	5
Favoriser les embarcations à plus faible tirant d'eau	0	0	1
Revoir la tarification	0	0	1
Pas d'autre option envisagée	0	4	10

Source : Données de l'enquête préliminaire de Boudier et Bibeault, 2001.

De manière générale, le dragage, l'amélioration des mesures de sécurité et le déplacement des quais constituent les options les plus évidentes et les plus efficaces du point de vue des exploitants et gérants de marinas. Toutefois, plus l'itération augmente et plus il est difficile pour eux d'entrevoir de nouvelles options. Cela dit, ils envisagent aussi des options à un autre niveau (catégorie « autres ») bien qu'ils n'aient pas d'action directe à ce chapitre. Enfin, la gestion de la demande survient en toute fin avec la révision des tarifs (ajuster l'incitation financière) ou l'exclusion de certaines embarcations. Bien que marginales, les mentions indiquent la possibilité d'explorer encore d'autres voies peu envisagées. La préférence envers les solutions structurelles, techniquement plus malléables, est dès lors manifeste. L'analyse de vulnérabilité devrait pouvoir tenir compte de ces options.

L'autre aspect est que d'après l'enquête préliminaire portant sur la saison de bas niveaux 1999 (Boudier et Bibeault, 2001), les exploitants s'adaptent à une imprécision de l'ordre de 25 cm et plus (dans quelques cas, cela peut aller à plus de 50 cm dans la gestion courante de leurs opérations). Donc, ils peuvent vivre avec une incertitude relative à une donnée particulière de niveau d'eau, capacité qui devient cependant critique lorsque la hauteur d'eau à quai ou dans le chenal d'entrée est en général inférieure à 1,2 mètre (4 pieds) comme l'indique le chapitre 4. Les solutions structurelles n'émergent dès lors que dans des conditions extrêmes de bas niveaux.

5.2 LA VULNÉRABILITÉ VUE SOUS L'ANGLE DES PERTES ET DES COÛTS D'ADAPTATION

Une autre approche de la vulnérabilité consiste du point de vue socio-économique à identifier les pertes et les coûts associés aux diverses mesures d'adaptation. Dans le cas des pertes de revenus ou de jouissance, l'information révèle une certaine incapacité à maintenir l'usage dans des conditions extrêmes. À l'opposé, les coûts d'adaptation révèlent une capacité à internaliser des pertes par les pourvoyeurs de services, par les utilisateurs ou les pouvoirs publics.

Dans le cas des pertes, il est possible de procéder à des estimations, compte tenu des données existantes. Pour les coûts des adaptations, on peut procéder de la même manière, mais un problème particulier se pose : il est difficile de départager un investissement qui concerne spécifiquement l'enjeu niveau d'eau. Par ailleurs, l'évaluation qu'en font les exploitants repose sur leur capacité à bien cibler la dépense extraordinaire d'une dépense courante. Enfin, il existe des mesures d'intervention qui n'occasionnent aucun investissement supplémentaire mais qui nécessitent du surtemps ou une réaffectation du temps d'opération. À cet égard, il existe un coût d'opportunité au temps alloué à la gestion des impacts des variations de niveaux d'eau.

De manière indirecte, il existe aussi un coût découlant du régime des primes d'assurances privées qui peuvent à leur tour augmenter et internaliser en partie le risque que les variations de niveaux font peser sur les biens meubles (p. ex. embarcations) et immeubles (p. ex. quais). Dans ce dernier cas et à ce jour, aucune estimation précise n'a été publiée.

5.2.1 Les pertes de revenus pour les exploitants de services nautiques

Pour ce qui est de la perte de revenu, les exploitants ont indiqué cet effet de manière assez évidente pour l'été 2002 et 1999. En 2001, on a estimé à 24,7 p. 100 la portion des espaces à quai ou de mouillage inutilisable au lac Saint-Louis (plus élevée qu'ailleurs le long du Saint-Laurent ou au lac Saint-Pierre) sur la base de 123 espaces en moyenne, donc 30 places perdues pour chacun des 16 accès considérés (18 au total). De ce nombre, un peu moins de la moitié pourrait être attribuable au facteur « bas niveaux d'eau ». Le nombre de 15 places perdues est sans doute plus réaliste.

Certes, l'impact peut avoir été plus sévère en fin de saison (en août et septembre, les niveaux étaient particulièrement bas); il faut donc être prudent avant de parler de perte applicable à l'ensemble de la saison. Il est néanmoins raisonnable de penser que l'impact était élevé pendant

au moins quatre semaines au cours de la saison (chaque semaine comportant sept jours d'opération en continu). L'écart d'un site à l'autre peut, bien sûr, être très différent.

Rappelons que le revenu estimé par place à quai est de l'ordre de 160 \$ par jour en moyenne pour le Saint-Laurent (lac Saint-Louis jusqu'au lac Saint-Pierre) (Gardner Pinfold Consulting, 2003). De plus, la fréquentation est très élevée en juillet et en août (taux d'occupation des places à quai de plus de 85 p.100), d'où un contexte saisonnier particulier où les mesures d'adaptation doivent être déployées. Par ordre d'importance, la fréquentation est forte en juin et septembre (80 à 85 p. 100), puis en mai et octobre (45 à 55 p. 100), mois qui sont aussi critiques à cause de la mise à l'eau ou du retrait des embarcations, et enfin, quoique de manière assez marginale (10 p. 100 et moins) en avril, mars et novembre (Gardner Pinfold Consulting, 2003, tableau F-6).

À noter que de manière générale et sans préciser davantage l'impact mensuel, la plupart des intervenants (exploitants ou gérants) s'entendent pour dire que trois années consécutives de bas niveaux sont critiques pour la survie des entreprises de services nautiques (Boudier et Bibeault, 2001). Ceci témoigne d'une certaine résilience à une année de bas niveau, mais indique aussi les limites qu'imposeraient plusieurs années consécutives de bas niveaux.

Enfin, même si l'impact n'est pas nécessairement catastrophique localement, les pertes de revenus privés ont par ailleurs une incidence indirecte sur l'activité économique des communautés hôtes et sur les secteurs économiques structurellement dépendants de la plaisance (p. ex., fabrication des embarcations et matériel de bord) et du tourisme qui lui est associé. Dans ce dernier cas, la dépendance du tourisme des niveaux d'eau est très variable selon l'endroit où l'on se trouve au sein du plan d'eau. Sainte-Anne-de-Bellevue, secteur localisé à la confluence du lac des Deux Montagnes et du fleuve Saint-Laurent et alimenté par la rivière des Outaouais, est un exemple de secteur fort dépendant de la plaisance.

5.2.2 Les coûts supplémentaires des mesures d'adaptation des exploitants

À la lumière des informations sur les mesures d'adaptation, il est difficile de faire une évaluation précise des coûts. Nous n'avons pas de précision quant au coût que représente chaque option. Le coût du dragage, par exemple, peut s'avérer fort élevé si on tient compte des évaluations environnementales préalables et si le volume considéré est important. Inversement, si on n'envisage qu'un dragage sélectif du chenal d'entrée de la marina, le coût peut être beaucoup

plus faible. Ainsi, on doit aussi considérer le coût relatif du mode d'enlèvement des matériaux, le degré de contamination de ces matériaux et le coût de leur élimination, incluant la possibilité d'un traitement pour décontaminer les déblais de dragage.

Enfin, une adaptation peut aussi être proactive dans la mesure où l'objectif avoué est d'augmenter l'affluence et non seulement de la maintenir au niveau actuel. Dans ce dernier cas, l'interprétation d'une adaptation « réactive » que constitue le dragage peut être en fait une opportunité d'expansion commerciale. Il faut à cet égard avoir une idée plus précise des contraintes et possibilités particulières dont tiennent compte les exploitants et propriétaires d'accès. La réouverture du canal de Lachine pour la plaisance en 2002, couplée au projet toujours possible de réouverture du canal de Soulanges, ainsi que les projets de la Corporation de promotion et de développement du Croissant de l'Est (2002) peuvent en effet justifier l'expansion des accès et services actuels.

5.2.3 Les coûts supplémentaires de l'accès par les rampes de mise à l'eau et les quais publics

Les accès nautiques que constituent les marinas, yacht clubs et services connexes ne constituent qu'une partie des accès au plan d'eau. Les rampes de mise à l'eau et les quais publics constituent un autre élément de base du nautisme. S'il est difficile d'évaluer l'impact des bas niveaux d'eau sur les infrastructures, on peut cependant rappeler quelques données.

À partir de l'enquête préliminaire réalisée en 2000 (sur la base de la saison 1999), on a pu remarquer que les municipalités ne considèrent en général les accès nautiques que de manière marginale par rapport au capital d'infrastructures qu'elles doivent gérer. Les frais d'entretien vont de 3000 à 20 000 \$ selon la municipalité et tous problèmes confondus (les questions de sécurité dominant). La planification des ouvrages est également fort peu dépendante des niveaux d'eau. Dans le pire des cas, il est possible de revoir la programmation des dépenses pour inclure à terme une extension des rampes ou leur reconstruction. Même dans ces cas, le coût varie selon qu'il est question de réfections mineures (30 000 \$) ou majeures (600 000 \$).

Cela dit, en 1999, six répondants sur 16 municipalités riveraines entre le lac Saint-Louis et Contrecoeur ont indiqué que l'accès aux quais publics était compromis, et 12 répondants sur 16 ont indiqué que l'usage des rampes de mise à l'eau a été limité ou empêché par les bas niveaux. Huit répondants sur 16 ont indiqué qu'ils envisageaient diverses mesures de gestion de ce

problème, dont le dragage sélectif, l'agrandissement ou l'extension des rampes actuelles ou la construction de nouvelles rampes.

Selon ces données, on peut estimer, en tenant compte des coûts de financement (p. ex. un taux d'intérêt de 10 p.100 par an) et de la possibilité d'amortir l'investissement sur cinq ans, que le coût total d'intervention (30 000 \$ à 100 000 \$ selon les cas) pour huit municipalités impliquerait une somme de 240 000 \$ à 800 000 \$, sur une base de 68 000 \$ par an (minimum) à 225 000 \$ par an (maximum). Pour le lac Saint-Louis, cette valeur pourrait s'appliquer particulièrement à la rive nord et à l'île Perrot où les montants pourraient excéder ces estimations.

À noter que la question des niveaux d'eau ne pose pas encore un problème majeur pour les municipalités, sous réserve d'un achalandage supplémentaire élevé. En fait, il semble qu'à ce jour et qu'à quelques exceptions près (il y a eu un plan de développement de la plaisance pour Pointe-Claire), la plaisance ne soit pas encore bien intégrée dans le développement du territoire urbain. Les initiatives de type *Montréal Bleu* pourraient cependant pallier à ce manque, à la condition que l'adaptation aux bas niveaux soit aussi reconnue comme un enjeu de développement.

5.2.4 Les coûts supplémentaires de sécurité publique

La perception du plan d'eau de la part des exploitants est généralement considérée comme au moins aussi sécuritaire qu'ailleurs en temps normal (15 répondants sur 21, deux sans réponse). Pour les autres, le Saint-Laurent est considéré « modérément dangereux » (2 répondants sur 21) ou « très dangereux »⁴ (4 répondants sur 21) (Boudier et Bibeault, 2001). À une échelle plus large et pour l'ensemble des riverains le long du Saint-Laurent, la pratique de la plaisance sur le Saint-Laurent est sécuritaire pour 43 p. 100 d'entre eux, alors qu'à l'inverse, 36 p. 100 considèrent le fleuve comme « très dangereux » (Dewailly *et al.*, 1999). Cette dernière indication vaut toutefois pour le fleuve et le golfe du Saint-Laurent.

Le dommage le plus notable a sans doute été l'augmentation du nombre d'incidents nautiques. Dans le cas du lac Saint-Louis, la Garde côtière a noté une augmentation des demandes d'assistance de l'ordre de 55 p. 100 en 1999 par rapport à 1998 (Pêches et Océans

⁴ Il s'agit d'une appréciation subjective sans définition particulière. Le modèle est une échelle de gradation de pas ou peu à modérément à très dangereux. La valeur de ces jugements est donc relative et utile de manière surtout comparée (par rapport à un autre lieu ou à une autre période).

Canada, 2001). Chaque demande d'assistance implique le déplacement d'une embarcation et d'un équipage. Le coût varie toutefois selon le service requis et la distance parcourue.

Le coût du service offert par la Garde côtière auxiliaire est une valeur minimale par rapport aux autres coûts. Toutefois, on ne peut distinguer facilement les coûts d'intervention des coûts réguliers de surveillance. De plus, ces coûts sont déterminés par plusieurs variables, d'où la difficulté de séparer le facteur « niveaux d'eau » des autres causes (p. ex., coût de déplacement de la flotte, budgets contrôlés, etc.) (R. D'Arcy, 2003, communication personnelle). Enfin, d'autres coûts sont aussi afférents à la sécurité du plan d'eau, notamment en ce qui a trait au maintien et au déplacement des aides à la navigation lorsque les niveaux sont particulièrement bas. Le lac Saint-Louis a d'ailleurs fait l'objet d'une révision de ces aides, et une nouvelle carte marine est maintenant en vente depuis 2002. Le coût estimé pour les levés de 2001 et 2002 s'élève à près de 185 000 \$, montant auquel on doit ajouter le coût d'intégration des nouvelles données et la production d'une nouvelle carte marine (50 000 \$) (R. Dorais, 2003, communication personnelle). Même s'il n'y a pas de lien direct avec le problème des niveaux d'eau, les bas niveaux ont quand même eu pour effet d'augmenter le besoin d'une mise à jour et de stimuler une mesure (la diffusion d'une information plus adéquate) que l'on pourrait qualifier d'adaptation.

5.3 LES ADAPTATIONS DU POINT DE VUE DES USAGERS

En complément à ce portrait tracé par des intervenants ciblés, il existe des données récemment intégrées à un profil des usages du Saint-Laurent qui peuvent servir à compléter le profil dressé à ce jour. Cette enquête réalisée dans le cadre de SLV 2000 porte sur plusieurs aspects des usages du Saint-Laurent, dont celui d'enjeux émergents comme les bas niveaux d'eau. Les résultats tirés de cette enquête permettent une analyse en fonction de trois territoires, dont la région montréalaise qui sera utilisée comme référence pour le présent rapport⁵.

Pour situer le secteur pertinent (métropole) relativement au problème des bas niveaux d'eau (tableau 8), ceux qui disent reconnaître un problème (« beaucoup » et « un peu ») totalisent 14 p. 100 des riverains comparativement à 23,4 p. 100 chez les résidents du corridor fluvial. Dans les deux cas, la proportion des riverains préoccupés demeure élevée.

⁵ Les données sont présentées avec l'accord de l'auteur principal, J. Grondin.

Tableau 8
Problèmes perçus relativement à la baisse des niveaux d'eau, selon la région

Région	Problèmes perçus									
	Beaucoup		Un peu		Pas du tout		Nsp/Nrp		Total	
	%	Pe	%	Pe	%	Pe	%	Pe	%	Pe
Métropole	4,8	71 524	9,2	136 704	84,3	1 251 910	1,6	24 327	100,0	1 484 465
Corridor fluvial	6,7	52 359	16,7	130 642	76,0	595 888	0,6	4 966	100,0	783 855

Source : Duchesne *et al.*, 2004. Valeur $p < 0,001$, en excluant les Nsp/Nrp (ne sait pas/ne répond pas). Pe : population estimée.

Lorsque l'on décortique davantage ce problème, on observe que les usagers sont en général au moins deux fois plus nombreux à identifier des problèmes de niveaux d'eau que les autres citoyens. Cela demeure vrai dans tous les secteurs géographiques considérés (métropole, corridor fluvial). Dans le cas particulier de ceux qui pratiquent la plaisance sur le fleuve, ceux-ci s'avèrent près de trois fois plus sensibles (29,5 p. 100 contre 11,2 p. 100) que les autres aux effets des bas niveaux d'eau (colonne 2, ligne en gris, tableau 9), ce qui correspond au fait que les premiers ont une expérience directe des situations créées par les variations de niveaux d'eau.

Tableau 9
Problèmes de la baisse des niveaux perçus par les plaisanciers et par les résidents de la région métropolitaine

Usage	Oui (problème)		Non (aucun problème)	
	%	Pe	%	Pe
Embarcation sur le fleuve				
Oui	29,5	67 617	70,5	161 297
Non	11,2	140 611	87,0	1 090 058
Nsp/Nrp	0,0	0	22,4	555
Type d'embarcation				
À moteur	39,6	41 223	60,4	62 841
À voile	37,4	8 127	62,6	13 589
À rames	26,8	7 636	73,3	20 907
Autres	15,5	10 632	84,5	57 955
Nsp/Nrp	0,0	0	100,0	6 004

Source : Duchesne *et al.*, 2004. Valeur $p < 0,001$. Pe : population estimée.

Note. – Les valeurs de p sont calculées en excluant les Nsp/Nrp (ne sait pas/ne répond pas). Les Nsp/Nrp pour les problèmes relativement à la baisse de niveau d'eau ne sont pas présentés, ce qui explique que les pourcentages ne totalisent pas toujours 100 p. 100.

Ce sont particulièrement les utilisateurs d'embarcations à moteur, suivis de près par les utilisateurs de voiliers qui perçoivent un tel problème de bas niveau. Ce constat s'applique assez bien au lac Saint-Louis dans la mesure où ce plan d'eau est un lieu de concentration de la plaisance au sein de l'archipel montréalais et qu'il abrite plusieurs marinas qui accueillent les voiliers. Ces réponses se rapprochent donc également de la situation vécue par les utilisateurs de ce plan d'eau.

Fait à noter, les plaisanciers qui utilisent des embarcations à rames nécessitant généralement un plus faible tirant d'eau sont également fortement préoccupés par les bas niveaux d'eau.

De manière générale (tableau 10), les problèmes de niveaux d'eau se traduisent de diverses manières, et plusieurs raisons évoquées peuvent avoir un lien direct ou indirect avec la plaisance.

Tableau 10
Type d'impact de la baisse des niveaux d'eau pour les résidents de la région métropolitaine

Impact	%	Pe
Impact négatif sur la qualité de l'eau	31,5	65 599
Impact appréhendé pour la navigation *	14,8	30 712
Impact sur les accès et les usages en général	14,7	30 593
Perception plus générale d'un impact négatif	14,4	29 944
Impact sur la faune aquatique ou la nature	12,9	26 781
Nsp/Nrp	7,5	15 702
Impact négatif sur l'approvisionnement en eau	4,3	8 898
TOTAL	100,0	208 229

Source : Duchesne *et al.*, 2004. Données préliminaires. Valeur $p = 0,134$, en excluant les Nsp/Nrp (ne sait pas/ne répond pas).

Pe : population estimée. * : navigation de plaisance uniquement.

La première raison concerne la dégradation de la qualité de l'eau (31,5 p. 100). En été particulièrement, les bas niveaux correspondent à la période de prolifération des plantes aquatiques. Durant les étés de 1999 et de 2001, les proliférations de plantes aquatiques (*bloom*) ont été importantes près des rives et de certains accès nautiques. Cette dégradation d'ordre esthétique affecte l'attrait relatif du plan d'eau, tous les usages confondus.

De manière plus directe pour la navigation de plaisance, l'impact demeure aussi assez marqué (14,8 p. 100). Dans ce cas, on fait explicitement référence à des problèmes de circulation des embarcations.

L'impact appréhendé sur la nature ou la faune est aussi assez important pour les riverains de la métropole (12,9 p. 100). Les plaisanciers qui s'intéressent aussi à la pêche peuvent donc être affectés en autant que la raison première de l'utilisation d'une embarcation est la pêche ou l'observation de la nature.

Dans les autres cas, les raisons indiquées sont plutôt globales et peu spécifiques, mais il n'est pas impossible que des plaisanciers soient aussi regroupés au sein de ces catégories et reconnaissent une dégradation de l'état du plan d'eau.

Ces perceptions sont un des moteurs des réactions des usagers aux bas niveaux. Ainsi, la perception des résidants concernés les pousse en bonne partie à réagir (98,6 à 100,0 p. 100 pour « un peu » et « très » touchés) (tableau 11). En fait, même si près des deux tiers des répondants se disent peu affectés, ils n'hésitent pas à réagir aux situations de bas niveaux.

Tableau 11
Démarches des résidants de la région métropolitaine relatives à la baisse des niveaux d'eau

	Démarches relatives à la baisse des niveaux d'eau							
	Très affectés		Un peu affectés		Nsp/Nrp		Total	
	%	Pe	%	Pe	%	Pe	%	Pe
Région métropolitaine	31,7	60 943	67,4	129 794	0,9	1 790	100,0	192 526

Source : Duchesne *et al.*, 2004. Valeur $p = 0,992$, en excluant les Nsp/Nrp (ne sait pas/ne répond pas). Pe : population estimée.

Les utilisateurs d'embarcations sur le fleuve ont fortement tendance à réagir aux niveaux d'eau (près d'un utilisateur sur deux), et cela est particulièrement évident dans le cas des embarcations à moteur (tableau 12). Les utilisateurs de voiliers et d'embarcations à rames viennent en deuxième et réagissent à peu près autant à ce phénomène.

Les mesures adoptées témoignent de l'importance relative accordée aux divers problèmes attribuables aux bas niveaux d'eau (tableau 13). Pour les plaisanciers de la métropole, on tend surtout à pratiquer son activité ailleurs sur le fleuve, alors que dans une moindre mesure

on reste fidèle au même plan d'eau. Cette attitude ressort plus chez les utilisateurs d'embarcations à rames que chez les plaisanciers qui font de la voile ou du bateau à moteur. Le tirant d'eau ne semble donc pas être le seul facteur en cause.

Tableau 12
Démarches adoptées relativement à la baisse des niveaux d'eau selon le type d'embarcation

	Oui (adoption)		Non		
	%	Pe	%	Pe	
EMBARCATION SUR LE FLEUVE					
Oui	49,3	32 131	50,7	32 999	
Non	22,6	28 812	76,0	96 794	
Valeur P					< 0,001
TYPE D'EMBARCATION					
À moteur	58,7	24 180	41,3	17 043	
À voile	45,1	3 663	54,9	4 464	
À rames	46,0	3 128	54,1	3 679	
Autres	12,9	1 160	87,1	7 814	
Valeur P					0,037

Source : Duchesne *et al.*, 2004.

Note. – Les valeurs de *p* sont calculées en excluant les Nsp/Nrp (ne sait pas/ne répond pas). Les Nsp/Nrp pour les démarches relatives à la baisse de niveau d'eau ne sont pas présents, ce qui explique que les pourcentages ne totalisent pas toujours 100 p. 100.

La situation demeure néanmoins assez problématique pour les gens qui font de la voile ou du bateau à moteur, l'évitement étant considéré une option pour ces plaisanciers, ce qui n'est pas sans conséquence pour les accès nautiques qui risquent de perdre une partie de leur clientèle. L'évitement est d'ailleurs plus d'une fois et demie plus populaire que l'adaptation aux conditions du lieu chez les adeptes de la voile et du bateau à moteur.

Notons que dans le cas particulier du lac Saint-Louis, les options d'évitement (effet de substitution) sont assez facilement accessibles et présentent une valeur certaine du point de vue de la plaisance : le lac Saint-François (plan d'eau fortement régularisé) ou le lac des Deux Montagnes. Lorsque l'on demeure fidèle au lac Saint-Louis, le choix est somme toute assez

varié : rive nord, rive sud et île Perrot. D'autres options existent, mais ne sont pas nécessairement choisies et adoptées par les plaisanciers (voir les lignes du tableau 13 en blanc).

Tableau 13
Mesures liées à la baisse des niveaux d'eau selon le type d'embarcation
des résidents de la région métropolitaine

	Embarcation					
	À moteur		À voile		À rames	
	%	Pe	%	Pe	%	Pe
Région métropolitaine						
Pratiquer ses activités ailleurs	32,5	7 851	42,7	1 564	50,0	1 564
Se déplacer, pratiquer à un autre moment, adapter embarcation ou accès	19,6	4 737	23,7	870	50,0	1 564
Changement d'activité	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Se renseigner et discuter des problèmes	0,0	0	0,0	0	0,0	0
S'impliquer localement	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Autre/non pertinent à la plaisance	43,1	10 433	33,6	1 230	0,0	0
Nsp/Nrp	4,8	1 160	0,0	0	0,0	0

Source : Duschesne *et al.*, 2004.

De manière plus générale, tous les plaisanciers confondus, on observe que l'implication (participation à des activités de revendication) locale et que l'acquisition d'informations sur le niveau de l'eau ne constituent pas encore des options bien envisagées. À noter que le portrait de la perspective des usagers reste à ce jour partiel et qu'une enquête plus exhaustive serait nécessaire pour mieux dégager les autres variables climatiques et les variables relatives au contexte de l'usage.

5.4 LES ADAPTATIONS ET LA VULNÉRABILITÉ

Le profil qui se dégage des données précédentes révèle d'abord que les mesures d'adaptation sont assez variées. Pour les exploitants, le déplacement de quais, le dragage et la signalisation sont parmi les plus facilement envisageables. Dans le cas des pouvoirs publics, c'est d'abord sous l'angle de la sécurité que l'on est susceptible d'intervenir sur le plan d'eau

(surveillance, cartes marines) et par le biais des divers corps policiers et équipes de secours. En rive, ce sont les municipalités qui sont mobilisées, et ce, en fonction de leur planification et de leurs projets de réfection des infrastructures.

À la lumière des mesures déjà appliquées ou susceptibles de l'être à court terme, on note la prépondérance des solutions qui se rapportent aux infrastructures chez les exploitants et gérants de services et accès nautiques, de même que dans les municipalités, alors que les solutions de type comportemental sont adoptées par les usagers (éviter, modification des paramètres de fréquentation). Dans le cas des utilisateurs toutefois, la vente de l'embarcation au profit d'une autre à tirant d'eau plus faible n'est pas clairement mentionnée comme option.

Selon le type d'intervenant, il existe donc une certaine dominante, alors que dans l'ensemble, il est possible de dégager une tendance qui s'articule autour d'un mode d'adaptation centré sur l'usage de la plaisance. Cela dit, les solutions qui visent à mieux régulariser la demande pour les exploitants de services nautiques (tarification attrayante, etc.), de même qu'une gestion partagée du risque avec les assureurs privés, ne ressortent pas comme des options évidentes. Le déplacement des activités commerciales n'apparaît pas non plus, ni la rationalisation des accès en fonction de la contrainte imposée par les niveaux d'eau.

Dans ce dernier cas, le même problème se pose pour les intervenants municipaux. La tarification des rampes de mise à l'eau (gratuité) est certainement attrayante pour l'utilisateur, mais leur conception technique demeure déficiente dans plusieurs cas, et il n'y a pas à ce jour de plans d'organisation et d'adaptation des accès nautiques à l'échelle du plan d'eau (et qui impliqueraient notamment une concertation des municipalités).

De plus, il est peu question, comme premier réflexe, de se préoccuper de la cohabitation avec les autres intervenants ou même d'une coalition des intérêts. Il existe pourtant divers modèles : le Regroupement des usagers du Saint-Laurent (RUSL), les associations de plaisanciers (p. ex., les Escadrilles canadiennes de plaisance), dont l'Ontario Marine Operators Association (OMOA) est peut-être le meilleur modèle à l'échelle provinciale, ou le Comité de concertation Navigation (CCN) qui réunit des ministères fédéraux et provinciaux, des ONG, des membres des regroupements de la plaisance et de l'industrie maritime, né à l'initiative du Plan d'action Saint-Laurent.

Enfin, l'intégration des composantes environnementales n'est pas encore très présente, comme en témoigne le réflexe de favoriser les solutions qui se rapportent aux infrastructures, tel le dragage, plutôt qu'une gestion de la flotte. Dans ce contexte, la vulnérabilité résulte d'un mode de résolution des problèmes relatifs aux bas niveaux et d'adaptation qui demeure pour l'instant sectoriel et limité, un constat que l'on a déjà fait ailleurs dans d'autres contextes de gestion de ressources et de problèmes environnementaux (Mermet, 1993).

6 Conclusion

L'évaluation de la sensibilité et de la vulnérabilité de la plaisance aux variations des niveaux d'eau, et aux changements climatiques en arrière trame, pose un certain défi dans la mesure où on doit établir une série de correspondances logiques et pertinentes entre les besoins en eau des utilisateurs et des exploitants de services nautiques, les contraintes de localisation propres à chaque accès, les diverses situations de niveaux d'eau et de débits et le comportement d'adaptation des intervenants. Pour ce faire, une démarche en quatre temps a été suivie : définition de la contrainte imposées par les niveaux d'eau en relation avec la flotte d'embarcations; simulation de diverses conditions hydrologiques et observation des effets à l'échelle du plan d'eau et des accès; évaluation des impacts potentiels du point de vue socio-économique; et présentation d'un profil des adaptations afin d'en dégager une vision d'ensemble de la vulnérabilité de la plaisance.

Dans le cas des bas niveaux, c'est clairement la contrainte de la navigabilité et de l'accostage à quai qui est en cause. Pour les hauts niveaux, c'est la contrainte de certaines composantes des infrastructures en place qui s'avère problématique. Dans ce cas toutefois, il est permis de penser qu'elle n'est peut-être pas aussi sévère et critique que dans le cas des bas niveaux, ceci à la lumière des données d'enquête qui indiquent une certaine habileté des exploitants à s'adapter et à composer avec les hauts niveaux. Cela dit, le contexte des récentes enquêtes était celui des bas niveaux. Il n'est pas exclu qu'une enquête menée dans un contexte de hauts niveaux puisse confirmer les résultats de la modélisation pour les situations de hauts niveaux.

Outre l'examen de la sensibilité physique aux niveaux d'eau, les données économiques tendent à renforcer l'idée que les intervenants, particulièrement les exploitants de services nautiques, ont agi historiquement sur la base d'un raisonnement propre à leur situation, bien qu'il ne soit pas exclu pour certains d'entre eux d'agir à un autre niveau d'adaptation (p. ex., pression politique). Le choix des adaptations est aussi fonction d'une analyse implicite coûts-avantages des opérations commerciales (p. ex., balisage, déplacement des quais, dragage), où la composante environnementale est encore peu présente sinon comme contrainte à la navigation.

Les mesures d'adaptation anticipées révèlent pour leur part le poids des habitudes et du « connu » dans les comportements. Le mode d'adaptation que l'on peut en déduire est encore de type sectoriel et non intégré, ce qui témoigne aussi d'un processus d'ajustement graduel et d'un apprentissage des intervenants réduit à une situation individuelle. Une intervention à un autre niveau suppose, il est vrai, des coûts de « transaction » (négociation, acquisition d'information, etc.) importants dans la mesure où il faut se regrouper, échanger et intervenir de manière soutenue auprès d'instances publiques et politiques.

Pour les pouvoirs publics, l'adaptation est limitée et dépend des autres priorités d'intervention. La rationalisation des services et l'augmentation des coûts de réfection pour tout un ensemble d'infrastructures limitent l'intérêt de s'attarder de manière particulière à la plaisance.

Dans le cas des usagers et d'après des données établies à l'échelle de la métropole, on remarque que le problème, perçu de manière plus évidente par les usagers, conduit ces derniers d'abord à des comportements d'évitement (pratiquer ailleurs ses activités), puis dans une moindre mesure, à des comportements préventifs qui tiennent compte du moment, du type d'embarcation et du lieu d'accès.

Dans une perspective plus large, il est utile de rappeler que, particulièrement dans le cas des problèmes environnementaux cumulatifs, comme les changements climatiques, le dialogue entre les scientifiques et les collectivités demeure l'une des clés d'un processus de résolution durable (Parker *et al.*, 2002). À ce jour, il existe divers regroupements au sein desquels il est possible d'envisager un tel dialogue qui permettrait de dépasser les limites d'une adaptation sectorielle. De plus, la révision du plan de régularisation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent offre une occasion de confronter divers modes d'adaptation sectoriels les uns avec les autres et d'en arriver à une solution plus optimale ou tout au moins, à un compromis plus résistant aux situations de niveaux d'eau extrêmes.

D'ailleurs, on peut souhaiter que la recherche sur les changements climatiques évolue vers une analyse de type horizontal, interdisciplinaire, plus intégrée et apte à considérer le facteur « humain » comme centre de la décision en matière d'adaptations.

Références

- André, P., C.E. Delisle, J.-P. Revêrêt, A. Sène, D. Bitondo et L. Rakotoarison (1999). *L'évaluation des impacts sur l'environnement, processus, acteurs et pratique*. Presses internationales polytechniques, 416 pages.
- Argyris, C. (1990). *Overcoming Organizational Defenses: Facilitating Organizational Learning*. Allyn and Bacon, Boston.
- Benjamin, A. et S. Perrault (2002). « L'expérience de loisir en milieu aquatique ». *Loisir et société*, 25 (1) : 139-154.
- Bergeron, L., G. Vigeant et J. Lacroix (1997). *L'étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement du climat*. Chapitre québécois, Tome 5. Environnement Canada et Association de climatologie du Québec, 270 pages.
- Boudier, H. et J.-F. Bibeault (2001). *Enquête exploratoire auprès des opérateurs et gestionnaires de services nautiques pour les secteurs Lac Saint-Louis et le tronçon fluvial Montréal-Contrecoeur*. Commission mixte internationale, Groupe de travail technique sur la plaisance et le tourisme, 67 pages et annexes.
- Bruce, J., I. Burton, H. Martin, B. Mills et L. Mortsch (2000). *Le secteur de l'eau : Vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques. Document de travail pour les ateliers régionaux*. Fond d'action pour le changement climatique, Ressources naturelles Canada, Association canadienne des ressources hydriques, section Québec, Global Change Strategies International Inc. et Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, 53 pages.
- Bruce, J.P., L. Hoesung et E.F. Haites (1996). *Le changement climatique : Dimensions économiques et sociales*. Contribution du Groupe de travail III au 2^e rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC.
- Burton, I., S. Huq, B. Lum, O. Pilifosova et E. L. Schipper (2002). « From impact assessment to adaptation priorities: The shaping of adaptation policy », *Climate Policy*, 2 : 145-159.
- Cairns, J. (J^r) (1997). « Sustainability, ecosystem services, and health ». *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 4 : 153-165.
- Chaire de tourisme de l'UQAM (1999). *Établissement d'un profil des touristes d'aventure et des écotouristes pour chacun des principaux marchés géographiques du Québec*. Association des producteurs en tourisme d'aventure du Québec.

- CMI (Commission mixte internationale) (1993). *Les mesures destinées à atténuer les conséquences néfastes des fluctuations de niveaux d'eau du Saint-Laurent et des Grands Lacs*. Rapport présenté aux gouvernements du Canada et des États-Unis, 57 pages.
- Connely, N. (2003). « Performance indicators for stage damage curves ». Rapport d'étape préparé pour le Groupe de travail technique sur la navigation de plaisance et le tourisme de la Commission mixte internationale, Cornell University, New York. Données non publiées.
- Corporation de promotion et de développement du Croissant de l'Est (2002). *Plan directeur d'aménagement du Croissant de l'Est*. Planches.
- DBSF, Le Groupe (2002). *Plan stratégique de développement et de marketing du tourisme nautique*. Tourisme Québec.
- De Lagrave, J.-P. (1992). *Club nautique de Longueuil (1867-1992)*. Société historique du Marigot inc., Longueuil.
- Dewailly, E., J. Grondin et S. Gingras (1999). *Enquête-santé sur les usages et perceptions du Saint-Laurent*. Saint-Laurent Vision 2000, gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 196 pages et annexes.
- Duchesne, J.-F., J. Grondin, S. Gingras, G. Therrien, J.-F. Bibeault, D. Gauvin, C. Laliberté, P. Levallois, B. Lévesque et D. Laverdière (2004). *Suivi des usages et des perceptions du Saint-Laurent par la population riveraine*. Saint-Laurent Vision 2000, Domaine d'intervention santé humaine, gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 267 pages.
- Duckstein, L. et A. Goicoechea (1994). « Value and utility concepts in multiple decision making », *Multicriteria Decision Analysis in Water Resources Management*. Édité par J.J. Bogardi et H.P. Nachtnebel, International Hydrological Program, UNESCO, Paris.
- Fishbein, M. et I. Ajzen (1980). *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Prentice-Hall Inc., New Jersey, É.-U.
- Fisher, M. (1994). *Psychologie de l'environnement*. Presses universitaires de France.
- Fortin, G., D. Leclair et A. Sylvestre (1994). *Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du lac Saint-Louis. Zones d'intervention prioritaire 5 et 6*. Environnement Canada – Région du Québec, Centre Saint-Laurent, Montréal. Rapport technique, pp. 9-11.
- Friedberg, E. (1993). *Le pouvoir et la règle, dynamique de l'action organisée*. Éditions du Seuil.
- Gardner Pinfold Consulting (2003). *Lake Ontario and St. Lawrence River Water Levels Impact Study*. Préparé pour le Groupe de travail technique sur la navigation de plaisance et le tourisme de la Commission mixte internationale. 87 pages et annexes.

- Godard, O., C. Henry, P. Lagadec et E. Michel-Kerjan (2002). *Traité des nouveaux risques, précaution, crise, assurance*. Folio Actuel, Éditions Gallimard.
- Goss Gilroy inc. (2003). *Economic Impact Analysis of Recreational Boating in Canada – 2001*. Préparé pour Discover Boating, Ottawa.
- Hirschman, A.O. (1992). « Exit and voice: An expanding sphere of influence ». *Rival Views of Market Society and Other Recent Essays*. Harvard University Press, pp. 77-101.
- Howlett, M. (2001). « Gouvernance environnementale et gestion de réseaux : entre changements et stabilité », *Gérer l'environnement, défis constants, solutions incertaines*. Sous la direction de A. Parson, Les Presses de l'Université de Montréal.
- Industrie Canada (1999). *Bateaux de plaisance*. Statistiques. Sur le site Internet : <strategis.ic.gc.ca>.
- INRS (Institut national de recherche scientifique) – Eau (1999). *Modeleur/Hydrosim, Guide d'utilisation*. Document Modeleur 1.01a01, INRS.
- INSPQ (Institut national de santé publique du Québec) (2002). *Changing Behaviors in a Time of Climate Change: Social Science Perspectives on the Health Impact Assessment of Climate Change and Adaptation Behaviors*. Rapport d'un atelier tenu à Québec, 27 et 28 août, 2002, Bureau des changements climatiques, Santé Canada.
- IPCC (International Panel on Climate Change) (2001a). *Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity*. Chap.18, Impacts, Adaptation and Vulnerability. UNEP.
- IPCC (International Panel on Climate Change) (2001b). *Climate Change 2001: Mitigation – Technical Summary*. Working Group III.
- IPCC (International Panel on Climate Change) (2001c). *Climate Change 2001: Mitigation – Summary for Policymakers*. Working Group III.
- IPCC (International Panel on Climate Change) (2001d). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability – Summary for Policymakers*. Working Group II.
- IPCC (1998). *Special Report on the Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability*. UNEP, WMO.
- Jaffe, M. et O. Al-Jayyousi (2002). « Planning models for sustainable water resource development ». *Journal of Environmental Planning and Management*, 45 (3) : 309-322.
- Jansen, H.M.A., O.J. Kuik et C.K. Spiegel (1991). « Des incidences d'une évaluation du niveau des mers : une approche économique ». *Le changement climatique, évaluation des retombées socio-économiques*, OCDE, Paris, pp. 79-98.

- Jourdain, A., M.-J. Auclair, J. Paquin et D. Gingras (1995). *Synthèse et analyse des connaissances sur les aspects socio-économiques du lac Saint-Louis. Rapport technique, Zones d'intervention prioritaire 5 et 6. 2^e édition*. Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent.
- Kandel, R. (2002). « Les modèles météorologiques et climatiques », *Enquête sur le concept de modèle*. Sous la direction de P. Nouvel, Presses Universitaires de France, pp. 67-98.
- Lofgren, B. M., F.H. Quinn, A.H. Clites, R.A. Assel, A.J. Eberhardt et C.L. Luukkonen (2002). « Evaluation of potential impacts on Great Lakes water resources based on climate scenarios of two GCMs », *Journal of Great Lakes Research*, 28 (4) : 537-554.
- Marjolein, B.A.V.A et N. Rijkens-Klomp (2002). « A look in the mirror: Reflection on participation in integrated assessment from a methodological perspective ». *Global Environmental Change*, 12 : 167-184.
- Marjolein, B.A.V.A. et J. Rotmans (2002). « Uncertainty in integrated assessment modelling ». *Climatic Change*, 54 (1-2) : 75-105.
- McCullough and Associates and Diane Mackie and Associates (2002a). *Ontario Marina Impact Survey. Final Report* (vol. 1). Préparé pour la Commission mixte internationale, 62 pages.
- McCullough and Associates and Diane Mackie and Associates (2002b). *Ontario Marina Impact Survey, Tabular Data* (vol. 2). Préparé pour la Commission mixte internationale.
- Mermet, L. (1992). *Stratégies pour la gestion de l'environnement, la nature comme jeu de société*. L'Harmattan, collection « Environnement ».
- Morin, J. et A. Bouchard (2001). *Les bases de la modélisation du tronçon Montréal–Trois-Rivières*. Environnement Canada, Sainte-Foy. Rapport scientifique SMC-Hydrométrie RS-100, 57 pages.
- Mortsch, L., H. Hengeveld, M. Lister, B. Lofgren, F. Quinn, M. Slivitzky et L. Wenger (2000). « Climate change impacts on hydrology of the Great Lakes–St. Lawrence system », *Canadian Water Resources Journal*, 25 (2) : 153-179.
- Olmos, S. (2001). *Vulnerability and Adaptation to Climate Change: Concepts, Issues, Assessment Methods*. Climate Change Knowledge Network, Foundation paper.
- O'Riordan, T. (1977). « Citizen participation in practice: Some dilemmas and possible solutions », *Public participation in planning*. Édité par W.R.D. Sewell et J.T. Coppock, J. Wiley and Sons, Vancouver, pp. 159-171.

- Parker, P., R. Letcher, A. Jakeman *et al.* (2002). « The potential for integrated assessment and modelling to solve environmental problems: vision, capacity, and direction ». *Understanding and Solving Problems in the 21st Century, Toward a New, Integrated Hard Problem Science*. Édité par R. Costanza et S. E. Jorgensen, Elsevier, pp. 19-39.
- Pêches et Océans Canada (2001). *Statistiques sur les incidents de recherche et sauvetage, 1998, tableaux et figures*. Sur le site Internet :
<<http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/fr/navig/incd-mar/incd-mar.htm>>.
- Pêches et Océans Canada (2000). *Statistiques sur les incidents de recherche et sauvetage, 1999, Région Laurentienne*. Sur le site Internet :
<http://www.marinfo.gc.ca/fr/statistiques/1999/RapportStatistique99_final_F.pdf>
- Planning and Zoning Center inc. and Michigan State University Department of Park, Recreation and Tourism Resources and EPIC MRA (2001). *Economic Impact of Lake Michigan Levels on Recreational Boating and Charter Fishing in Five Counties, Final Report*. US Army Corps of Engineers, Detroit District, 61 pages et annexes.
- Renou, S., M. Houle et J.-F. Bibeault (2001). *Intégration de données de terrain pour les accès nautiques du lac Saint-Louis au lac Saint-Pierre et essai de modélisation de variations de niveaux d'eau pour une marina témoin*. Groupe de travail technique sur la plaisance et le tourisme, Commission mixte internationale, 15 pages et annexes.
- Rioux, D. (2000). « Contribution à la validation physique de la modélisation des micro-habitats en 2D pour le Saumon atlantique (*Salmo salar*) de la rivière Sainte-Marguerite ». Mémoire de maîtrise, INRS-Eau, Sainte-Foy, Québec. 164 pages.
- RNC (Ressources naturelles Canada) (2002). *Impacts et adaptations liés au changement climatique : perspective canadienne. Les ressources en eau*. Direction des impacts et de l'adaptation liés au changement climatique, Ottawa. Rapport.
- Royal St. Lawrence Yacht Club (1988). *The Royal St. Lawrence Yacht Club, 1888-1988*. The Royal St. Lawrence Club Inc., Montréal.
- Schon, D.A. et C. Argyris (1978). *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*. Addison-Wesley Publishing Co. Inc., Cambridge.
- Slivitsky, M. (1997). « Les ressources en eau, leurs usages et disponibilités et les variations climatiques », *Les défis des changements environnementaux à l'échelle planétaire – Le climat, Volume 14, Numéro 2*. Actes du colloque ACFAS 1995, 63^e Congrès de l'ACFAS, Chicoutimi, pp.103-107.
- Tobiasson, B.O. et R.C. Kollmeyer (2002). *Marinas and Small Craft Harbors*. 2nd Edition.

- Weber, E. U. (1997). « Perception and expectation of climate change, precondition for economic and technological adaptation ». *Environment, Ethics, and Behavior: The Psychology of Environmental Valuation and Degradation*. Édité par M.H. Bazerman, D.M. Messick, A.E. Tenbrunsel et K.A. Wade-Benzoni, The New Lexington Press, San Francisco, pp. 315-341.
- Zins Beauguesne et associés (2002a). *Enquête auprès des opérateurs de marinas et yacht clubs, Rapport final* (vol. 1). Groupe de travail sur la plaisance et le tourisme, Commission mixte internationale, pagination multiple et annexes.
- Zins Beauguesne et associés (2002b). *Enquête auprès des opérateurs de marinas et yacht clubs, Résultats détaillés de l'enquête* (vol. 2). Groupe de travail sur la plaisance et le tourisme, Commission mixte internationale, non paginé.
- Zins Beauguesne et associés et groupe SECOR (1997). *Étude sur le nautisme : portrait du nautisme au Québec et potentiel de développement dans le Grand Montréal*. A.Q.I.N., Ville de Montréal, Bureau fédéral de développement régional, Ministère de la Métropole, Tourisme Québec et Communauté urbaine de Montréal. Rapport final sur l'industrie et le marché du nautisme, pagination multiple et annexes.

Annexe cartographique

Lac Saint-Louis

Scénario 1P

4572 m³/s à LaSalle

610 m³/s à Carillon

190 m³/s à Les Cèdres

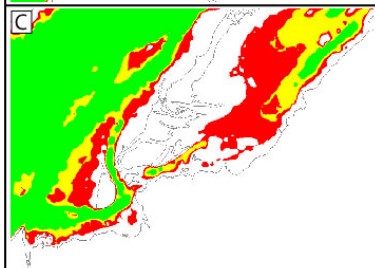
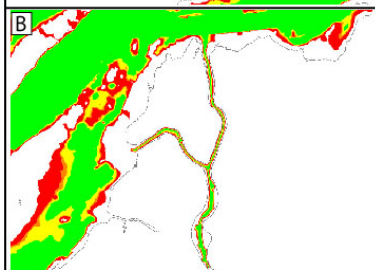
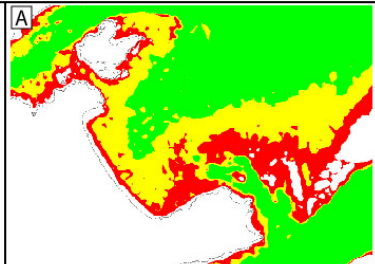
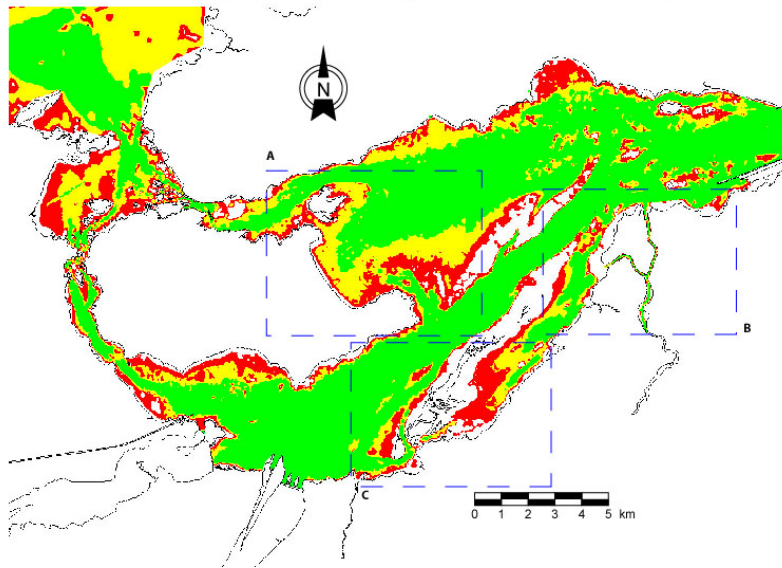
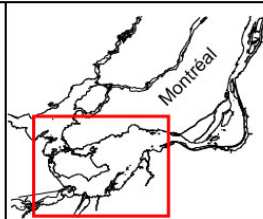
4345 m³/s à Beauharnois

Zones critiques pour
les embarcations (m)

0,00-0,91

0,91-1,83

>1,83



Lac Saint-Louis

Scénario 8P

14531 m³/s à LaSalle
9590 m³/s à Carillon
2401 m³/s à Les Cèdres
7660 m³/s à Beauharnois

Zones critiques pour les embarcations (m)

- 0,00-0,91
- 0,91-1,83
- >1,83

