



**LA VALEUR ÉCONOMIQUE DE LA PÊCHE BLANCHE ET DES
SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES AU LAC SAINT-PIERRE : ANALYSE
COÛTS-AVANTAGES DES STRATÉGIES D'ADAPTATION AUX
CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

Rapport final
Février 2016



LA VALEUR ÉCONOMIQUE DE LA PÊCHE BLANCHE ET DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES AU LAC SAINT-PIERRE : ANALYSE COÛTS-AVANTAGES DES STRATÉGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Rapport final Janvier 2016

Direction de l'étude :

Jie He, Département d'économie, Université de Sherbrooke

Équipe de réalisation :

Jie He, Département d'économie, Université de Sherbrooke

Thomas Poder, Centre de recherche du CHUS

Jérôme Dupras, Département des sciences naturelles, Université du Québec en Outaouais

Hermann Jaures Enomana, Département d'économie, Université de Sherbrooke

Rapport présenté à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada, au Gouvernement du Québec et à Ouranos, dans le cadre du volet services écosystémiques et pêche de *l'Étude économique des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques sur le fleuve Saint Laurent*, pilotée par Ouranos

Titre de projet Ouranos : Étude économique des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques sur le fleuve Saint Laurent

Numéro de projet Ouranos: 510019-123

Citation suggérée : He, J., Poder, T., Dupras, J. et Enomana, H. J. (2016). *La valeur économique de la pêche blanche et des services écosystémiques au lac saint-pierre : analyse coûts-avantages des stratégies d'adaptation aux changements climatiques*. Rapport présenté à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada, au Gouvernement du Québec et à Ouranos. Montréal : Université du Québec à Montréal . 162 p.

Les résultats et opinions présentés dans cette publication sont entièrement la responsabilité des auteurs. Toute utilisation de cette publication et de son contenu n'engage pas Ouranos et ses partenaires.

Pour plus d'information sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques, nous vous invitons à consulter les sites www.adaptation.rncan.gc.ca et www.ouranos.ca

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet piloté par Ouranos avec le soutien de Ressources naturelles Canada et du Gouvernement du Québec.

Les auteurs tiennent à remercier l'équipe d'Ouranos, Guillaume Larocque du Centre sur la science de la biodiversité du Québec, Stéphane Campeau de l'Université du Québec à Trois-Rivières, Franck Fetue Ndefo de l'Université de Sherbrooke et les experts ayant participé aux groupes sondes : Jean-Philippe Boyer (Groupe SM), Jérôme Cimon-Morin (Université Laval), Christiane Hudon (Environnement Canada), Bert Klein (MFFP), Claude Lavoie (Université Laval), Pierre Magnan (UQTR), Pedro Peres-Neto (UQAM), Monique Poulin (Université Laval), Raphaël Proulx (UQTR), Robert Siron (Ouranos), Katrine Turgeon (Université McGill). Cette recherche a été financée par le consortium Ouranos. Les auteurs remercient également l'Aire Faunique Communautaire du Lac Saint Pierre pour leurs aides dans la promotion des enquêtes sur la pêche. Nous remercions en particulier Philippe Brodeur (MFFP), qui a contribué de façons significatives dans le montage de nos trois versions de questionnaires et dans la mise en place de l'enquête envers les pêcheurs amateurs.

L'étude a bénéficié aussi de l'aide du Groupe de travail sur l'économie de la Plateforme d'adaptation.



Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada



Table des matières

Sommaire	7
1. Introduction	8
2. Cadre conceptuel de l'étude.....	10
2.1. Site d'étude : le lac Saint-Pierre	10
2.1.1. Caractéristiques physiques du site	10
2.1.2. Hydrologie du site	10
2.1.3 Les zones humides : une riche biodiversité	11
2.2. Les services écosystémiques associés au lac Saint-Pierre.....	12
2.2.1. Services d'habitat ou de support	13
2.2.2. Services de régulation	13
2.2.3. Services d'approvisionnement	14
2.2.4. Services culturels.....	15
2.3. Impacts attendus des changements climatiques sur l'écosystème du Lac Saint-Pierre.....	15
2.3.1. Un aperçu des changements climatiques attendus sur le fleuve Saint-Laurent.....	16
2.3.2. Impacts des changements climatiques sur les services écosystémiques du lac Saint-Pierre ..	18
2.3.2.1. Impacts sur les zones humides et la végétation riveraine	19
2.3.2.2. La qualité de l'eau	20
2.3.2.3. Impacts sur la faune piscicole	21
2.3.2.4. Impacts sur la faune aviaire	22
2.3.2.5. Impacts sur les reptiles et amphibiens	22
2.3.2.6. Impacts sur les services récréotouristiques.....	23
2.4. Les stratégies d'adaptation aux changements climatiques	23
2.4.1. Stratégies d'intervention existantes au lac Saint-Pierre.....	24
2.4.2. Autres mesures d'adaptations envisageables au niveau local et régional	24
2.5. La valeur économique des services écosystémiques du lac Saint-Pierre : état des lieux	27
2.5.1. Les retombées économiques associées aux services écosystémiques.....	27
2.5.1.1. Chasse et observation d'oiseaux.....	27
2.5.1.2. La pêche	28
2.5.1.3. Navigation de plaisance et commerciale	29
2.5.1.4. Impact économique des services écosystémiques marchands totaux.....	30
2.5.2. Les limites actuelles de l'évaluation économique	30
2.5.3. L'évaluation économique des services écosystémiques des milieux aquatiques au Canada..	31
2.5.3.1. La méthode des coûts de transport	33
2.5.3.2. La méthode d'évaluation contingente.....	33
3. Méthodologie.....	34
3.1. Les avantages économiques des stratégies d'adaptation	35
3.1.1. Construction des questionnaires.....	35
3.1.1.1. Spécificités du questionnaire associées à la méthode de comportement contingent.....	38
3.1.1.2. Spécificité du questionnaire associé à la méthode d'évaluation contingente.....	40
3.1.1.3. Spécificité du questionnaire associé à la méthode des choix multi-attributs	42
3.1.2. Stratégie d'échantillonnage	47
3.1.3. Modèles économétriques.....	48
3.1.3.1. Modèle du comportement contingent	48

3.1.3.2. Modèle de l'évaluation contingente.....	52
3.1.3.3. Modèle des choix multi-attributs.....	53
3.2. Les coûts des mesures d'adaptation.....	54
4. Résultats.....	54
4.1. Bénéfices économiques marchands et non marchands pour la population du Québec.....	55
4.1.1. Retombées économiques actuelles et futures des activités récréotouristiques sur le LSP	55
4.1.1.2. Variations des retombées économiques dues aux changements climatiques.....	57
4.1.1.3. Variation des retombées économiques après amélioration des conditions du LSP	58
4.1.2. Estimation de la valeur d'usage (i.e. valeur d'accès) par la méthode du comportement contingent	59
4.1.3. Estimation de la valeur économique non marchande par la méthode de l'évaluation contingente.....	64
4.1.4. Estimation de la valeur économique non marchande par la méthode des choix multi-attributs (CMA).....	69
4.2. Avantages économiques marchands et non marchands de la pêche blanche.....	76
4.2.1. Retombées économiques actuelles et futures mesurées par la méthode du comportement contingent	77
4.2.2. Estimation de la valeur d'usage (i.e. valeur d'accès) par la méthode du comportement contingent	79
4.2.4. Estimation de la valeur économique non marchande par la méthode de l'évaluation contingente.....	84
4.2.5. Estimation de la valeur économique non marchande par la méthode des choix multi-attributs	86
4.3. Coûts de mise en œuvre des mesures d'adaptation.....	93
4.3.1. Restaurer les zones riveraines et la plaine inondable autour du lac Saint-Pierre afin de réduire l'empiètement par les activités humaines	93
4.3.2. Modifier les pratiques agricoles en zone inondable et dans le bassin versant du lac Saint- Pierre.....	95
4.3.3. Augmenter l'efficacité et la capacité des municipalités dans le traitement des eaux usées...	95
4.3.4. Protéger et restaurer des habitats refuges pour les espèces en difficulté.....	96
4.3.5. Appliquer un moratoire sur l'excavation future du chenal de navigation pour protéger les habitats aquatiques de faible profondeur	97
4.3.6. Éduquer et sensibiliser le public.....	97
4.3.7. Appliquer de façon plus stricte les lois et règlements en vigueur	98
4.3.8. Coût total des mesures d'adaptation	98
4.4. Analyse coûts-avantages.....	99
5. Discussion.....	102
5.1. Justifications des mesures d'adaptation aux changements climatiques	103
5.2. Implications des résultats dans les politiques publiques	105
5.3. Limites et défis méthodologiques	108
6. Conclusion générale.....	111
7. Références bibliographiques.....	113
Annexe 1. Questionnaire destiné à la population générale.....	127
Annexe 2. Questionnaire destiné aux pêcheurs sportifs en hiver.....	148
Annexe 3. Questionnaire destiné à aux pêcheurs sportifs en été.....	171

Annexe 4. Dépliant de l'enquête sur la pêche blanche au lac Saint-Pierre	191
Annexe 5. Statistiques descriptives de l'échantillon de la population générale du Québec.....	192
Annexe 6. Statistiques descriptives de l'échantillon de la pêche blanche.....	199
Annexe 7. Liste des dépositaires des dépliants pour l'enquête sur la pêche blanche	203
Annexe 8. Synthèse des coûts pour un scénario hypothétique de restauration complète de 5000 hectares d'habitat selon Dumas et Brodeur (2014).	204
Annexe 9. Augmentation de la qualité de l'eau au lac Saint-Pierre par la restauration des bandes riveraines en milieu agricole.....	205

Sommaire

- La qualité et la quantité des services écosystémiques (SE) fournis par le lac Saint-Pierre (LSP), tels les produits de la pêche, les activités récréo-touristiques et la qualité des paysages, sont menacés par plusieurs facteurs de pression, dont les changements climatiques;
- Selon plusieurs scénarios hydroclimatiques, les changements climatiques pourraient entraîner une baisse des débits et des niveaux des Grands Lacs et du Saint-Laurent qui pourrait affecter considérablement l'écosystème du LSP et les SE qu'il fournit;
- Afin de minimiser la dégradation du LSP et préserver les SE, des mesures d'adaptation peuvent être mises en place, comme la restauration des zones riveraines et de la plaine inondable, la modification des pratiques agricoles en zone inondable et l'augmentation des capacités de traitement des eaux usées des municipalités;
- L'objectif de cette étude est de produire une évaluation économique des impacts des changements climatiques et une analyse coûts-avantages des stratégies d'adaptation, où les coûts réfèrent à la mise en œuvre des stratégies d'adaptation et les avantages à la valeur de SE clés protégés, tels que la qualité des habitats pour la biodiversité (i.e. poissons et oiseaux), la qualité de l'eau, l'accès au Lac nécessaire aux activités récréo-touristiques (i.e. la condition des rives) et le caractère exceptionnel du lac;
- La méthode des prix de marché a été utilisée pour évaluer les coûts de mise en œuvre des mesures d'adaptation. En ce qui concerne les avantages, une combinaison de quatre méthodes d'évaluation économique des biens environnementaux par préférences exprimées a été retenue, soit les retombées économiques, les méthodes du comportement contingent, de l'évaluation contingente et des choix multi-attributs. Les avantages ont été mesurés à la fois pour l'ensemble de la population du Québec et pour les pêcheurs pratiquant la pêche blanche;
- Les coûts de mise en œuvre des sept mesures d'adaptation retenues dans l'étude se situent entre 348 M\$ et 1 010 M\$ (selon les scénarios) alors que les avantages associés à l'usage des services écosystème du lac découlant de la mise en œuvre de mesures d'adaptation sont estimés entre 1 227 et 3 271 M\$ (selon la période prédite de la chute du niveau d'eau du LSP). Il est clair que les avantages économiques des mesures d'intervention identifiés dépassent largement les coûts;
- Les analyses de sensibilité selon les scénarios de coûts (d'optimiste à pessimiste) et selon les choix de taux d'actualisation (2, 4 et 6%) montrent également une bonne stabilité des résultats sur la rentabilité positive des mesures des interventions. Selon les circonstances, appliquer les mesures d'adaptation identifiées dès maintenant pour contrer les futurs changements des conditions du LSP semble l'option la plus pertinente;
- Finalement, nous soulignons l'importance de considérer au moins en partie la valeur de non-usage des services écosystème du lac Saint Pierre, qui sera également améliorée par les mesures d'adaptation.

1. Introduction

Avec une longueur de près de 30 km et une largeur de 13 km, le lac St-Pierre couvre une superficie d'environ 500 km² et recèle plus de 40 % des milieux humides retrouvés tout le long du fleuve Saint-Laurent (MDDEFP, 2013). Dans sa partie en amont, les îles de Sorel constituent le plus important archipel du Saint-Laurent avec 103 îles (Municonsult, 2002). D'une profondeur moyenne de 3 m, en dehors du chenal de navigation creusé en son centre, le lac St-Pierre (LSP) constitue la plus grande plaine inondable d'eau douce du Québec (MDDEFP, 2013). L'écosystème unique du LSP est caractérisé par une grande diversité de milieux humides qui servent d'habitat pour un grand nombre d'espèces fauniques et floristiques, dont 288 espèces d'oiseaux, soit 72% des oiseaux répertoriés dans la province, et 79 espèces de poissons, représentant 70% des espèces retrouvées en eaux douces au Québec (MDDEFP, 2013). En raison de son importance écologique à l'échelle internationale, le LSP a été désigné site Ramsar en 1998, et a été déclaré réserve de la biosphère en 2000 par l'UNESCO.

Près de 75% de la population québécoise habite dans le grand bassin versant du LSP, dont le tiers (soit 1,9 million de personnes) peuple les bassins versants des tributaires directs (MDDEFP, 2013). La population bénéficie ainsi des services offerts par les écosystèmes du lac à travers la fourniture de biens matériels, comme les fruits de la pêche, ou de services de régulation écologique tels que la prévention des inondations ou la purification de l'eau. Certains écosystèmes du lac servent également aux activités de loisirs et génèrent de l'emploi et des revenus dans le secteur touristique.

Au cours des dernières décennies, l'intégrité de l'écosystème du LSP a été profondément affectée par les activités humaines dans les bassins versants de ses affluents et sa plaine inondable, entraînant ainsi des pertes d'habitats pour la faune et la flore (MDDEFP, 2013). Bien que la contamination des sédiments du LSP ait diminué grâce à la mise en place de plusieurs programmes gouvernementaux, la qualité de l'eau reste encore préoccupante dans plusieurs secteurs. Depuis deux décennies, on assiste à un déclin de la population de certaines espèces de poissons comme la perchaude et la situation est devenue si critique qu'un moratoire sur la pêche de celle-ci a dû être instauré en 2012.

Les changements climatiques risquent de rendre les efforts d'amélioration de la qualité de l'eau et des habitats naturels encore plus difficiles. Les changements climatiques en cours ont le potentiel d'entraîner des modifications importantes du régime hydrologique du lac, avec, entre autres, des crues qui seront probablement moins élevées ou plus précoces et des étiages plus sévères. Des épisodes de mortalité massive de poissons reliés à des températures anormalement élevées de l'eau, tel que celui observé en 2001, pourraient aussi se produire plus régulièrement. Outre leurs effets sur les habitats, ces conditions climatiques rendront potentiellement de plus en plus complexe la conciliation entre la protection de la biodiversité et le maintien, voir le développement, de certaines activités pratiquées sur le lac, comme la pêche.

Depuis quelques années, et tout spécialement depuis la publication du rapport de l'Évaluation

des écosystèmes pour le millénaire en 2005 (MEA, 2005), on réfère au concept de services écosystémiques (SE) pour illustrer les nombreux bénéfices produits par la biodiversité et les écosystèmes au bénéfice des communautés humaines. Ces aménités, matérielles ou immatérielles sont, outre des services d’approvisionnement directs comme la nourriture ou le bois de chauffage, des services de qui participent à la régulation des systèmes naturels, à la culture et au patrimoine, et fournissent un apport substantiel aux systèmes économiques. Les SE sont utiles et essentiels au bien-être humain et, dans bien des cas, ne peuvent être remplacés par des produits de fabrication humaine (Daily, 1997; De Groot, 2002; MEA, 2005).

D’un point de vue économique, les conclusions de plusieurs travaux publiés dans la dernière décennie montrent que la réelle contribution des écosystèmes au bien-être humain est mal évaluée ce qui mène à des décisions d’utilisation du capital naturel qui participent à la dégradation de l’environnement (MEA, 2005 ; TEEB, 2010). Une des raisons expliquant ce phénomène est que les SE non marchands sont difficilement évaluable économiquement. En conséquence, ils ne sont pas représentés en termes économiques et ne peuvent être intégrés à des outils de prise de décision basés sur des indicateurs économiques. Afin de palier à ce problème, des outils et méthodes d’évaluation économique des SE non marchands ont été développés dans les dernières décennies (Dupras et al. 2013a) et visent à représenter économiquement les SE pour favoriser leur inclusion dans les processus de décisions publiques et privées.

L’objectif du projet de recherche présenté dans ce document est de réaliser une analyse coûts-avantages des mesures d’adaptations aux changements climatiques pour la préservation de la pêche sportive et des SE au LSP. Les visées de la démarche sont donc doubles. Il s’agit d’abord d’évaluer économiquement les avantages (i.e. les bénéfices marchands et non marchands) découlant de la pêche sportive et des autres SE clés associés au LSP et ensuite, de comparer les coûts de mise en œuvre de différentes stratégies d’adaptation aux changements climatiques en regard de la préservation de ces services.

En fournissant des ces évaluations nouvelles, la plupart pour des SE non marchands, l’étude vise à faciliter la prise de décision tant publique que privée pour l’adaptation aux changements climatiques. Ce document vise donc ultimement à aider diverses parties prenantes à prendre en compte les impacts des changements climatiques dans leurs décisions et à mettre en place des stratégies d’adaptation pour préserver l’intégrité des SE produits par le LSP.

2. Cadre conceptuel de l'étude

La prochaine section présente les éléments conceptuels qui ont servi de contexte et de référence au design et à la conduite de l'étude. Dans la première partie, *Site d'étude*, le LSP sera présenté et détaillé selon ses caractéristiques physiques et biologiques. Dans la deuxième partie, *Services écosystémiques*, nous introduisons le concept de SE et apposons cette grille d'analyse au LSP afin de présenter les principaux SE produits par le lac. Dans la troisième section, *Changements climatiques*, nous aborderons la question des variations climatiques et de leurs impacts potentiels sur le LSP. Dans la quatrième partie, *Stratégies d'adaptation*, un survol des stratégies et pratiques visant à juguler les problèmes environnementaux sera présenté. Finalement, dans la section sur la *Valeur économique des services écosystémiques*, nous aborderons la question du traitement économique des SE, à travers une présentation des concepts et méthodes.

2.1. Site d'étude : le lac Saint-Pierre

2.1.1. Caractéristiques physiques du site

Dernier élargissement majeur du fleuve Saint-Laurent avant l'estuaire, le LSP est situé entre Sorel et Trois-Rivières, au cœur d'une des plus importantes zones agricoles, urbaines et industrielles d'Amérique du Nord. Il draine un immense territoire de près d'un million de km² (MDDEFP, 2013), situé à 58% aux États-Unis et à 28% en Ontario, qui constitue son bassin versant.

Le LSP est composé de deux grands secteurs : en amont on retrouve un archipel de 151 km² formé d'une vaste mosaïque d'îles, alors qu'en aval on découvre un lac peu profond avec une superficie de 318 km², qui s'étend des rivières Maskinongé et Yamaska jusqu'à la rivière Nicolet (Massé et Mongeau, 1974). Le bassin versant des tributaires directs du LSP recouvre quatre grandes unités naturelles (i.e. provinces naturelles) dans sa portion québécoise, soit les basses-terres de l'Abitibi, les Laurentides, les Appalaches et les basses-terres du Saint-Laurent (MDDEFP, 2013). Les basses-terres du Saint-Laurent constituent aujourd'hui la province naturelle la plus peuplée du Québec avec 4 millions de personnes, et regroupent l'essentiel des activités agricoles (ibid.).

2.1.2. Hydrologie du site

Le comportement hydrologique de ce vaste plan d'eau est typique de celui d'un élargissement fluvial. La fluctuation annuelle du niveau d'eau y est de l'ordre de 3 m avec un maximum durant la fonte printanière et un minimum à la fin de l'été (Morin et Bouchard, 2000). Cette masse d'eau peu profonde à caractéristiques lacustres a un courant relativement faible compris entre 0,1 et 0,4 m/s (Mingelbier et Douguet, 1999). Cependant, un chenal de navigation de 11,3 m de profondeur, pouvant atteindre 13,7 m, est dragué sur 240 m de largeur près du centre du lac. Les masses d'eau du lac ne forment pas un mélange homogène puisque l'eau des affluents coule près des rives tandis que la voie maritime contient les eaux en provenance des Grand Lacs (DFH, 1998).

Le débit à la sortie des Grands Lacs varie annuellement entre 6 000 et 9 000 m³/s, ce qui représente près de 60 % du débit dans le LSP au printemps (Brodeur et al., 2004). La régularisation de l'eau des Grands Lacs a donc une influence directe sur le niveau du LSP. Le débit moyen annuel du fleuve Saint-Laurent est de 9 725 m³/s à l'entrée du LSP et de 10 500 m³/s à sa sortie (Lessard, 1991). Comme on peut le voir sur la figure 1, le LSP est alimenté par douze tributaires, soit huit sur la rive nord (Chaloupe, Bayonne, Chicot, Maskinongé, du Loup, Petite rivière du Loup, Yamachiche et Petite rivière Yamachiche) et quatre sur la rive sud (Richelieu, Yamaska, Saint-François et Nicolet), qui fournissent au total un débit de près de 800 m³/s (Langlois et al., 1992). Les principaux affluents sont localisés sur la rive sud. D'ouest en est, ce sont les rivières Richelieu (374 m³/s), Yamaska (87 m³/s), Saint-François (219 m³/s) et Nicolet (77 m³/s) (Environnement Canada, 1997).



Figure 2.1. Carte du lac Saint-Pierre et de ses principaux tributaires (Environnement Canada, 2013¹)

2.1.3 Les zones humides : une riche biodiversité

Le LSP abrite les plus grandes superficies de milieux humides de la portion fluviale du fleuve Saint-Laurent en amont de la ville de Québec (MDDEFP, 2013). La topographie très peu accidentée du territoire, de même que la faiblesse des pentes, favorisent la création de milieux humides très importants en termes de superficie. La plaine inondable est également une caractéristique importante du LSP. Pour une crue printanière récurrente aux deux ans, le niveau du Lac augmente de plus de 2 m et 14 000 ha peuvent être inondés pour une période de cinq à neuf semaines (Lessard, 1991). Le LSP devient alors la plus grande plaine inondable d'eau douce du Québec (UNESCO, 2000). Ces inondations répétées ont permis la mise en place de quatre types d'habitats de milieux humides autour du LSP (ibid.).

Dans les zones du lac où la profondeur dépasse 2 m, les plantes submergées ou flottantes forment des herbiers aquatiques. Dans les zones moins profondes, les eaux se réchauffent

¹ Cette carte est disponible en ligne sur le site d'Environnement Canada.
<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=09C5A944-1>

facilement et laissent pénétrer la lumière, facilitant la croissance des plantes. Une végétation de type herbacée s'installe et de grandes tiges poussent hors de l'eau. L'herbier cède alors sa place au marais. Sur les berges exondées à l'été, une végétation herbacée souvent dominée par les graminées s'installe et laisse apparaître la prairie humide. Enfin, là où une nappe phréatique se maintient proche du niveau du sol, l'eau stagnante entretient en permanence un marécage, arbustif ou arborescent (MDDEFP, 2013).

Ces milieux représentent des zones de frayère, des aires d'alevinage ou encore de sites d'alimentation pour de nombreuses espèces de poissons, dont plusieurs propices à la pêche sportive et commerciale. Le LSP héberge 27 espèces de plantes rares ainsi que 288 espèces d'oiseaux parmi les 400 espèces d'oiseaux identifiées au Québec. Le LSP abrite d'ailleurs la plus grande héronnière d'Amérique du Nord avec 1 300 couples nicheurs (MDDEFP, 2013). L'importance du LSP pour la faune aviaire est par ailleurs reconnue : quatre secteurs du lac et de son littoral sont ainsi considérés comme zones d'intérêt pour la conservation des oiseaux (ZICO). De même, 79 espèces de poissons fréquentent le LSP, dont la barbotte brune, le grand brochet, le crapet-soleil et le doré jaune.

Le LSP et son littoral abritent également plusieurs espèces fauniques et floristiques sensibles. Dans sa zone littorale, 67 espèces menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables ont été observées (MDDEFP, 2013). On y retrouve 50% des espèces d'invertébrés, 27% des espèces fauniques et 11% des espèces floristiques sensibles du Québec (MDDEFP, 2013). En raison de sa richesse biologique, le LSP a été désigné site Ramsar en 1998 et est donc reconnu selon la convention du même nom comme un milieu humide d'importance internationale. La Convention de Ramsar sert de cadre international pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. En 2001, le Lac a également été désigné comme réserve mondiale de la biosphère par l'UNESCO, qui reconnaît un engagement à développer l'économie régionale en accord avec les principes du développement durable. De plus, un réseau de 44 aires protégées inscrites au registre des aires protégées du Québec et couvrant 250 km² a été mis en place dans le lac et son littoral (MDDEFP, 2013).

2.2. Les services écosystémiques associés au lac Saint-Pierre

Le terme service écosystémique (SE) réfère aux bénéfices produits par les écosystèmes pour les communautés humaines, et ce à travers la fourniture de biens et services autant tangibles et intangibles et la régulation écologique des milieux de vie (Asconit et al., 2009). Les SE se rapportent donc à des impacts positifs des écosystèmes sur le bien-être humain à travers la fourniture de biens et services. Il existe une panoplie de classifications des SE (e.g. CICES, 2013 ; UK National ecosystem assessment (UK NEA), 2011; DSS, 2010; Limoges, 2009; MEA, 2005). Le classement du Millenium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) demeure celui qui a été le plus souvent adopté (DSS, 2010), autant par des scientifiques indépendants (e.g. UK NEA 2011; Brahic et Terreaux, 2009) que par des entités gouvernementales (e.g. Reveret et al., 2008). Selon le MEA (2005), les SE peuvent être regroupés en quatre catégories: les

services de support, les services d'approvisionnement, les services de régulation et les services socioculturels. Les sections qui suivent décrivent ces catégories de SE et les services produits par le LSP qui peuvent y être associés.

2.2.1. Services d'habitat ou de support

Les services d'habitat ou de support correspondent à la fourniture d'un espace de vie aux plantes et aux animaux et au maintien d'une diversité d'espèces différentes de plantes et d'animaux (Dupras et al., 2013a). Ils regroupent notamment les cycles de l'eau et des nutriments, la production primaire de biomasse et la formation du sol, et sont fortement interdépendants (MEA, 2005). Ils sont nécessaires à la production des biens et services des trois autres catégories (ibid.). De ce fait, ils sont à la base du fonctionnement de tous les SE. Contrairement aux trois autres catégories de SE, l'impact des services de support est souvent indirect et intangible (ibid.). Les eaux et milieux humides variés du LSP et de son archipel présentent une grande variété d'habitats. Sa vaste plaine inondable compte 4 000 ha de terres agricoles qui sont principalement utilisées par plus de 600 000 oiseaux (canards, oies et bernaches notamment) lors de leur halte migratoire printanière (Dombrowski et al., 2000). Les herbiers aquatiques, avec une superficie de 6 217 ha, sont des milieux de support à de nombreux invertébrés; les poissons s'y reproduisent, s'y alimentent et s'y abritent et les canards y trouvent leur alimentation pendant la halte migratoire d'automne (Municonsult, 2002a). Les marais, avec une superficie de 8 361 ha, servent d'habitat pour le rat musqué et les anoues entre autres. Ils abritent une multitude d'invertébrés et de poissons juvéniles ainsi que les prédateurs associés. Les canards barboteurs l'utilisent pour l'élevage et comme halte migratoire (ibid.). Les marécages, avec une superficie de 8 395 ha, sont habités par les oiseaux en période de nidification, servent d'abri pour les reptiles et amphibiens et de lieux de reproduction et d'alimentation pour les poissons (ibid.). Les prairies humides, d'une superficie de 4 796 ha, constituent des milieux incubateurs pour les poissons et les invertébrés, et des milieux alimentaires et reproducteurs pour les canards et les poissons (ibid.). Ces sites sont d'une grande importance pour la conservation des espèces sensibles comme le chevalier cuiré ou la lézardelle penchée (MDDEFP, 2013).

2.2.2. Services de régulation

Les services de régulation d'un écosystème ont comme rôle général de maintenir la qualité de l'environnement humain par l'entremise des cycles de régulation ou d'agents régulateurs (MEA, 2005). Les services de régulation sont nombreux, car ils englobent les mécanismes issus de l'interaction entre le vivant et le non-vivant qui fournissent un milieu de vie approprié à l'être humain, comme la régulation du climat et de l'eau, la prévention d'inondations ou de maladies, la pollinisation ou encore la filtration de l'eau (Dupras et al., 2013a). Au LSP, les bandes riveraines et les marais, qui agissent comme filtres naturels, jouent un rôle clé pour les communautés humaines et la biodiversité. Par exemple la végétation des bandes riveraines et la formation des couches de tourbes dans les marais permettent la régulation du climat global par la séquestration du carbone. Dans le bassin de la rivière l'Ormière, au Québec, Hernandez et al. (2008) montrent que sur un horizon de 25 ans, la plantation d'arbres sur un hectare de systèmes riverains a permis de capter 587 tonnes d'équivalent CO₂. Les milieux riverains et les marais du lac peuvent aussi participer à la régulation des microclimats. Par exemple, les précipitations et

la température atmosphérique peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau, au travers des terrains et de la végétation (par évapotranspiration) qui caractérisent les marais. Concernant les bandes riveraines, elles peuvent atténuer les effets de la saison sèche au bénéfice de certaines activités agricoles puisque la force du vent est réduite par les arbres et que cela dessèche moins les cultures (Limoges, 2009). En accumulant la neige et en la gardant plus longtemps au printemps, les bandes boisées peuvent étirer la crue et éviter l'érosion associée aux pics de débit (Kort et al., 1998). En été, les bandes riveraines favorisent un débit sans crue d'importance et sans étiage sévère (Limoges, 2009). En captant des nutriments par les racines des végétaux qui la composent, les bandes riveraines peuvent freiner la progression de la pollution diffuse (fertilisant et pesticide), d'insectes, de virus ou d'autres pathogènes (Lin et al., 2007). La régulation des odeurs, des maladies et des prédateurs agricoles se fait par une réduction de la dérive des substances ou des organismes. Tyndall et Coletti (2000) ont ainsi conclu que les bandes boisées, surtout conifériennes, réduisaient la diffusion des odeurs en les diluant dans l'atmosphère, en les interceptant ou en causant la déposition des particules aérosol dans une proportion allant jusqu'à 56%.

2.2.3. Services d'approvisionnement

Les services d'approvisionnement sont des biens directement obtenus de l'écosystème que les humains peuvent utiliser (Limoges, 2009). Ils peuvent être procurés par des écosystèmes anthropisés comme les plantations et les zones agricoles, mais aussi par les milieux naturels ou humides (UK NEA, 2011). La société attribue une valeur marchande à la plupart de ces produits dans la mesure où ils sont présents sur le marché et qu'ils sont échangés contre de l'argent, pensons aux produits alimentaires ou au bois par exemple (Brahic et Terreaux, 2009).

En ce sens, au niveau de la production d'aliments et de matériaux, les zones humides du LSP peuvent être considérées comme support à l'agriculture, à l'aquaculture, à la sylviculture, à la cueillette (e.g. champignons, bois, végétaux) ou à la production de fibres (roseaux par exemple).

En ce qui concerne la pêche commerciale, la perchaude a représenté l'une des espèces les plus importantes à avoir été pêchée au cours des décennies 1960 à 1990 (MDDEFP, 2013). D'autres espèces comme l'esturgeon jaune, la barbotte brune et l'anguille d'Amérique font aussi partie des prises commerciales (BCDM Conseil Inc. 2005a). Les modes de pêche généralement pratiqués sur le LSP se répartissent entre la pêche en eau libre en embarcation, la pêche à gué et la pêche à quai.

La pêche blanche est également devenue une activité récréative populaire. Les espèces les plus prisées par les pêcheurs sportifs sont la perchaude, les dorés jaune et noir et le grand brochet (BCDM Conseil Inc. 2005a). Avant la mise en place du moratoire, la perchaude était l'espèce la plus recherchée par les pêcheurs lors de la saison de pêche hivernale (MDDEFP, 2013), mais le doré lui a succédé.

Le LSP est aussi un site privilégié pour la chasse à la sauvagine, la chasse aux grenouilles ainsi que le piégeage du rat musqué (Langlois et al., 1992).

2.2.4. Services culturels

Les services culturels sont les bénéfices non matériels que les gens retirent de leur contact avec les écosystèmes (MEA, 2005). En plus de leur lien avec les écosystèmes, ils sont aussi le fruit d'interactions avec la culture, les sociétés et les technologies (UK NEA, 2011). Ils regroupent notamment le tourisme et la récréation, les valeurs spirituelles et religieuses, l'inspiration et l'appréciation esthétique d'un paysage ou encore le patrimoine culturel et l'éducation. Un des services culturels les plus probants produits par le LSP est sans contredit ses opportunités récréotouristiques. Son environnement naturel offre des conditions favorables pour des activités culturelles, sportives ou de plein air.

En 2011, les quatre régions entourant le lac ont accueilli 5,45 millions de touristes qui ont généré 603 millions de dollars dans l'économie régionale, soutenant ainsi 1 664 entreprises associées au tourisme et représentant 15 806 emplois (MDDEFP, 2013). Le lac accueille des adeptes de kayak, *kitesurf*, planche à voile, rabaska et autres embarcations. Pour la navigation de plaisance, le lac est à la croisée des axes Québec-États-Unis et du fleuve Saint-Laurent. Ces environnements constituent d'excellents lieux d'observation ornithologique ou d'études du milieu humide, en raison notamment de la rareté et de l'unicité de la flore présente ou de la vulnérabilité de certaines espèces animales ou végétales (Municonsult, 2002a). L'observation des oiseaux est une activité populaire autour du LSP. Au printemps 1995, on comptait 80 000 visiteurs dans le secteur de Baie-du-Febvre (Municonsult, 2002a). L'île du Moine est considérée comme l'un des vingt meilleurs sites d'observation des oiseaux au Québec ; on peut y admirer plus de 113 différentes espèces d'oiseaux (Municonsult, 2002b).

2.3. Impacts attendus des changements climatiques sur l'écosystème du Lac Saint-Pierre

Les changements climatiques désignent une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité persistant généralement pendant des décennies ou plus (Pascal, 2010). Ces dernières décennies, des modifications notables des conditions climatiques ont pu être observées au Québec. Cependant, les changements climatiques anticipés en raison de l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre seront d'une ampleur bien plus grande (Webster et al., 2008). Par exemple, dans le Sud du Québec où se trouve le LSP, des automnes, hivers et printemps significativement plus doux avec des augmentations de température variant selon les scénarios et modèles, entre 2,5°C et 5,5°C, sous-entendent une arrivée de plus en plus tardive de la saison froide et une réduction de la durée et surtout de l'intensité des périodes de grand froid (Webster et al., 2008). Ceux-ci se traduiront inévitablement par des conséquences directes et indirectes sur les écosystèmes, la biodiversité, les populations ou encore sur les activités économiques. L'adaptation spontanée ou planifiée qui en découlera permettra à son tour d'en réduire les coûts ou s'il y a lieu d'accroître les effets bénéfiques des changements climatiques.

2.3.1. Un aperçu des changements climatiques attendus sur le fleuve Saint-Laurent

Le climat constitue un enjeu central pour l'avenir du fleuve Saint-Laurent, puisqu'il détermine la quantité d'eau présente dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent et plus spécifiquement du LSP. En effet, on peut s'attendre à ce qu'une baisse du niveau moyen du fleuve Saint-Laurent occasionne une modification de la configuration des deltas de certaines rivières comme la Yamaska et la Saint-François, toutes deux affluents du LSP (Desjarlais et al., 2004). Le réchauffement climatique affecte le cycle hydrologique en modifiant les précipitations, en haussant les températures et en diminuant la couverture de neige et de glace, ce qui a pour effet d'augmenter les taux d'évaporation. Plusieurs travaux récents suggèrent que le climat de la région couvrant les Grands Lacs et le Saint-Laurent est en transition. Les hivers sont devenus plus courts, la température moyenne annuelle s'accroît, la couverture de glace dure moins longtemps, et les épisodes de pluies intenses deviennent plus fréquents (Kling et al., 2003). Ces conditions climatiques sont susceptibles d'influencer les composantes hydrologiques des milieux humides.

En 1997, les statistiques historiques de niveaux du fleuve Saint-Laurent pour les 80 dernières années révélaient des variations cycliques de niveau saisonnier moyen allant jusqu'à 1 m de plus (1976) ou de moins (1965) que le niveau actuel, probablement en relation avec les conditions climatiques dans le bassin (Hudon, 1997). Au cours de la même période, l'amplitude verticale des niveaux saisonniers avait diminué de 2,2 à 1,5 m, à la suite de la régularisation du débit (Hudon, 1997). Nous avons documenté à travers notre revue de la littérature plusieurs prédictions sur les variations du niveau d'eau du fleuve Saint-Laurent et du LSP dans le futur. Dorénavant considéré comme un scénario trop pessimiste, Mortsch et Quinn (1996) ont prédit qu'un déficit récurrent des apports d'eau au bassin des Grands Lacs pourrait en retour se traduire par une baisse de 20 à 40% du débit sortant du lac Ontario vers le fleuve Saint-Laurent, avec une diminution du niveau moyen du fleuve de l'ordre de 1 m à Montréal. Une telle diminution des débits pourrait avoir des conséquences sur la navigation commerciale en réduisant considérablement la profondeur du chenal navigable, sur la surface d'eau libre dans le fleuve, et particulièrement au LSP qui est peu profond. Cependant, Croley (2003), qui a utilisé les sorties de quatre modèles de circulation générale, a prédit que la quantité d'eau transitant du lac Ontario vers le fleuve Saint-Laurent serait réduite de 4 à 24% sur une base annuelle à l'horizon 2050 par rapport au niveau actuel, touchant seulement le seuil de 20% de la prédiction de Mortsch et Quinn (1996). En utilisant une méthode similaire, Fagherazzi et al. (2005) ont conclu à une réduction encore plus faible des débits, variant de 1 à 8% de la rivière des Outaouais, le principal tributaire du fleuve Saint-Laurent. En combinant ces deux résultats, Lefaivre (2005) a conclu que les niveaux du fleuve Saint-Laurent seraient réduits dans le secteur de Montréal d'un maximum de 20 à 120 cm. Lofgren et al. (2002) ont sérieusement remis en question les scénarios très pessimistes de certaines études et prévoient qu'à l'avenir, la hausse anticipée des températures de l'air (d'environ 2°C), de la durée de la saison de croissance et de l'évaporation (12-17%) devraient entraîner une diminution du niveau moyen des Grands Lacs de 0,2 à 0,7m.

Ces transformations potentielles du régime hydrologique, en particulier les scénarios sur la baisse du niveau d'eau du fleuve Saint-Laurent sous les impacts des changements climatiques pourraient entraîner la propagation d'espèces exotiques envahissantes suite à l'exondation de vasières (Hudon, 2004). On anticipe également une crue printanière, moins forte, qui surviendra jusqu'à 3 semaines plus tôt (Boyer et al., 2010). De même, la température annuelle de l'eau, déjà en hausse de plus d'un degré depuis 1960 (Hudon et al., 2010), sera plus élevée et les températures et les niveaux d'eau extrêmes seront plus fréquents.

Notre étude se base quant à elle sur les scénarios d'évolution du niveau de l'eau du LSP proposés dans l'étude de Huard (2015). Huard (2015) a produit des scénarios de référence entre 2015-2065 en se basant sur environ 160 études/documents parus entre 1990 et 2013. Ces documents de référence modélisent les niveaux d'eau des Grands-Lacs et du fleuve St-Laurent dans un climat futur, analysent des niveaux d'eau historiques ou mesurent les impacts biophysiques et économiques des niveaux d'eau changeant au LSP sur la base des débits reconstitués à Sorel par Environnement Canada (Bouchard et Morin, 2000). Huard (2015) a ainsi construit deux scénarios : What if #1, qui correspond au scénario « chaud et sec » de la CMI utilisé par Morin et al. (2009), et What if #2, qui correspond aux situations de cycles saisonniers amplifiés. Un résumé de ces deux scénarios se trouve dans la figure 2.2 et montre une réduction importante du débit d'eau entre 2040-2048 dans le scénario #1 et une réduction moins importante, mais aussi persistante entre 2015-2023, dans le scénario #2. La présente étude s'est concentrée sur ces deux périodes spécifiques. Pour les fins du présent rapport, il sera question du scénario A (une réduction importante du débit d'eau entre 2040-2048) et du scénario B (une réduction moins importante, mais aussi persistante entre 2015-2023).

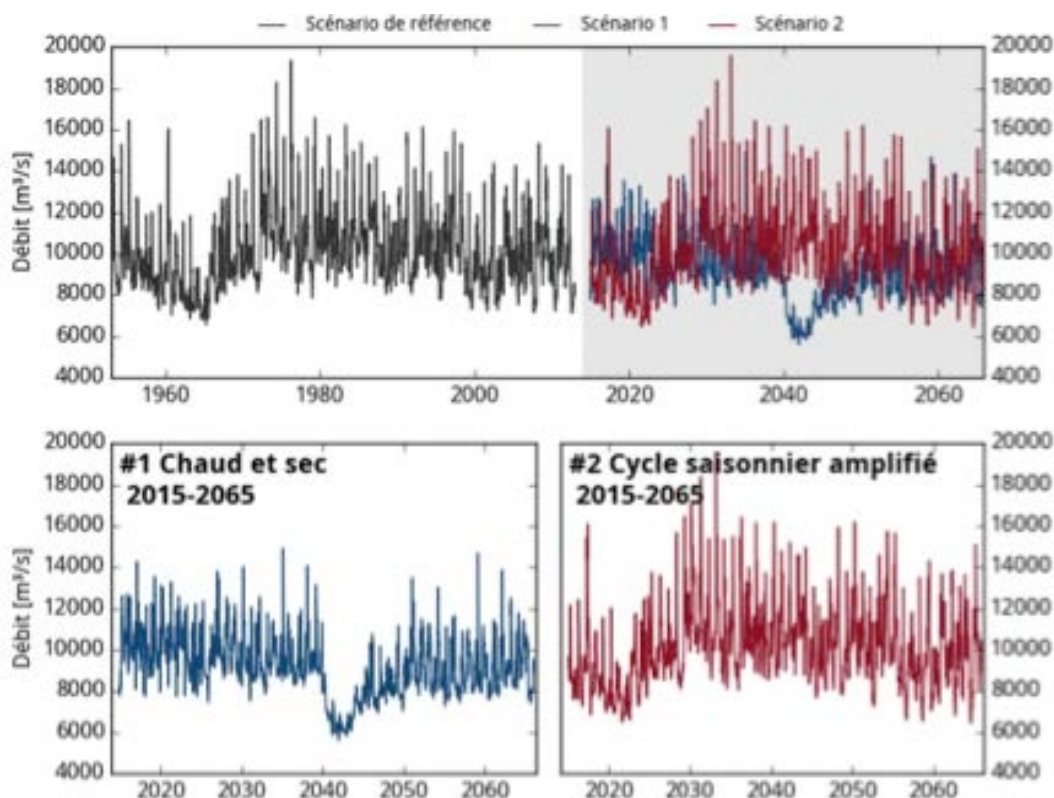


Figure 2.2. Débit d'eau du fleuve Saint-Laurent à la station de Sorel selon le scénario de référence et deux scénarios d'évolution future du climat (tiré de Huard, 2015, p. 23).

2.3.2. Impacts des changements climatiques sur les services écosystémiques du lac Saint-Pierre

Le patrimoine naturel du LSP offre plusieurs SE qui profitent à la flore, la faune et aux êtres humains. Cependant, les changements climatiques anticipés dans le fleuve Saint-Laurent posent d'importants défis pour une gestion efficace de ce patrimoine naturel en modifiant la quantité et l'emplacement des services rendus par l'écosystème. Dans la littérature, on retrouve plusieurs transformations des attributs des écosystèmes auxquelles un contexte de changements climatiques pourrait contribuer de manière plus ou moins importante.

D'un point de vue général, pour Carignan (2004), les conditions hydrologiques du LSP pourraient ressembler à celles en dents de scie observées au cours de la période 1999-2004, avec de faibles crues au printemps, mais de brusques inondations hivernales ou estivales, les années très sèches alternant avec des conditions plus près de la normale historique. Ces nouvelles conditions baisseraient le niveau d'eau et réduiraient la superficie de la plaine inondable du LSP qui deviendrait un écosystème davantage marécageux que lacustre, en raison de sa faible profondeur. L'assèchement partiel du lac rendra en outre son rivage plus accessible et vulnérable aux activités humaines (ibid.). En été, il est à prévoir un étiage plus prononcé et une baisse du niveau d'eau dans les zones littorales, ainsi qu'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des pluies abondantes (MDDEFP, 2013). Les conséquences à prévoir sur les habitats et la faune sont multiples, associées à une augmentation de la concentration des

polluants, une augmentation de la température de l'eau et aggravant les problèmes liés au ruissellement et à l'érosion des sols.

2.3.2.1. Impacts sur les zones humides et la végétation riveraine

Les milieux humides servent d'habitat pour une grande variété de plantes et d'animaux, y compris les migrateurs et les oiseaux nicheurs et sont des frayères pour de nombreuses espèces de poissons (Hartmann, 1990). Ils jouent un rôle prépondérant dans la rétention et la purification de l'eau qui y transite. Parce qu'ils agissent comme interface entre les écosystèmes terrestres et aquatiques, les milieux humides sont sensibles aux changements de température de l'air, des précipitations régionales, des eaux de ruissellement, de couverture de neige, de longueur de la saison de gel et d'évapotranspiration causés par les changements climatiques (Mortsch, 1998). Dans la littérature, de nombreuses caractéristiques des fluctuations du niveau de l'eau peuvent avoir une incidence sur les zones humides. En effet, les crues hivernales ont été identifiées comme des événements majeurs dans la conservation de la structure des milieux humides (Prowse et Conly, 1996), assurant l'hétérogénéité spatiale en arrachant le couvert végétal, permettant la formation de marelles et de trous et favorisant la dispersion à grande échelle et le mélange génétique des populations de plantes aquatiques (Dansereau, 1945).

Les niveaux élevés du lac limitent l'expansion des arbres, des arbustes et des plantes émergentes, tandis que les niveaux d'eau bas favorisent la germination des graines et limitent la croissance des plantes qui nécessitent des conditions très humides, comme les quenouilles (Wilcox et al., 2007). En conditions de bas niveau, la productivité des herbiers submergés devrait être plus importante en raison de la diminution de la profondeur moyenne et de la vitesse du courant ainsi que de la hausse de la température de l'eau et de l'intensité lumineuse atteignant le fond (Hudon et al., 2003b). Dans des conditions extrêmes de bas niveaux d'eau et la réduction des précipitations associées aux changements climatiques, les zones humides côtières pourraient progresser vers les écosystèmes terrestres. Jean et Létourneau (2011) ont remarqué dans plusieurs secteurs du fleuve Saint-Laurent une tendance vers l'assèchement relatif des milieux humides. Bien que cette tendance puisse être naturelle, les auteurs estiment que la baisse des niveaux d'eau enregistrée durant la décennie passée, ainsi que l'eutrophisation, aient pu avoir un effet accélérateur sur ce phénomène. Au LSP, une forte corrélation négative a été observée entre le niveau saisonnier et le pourcentage de couverture de la végétation émergente. Selon Hudon (1997), en conditions de bas niveau, le lac deviendrait un grand marécage (387 km²) où pourrait croître une grande biomasse de plantes (286×10³t), tandis qu'en conditions de haut niveau, le lac se transformerait en une vaste étendue d'eaux libres (501km²) qui pourrait supporter une plus faible biomasse de plantes aquatiques (117×10³t).

Les changements climatiques, à travers leur impact sur les débits du fleuve Saint-Laurent, pourraient également modifier la distribution spatiotemporelle des masses d'eau et leurs propriétés physicochimiques caractéristiques (Frenette et al., 2006). Ces changements risquent d'avoir une incidence sur la qualité nutritive des algues (Huggins et al., 2004) et la structure des communautés algales (micro et macrophytes). La baisse de profondeur devrait se traduire par une augmentation de lumière près du fond et donc, par une augmentation concomitante de la quantité de plantes submergées, ainsi que par des modifications des propriétés de la matière

organique dissoute dans l'eau et des particules (Martin et al., 2005). Les conditions associées aux bas niveaux d'eau semblent être favorables à la croissance des algues, incluant les algues vertes filamenteuses (Hudon et al. 2003a).

La vitesse des changements climatiques est un autre facteur important pour les écosystèmes des zones humides. Un rythme relativement lent de changement permettrait une adaptation constante et l'invasion de nouvelles espèces végétales et fauniques, mais un changement rapide et soudain du climat pourrait avoir des effets néfastes (Mortsch, 1998). Le roseau commun (*Phragmites australis*), considéré comme l'une des plantes les plus envahissantes des marais du Nord-Est de l'Amérique du Nord (Catling et Mitrow, 2011), pourrait être l'une des espèces qui profiteront le plus des nouvelles conditions créées par le réchauffement du climat. Le modèle d'habitat développé par Tougas-Tellier et al. (2013) suggère que les conditions climatiques actuelles sont déjà propices à une expansion considérable des roselières avec l'aide de la reproduction sexuée. Le phénomène risque d'être particulièrement remarquable au LSP où les roselières en place pourraient éventuellement augmenter leurs superficies par un facteur de 100, ce qui ferait de cet élargissement du fleuve le lieu du plus vaste complexe de roselières sur le continent nord-américain avec plus de 13 000 ha (ibid.).

2.3.2.2. La qualité de l'eau

La qualité de l'eau du LSP et de son archipel est en général influencée par des pressions anthropiques telles que la pollution d'origine urbaine, industrielle et agricole autour de son bassin versant (Berryman et al., 1996 ; Hudon et Carignan 2008). Ces pressions pourraient s'accroître avec la variabilité accrue de l'hydrologie liée aux changements climatiques anticipés dans cette région. Avec l'ampleur et la fréquence accrues des inondations, on pourrait observer une augmentation du volume des charges solides de sédiments, d'éléments fertilisants et de contaminants provenant des régions agricoles et urbaines. Une augmentation de l'intensité des précipitations peut aussi entraîner une érosion accrue de la surface des terres et des cours d'eau (McBean et Motiee, 2008 ; Longfield et Macklin, 1999). En raison des sécheresses estivales potentiellement plus graves, les niveaux d'eau du lac, plus faibles en été, devront exposer des sédiments toxiques autrefois submergés et provoquer une plus forte concentration des niveaux existants de nutriments, de contaminants et sédiments (Huff et Thomas, 2014). La teneur en oxygène dissous dans le lac pourrait diminuer en raison des températures élevées de l'eau et une augmentation de la longueur de la stratification de la saison estivale, causant potentiellement une baisse de la productivité globale du lac (Hall et al., 2007).

La qualité de l'eau pourrait également être dégradée par une augmentation de la fréquence et de l'ampleur de la prolifération d'algues, y compris les algues bleu-vert toxiques (Moy et al., 2010). En effet, la croissance des algues est favorisée dans les eaux plus chaudes, par conséquent des températures plus élevées de l'eau causées par les changements climatiques pourraient favoriser la croissance des algues dans le LSP. L'augmentation possible de certaines algues en situation de bas niveaux aggraverait le problème de goûts et d'odeurs et serait susceptible de nécessiter un traitement additionnel de l'eau potable (i.e. addition de charbon activé ou ozonation), augmentant ainsi le coût de production du service d'eau potable (École Polytechnique de Montréal, 2003). Des températures plus élevées et les bas niveaux d'eau du

lac pourraient également favoriser l'augmentation de populations aquatiques envahissantes dans le lac, comme la lamproie marine et les moules zébrées et quagga (Huff et Thomas, 2014).

2.3.2.3. Impacts sur la faune piscicole

Les poissons sont d'excellents indicateurs de l'état de santé du fleuve Saint-Laurent, non seulement parce qu'ils intègrent les changements spatio-temporels qui surviennent dans le milieu physique, mais aussi parce qu'ils sont sensibles à la plupart des pressions et des perturbations environnementales (Mingelbier et al., 2008). Les poissons ont développé une grande diversité de morphologies et de stratégies adaptatives pour s'acclimater à des conditions d'habitat très hétérogènes (Souchon et al., 1989). Ils choisissent des milieux compatibles avec leurs besoins, et leur présence dans ces endroits particuliers n'est pas fortuite (Payne et Lapointe, 1997). Les changements climatiques, à travers les variations de débits qu'ils entraînent, pourraient influencer les conditions physicochimiques de l'eau et des habitats disponibles, et plus particulièrement la température de l'eau, la teneur en oxygène dissous et la dessiccation, qui sont jugées essentielles pour les poissons (Talbot et al., 2006).

Plusieurs espèces de poissons du Saint-Laurent sont considérées comme des espèces d'eau froide ou intermédiaires pouvant tolérer difficilement des températures élevées et seraient donc obligées de se déplacer vers les eaux plus fraîches du chenal principal. Par ailleurs, les conditions propices à l'apparition de l'hypoxie nocturne des habitats riverains du Saint-Laurent sont particulièrement susceptibles de se produire lorsque les plantes submergées et les algues prolifèrent dans les zones littorales, en conditions de bas niveau et de température élevée de l'eau (Talbot et al., 2006). La superficie d'habitat propice à la faune aquatique pourrait ainsi se trouver sévèrement réduite, engendrant une diminution de croissance, voire des mortalités massives de poissons à l'occasion. Une réduction des teneurs en oxygène résultant d'une chute rapide de niveau au cours d'une période de canicule a d'ailleurs été invoquée pour expliquer la mortalité massive de carpes au cours de leur période de fraie dans les herbiers peu profonds du Saint-Laurent au printemps 2001 (Mingelbier et al., 2001; Ouellet et al., 2010, Monette et al., 2006 ; Hudon et al., 2010).

De son côté, la pêche du grand brochet est positivement influencée par l'abondance et la qualité de l'habitat de fraie, une température d'eau élevée et un niveau d'eau élevé maintenu pendant plusieurs semaines après le dépôt des œufs (Casselman et Lewis, 1996; Brodeur et al., 2004). Pour se reproduire, le grand brochet recherche les hauts marais qui offrent des conditions optimales par la densité de leur végétation. Or, les bas niveaux d'eau extrêmes ont pour effet de déplacer les sites de fraie vers les marais, où la végétation n'offre pas les conditions optimales pour la reproduction. Pour la perchaude, espèce menacée au LSP, une plus faible crue printanière devancée de trois semaines pourrait être dommageable pour la reproduction, en diminuant la quantité d'habitats de fraye disponibles et en exposant les jeunes recrues à des températures plus variables, augmentant ainsi la prévalence de conditions environnementales peu propices à la formation de fortes cohortes (Chenelière et al. 2014).

Globalement, les résultats obtenus par Mingelbier et Morin (2005) montrent que les impacts des fluctuations hydrologiques sur les habitats et sur la dynamique des poissons du fleuve Saint-Laurent varient selon les espèces. Par exemple, l'habitat des espèces lenticques (grand

brochet, Achigan à grande bouche, barbotte brune, méné jaune, queue à tache noire, perchaude et crapet-soleil) semble beaucoup plus vulnérable aux variations des débits que celui des espèces lotiques (esturgeon jaune, doré noir et doré jaune), qui semble moins limité.

2.3.2.4. Impacts sur la faune aviaire

Toutes les communautés végétales des rives du fleuve Saint-Laurent comportent un ou plusieurs habitats aviaires où la profondeur de l'eau et la durée des inondations sont déterminantes (DesGranges et al., 2006). Les différents inventaires réalisés au lac Saint-Pierre depuis le début des années 1980 ont permis de confirmer qu'il y a entre 15 000 et 20 000 canards barboteurs, entre 50 000 et plus de 100 000 Bernaches du Canada et jusqu'à 550 000 oies des neiges qui utilisent la plaine inondable du LSP au sommet de la migration printanière (Dombrowski et al., 2000). La presque totalité des oies (97%), quelque 50% des bernaches et près de 30% des canards barboteurs y trouvent refuge (Talbot et al., 2006). Les variations des niveaux d'eau liées aux changements climatiques pourraient influencer la superficie, la productivité et la diversité des milieux humides (i.e. tourbières, marais, marécages, prairies humides, herbiers), qui servent à leur tour d'habitat et de source de nourriture pour de nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques et palustres (e.g. râle de Virginie, petit blongios et râle jaune).

Le facteur le plus déterminant est la variation saisonnière et annuelle des niveaux d'eau, qui détermine l'étendue et la physionomie des milieux humides ainsi que le risque de destruction des nids par inondation ou exondation (Steen et Gibbs, 2002). Les espèces palustres réagissent fortement aux conditions hydrologiques de leur habitat de nidification, probablement parce qu'elles construisent leur nid soit dans la végétation flottante, soit légèrement au-dessus de l'eau dans la végétation émergente. Par exemple, si l'eau monte, les nids risquent d'être inondés. Par contre, si l'eau baisse, les sites de nidification peuvent être asséchés, et les nids sont alors exposés aux prédateurs terrestres et sont susceptibles d'être abandonnés (Post, 1998). Les niveaux d'eau régissent l'utilisation et la distribution de la sauvagine dans les secteurs non aménagés du LSP durant la migration printanière. D'après Talbot et al. (2006), c'est le maintien des hauts niveaux d'eau, au-dessus de la cote de 6,0 m à Sorel, qui assure la meilleure distribution des oiseaux aquatiques en migration dans la plaine d'inondation du LSP entre le 10 avril et la première semaine de mai. Par contre, en cas de changements climatiques, une baisse des niveaux d'eau dans la plaine inondable du LSP pourrait obliger près de 15 000 oiseaux à se déplacer et à se concentrer davantage dans les marais aménagés, alors que la sauvagine utilise déjà intensément ces secteurs particuliers (ibid.).

2.3.2.5. Impacts sur les reptiles et amphibiens

En plus de leur ectothermie qui les rend déjà particulièrement sensibles aux changements climatiques (Walther et al., 2002), les amphibiens sont également très dépendants des mares d'eau temporaires qui résultent de la fonte des neiges ou des crues printanières. Ils risquent aussi d'être affectés par une réduction des précipitations neigeuses et par des périodes de sécheresse qui diminueraient leurs chances de succès reproductif (Brooks et Hayashi, 2002). En cas de changements climatiques, les modifications projetées des crues printanières pourraient entraîner une baisse de reproduction comme celle constatée chez les oiseaux palustres et la

sauvagine de la plaine du Saint-Laurent (Desgranges et al., 2006). La superficie des marais à plantes émergentes étant directement liée au niveau d'eau, une baisse par rapport à la moyenne aurait des conséquences néfastes sur l'ensemble des habitats propices des espèces comme les anoues et les testudines, puisque leur superficie s'en trouverait diminuée (Barko et al., 1999). Au LSP, une baisse des niveaux d'eau en hiver risquerait de réduire la superficie de l'hibernaculum des anoues et des tortues aquatiques et par conséquent d'accroître leur mortalité (Talbot et al., 2006).

2.3.2.6. Impacts sur les services récréotouristiques

En raison de leur impact sur la dégradation de l'habitat ou sur la perte de zones humides, les changements climatiques peuvent influencer sur divers SE de nature socioculturelle comme la jouissance des qualités esthétiques ou les possibilités récréatives. Des précipitations accrues, des niveaux d'eau plus bas et une qualité de l'eau moindre, peuvent avoir des répercussions sur les possibilités et le déroulement des activités récréatives et touristiques qui dépendent de l'état de l'écosystème, comme la navigation de plaisance, la pêche et l'observation des oiseaux (Hartmann, 1990 ; Rissling, 1996).

Dans la mesure où les changements climatiques auront des effets sur la dynamique des populations de poissons du LSP, cela risque d'entraîner une perte de satisfaction chez les individus qui pratiquent la pêche à des fins récréatives. Les effets des changements climatiques se font déjà ressentir auprès des populations autochtones d'Odanak qui pratiquent la pêche sur glace sur le LSP. La saison de pêche s'est considérablement écourtée en raison des risques reliés à la minceur de la glace et aux coups d'eau pouvant emporter les cabanes de pêche, qui ne sont pratiquement plus utilisées. La saison est désormais d'environ trois semaines alors que par le passé, elle pouvait durer jusqu'à six semaines. Ce phénomène est plus marqué depuis 5 ans et semble plus fréquent (Picard, 2013).

2.4. Les stratégies d'adaptation aux changements climatiques

D'après le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC, 2001), l'adaptation se définit comme « (...) l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques ». L'adaptation concerne tous les niveaux décisionnels (individuel, local, régional, national, international) et exige une approche globale et très intégrée, car les enjeux touchent le plus souvent plusieurs secteurs (Ouranos, 2010). On distingue deux grandes formes d'adaptation: les stratégies d'adaptation préventives ou proactives qui sont des actions élaborées dans le but de se préparer contre les impacts prévus par les changements climatiques et les stratégies d'adaptation réactives (restauration) qui sont des réponses aux impacts adverses des changements climatiques, lorsqu'ils se produisent (Adger et al. 2005).

Malgré les nombreuses incertitudes qui subsistent, notamment en ce qui concerne le rythme et l'ampleur des changements à venir, les avantages associés à une planification proactive de la réponse aux changements climatiques à l'échelle de l'administration municipale sont nombreux

(Ouranos, 2010). En effet, les coûts encourus pour se préparer aux changements climatiques s'avèrent souvent moins importants que ceux nécessaires pour répondre directement à un impact. De plus, certaines de ces mesures sont «sans regret», c'est-à-dire qu'elles comportent des avantages qui dépassent leurs coûts que les impacts appréhendés surviennent ou non. Ainsi, étant donné la multitude et la variété des stratégies d'adaptation, nous nous limiterons ici à analyser sommairement quelques stratégies déjà appliquées au niveau local ou susceptibles de l'être dans la région du LSP et de son archipel.

2.4.1. Stratégies d'intervention existantes au lac Saint-Pierre

Au début des années 1980, un projet a été lancé pour protéger et développer la région du LSP. Pour s'assurer de préserver les ressources pour les générations futures, 2 500 ha de zones humides de haute qualité ont été protégées sur un total de 3 500 ha classés comme zones prioritaires dans le LSP (Barabé et al., 1995). Cela a été possible grâce à des accords internationaux (le Plan nord-américain de gestion de la sauvagine), ainsi que des accords nationaux (Plan conjoint des habitats de l'Est). Du point de vue de l'éthique environnementale, on a constaté un changement profond des mentalités, au bénéfice de la protection de l'environnement (ibid.). Les habitats fauniques du LSP bénéficient désormais dans plusieurs territoires, de la protection accordée par les ministères responsables de l'environnement et de la faune du Québec et le Service canadien de la faune d'Environnement Canada grâce à l'implication dynamique de leurs partenaires nationaux et régionaux.

Les mesures de protection se résument ainsi en trois : la protection légale des habitats fauniques qui prévoit selon le cas l'interdiction ou des normes d'intervention dans les habitats fauniques, notamment au LSP; la protection légale sur les territoires à statut qui permettent, entre autres, respectivement la désignation de « refuges fauniques » et de « refuges d'oiseaux migrateurs » pour la protection particulière de certains habitats; la protection par acquisition et entente avec des partenaires définissant certains territoires à des fins strictes de conservation et d'autres à des fins mixtes qui seront mis en valeur par des aménagements fauniques, des aménagements de la faune- en milieu agricole et ou des centres d'interprétation (DFH, 1998).

Également, en 2013, afin de restaurer la qualité de l'écosystème et de permettre la reprise de la pêche, le gouvernement du Québec a dévoilé une stratégie d'intervention pour l'avenir du LSP axée sur trois grandes orientations (MDDELCC, 2015).

2.4.2. Autres mesures d'adaptations envisageables au niveau local et régional

Pour s'adapter aux changements climatiques et en réduire les impacts sur la biodiversité, plusieurs autres actions pourraient être menées au niveau local et régional, en voici quelques exemples :

Aménagement d'un couvert végétal sur les berges et protection des zones riveraines et de la plaine inondable

La protection et la restauration des zones riveraines et de la plaine inondable sont essentielles au maintien des populations de poissons et devraient être gérées en priorité (Talbot, 2006). Le pire scénario imaginable est celui où la biocénose de la plaine inondable serait soumise à une stabilisation, car les espèces de poissons adaptées à ce milieu variable et temporaire ne supportent pas la stabilisation (ibid.), car là où il n'y a pas de plaine inondable, il y a peu de poissons (Welcomme, 1979).

Le maintien d'une couverture végétale en bordure des cours d'eau permettrait également d'améliorer la qualité de l'eau et de contrer l'érosion. McPherson et al. (2009) ont constaté une dégradation des cours d'eau lorsque la végétation couvrait moins de 75% de leurs berges. La rénovation ou la construction de zones tampons riveraines en cas de besoin pourrait fournir suffisamment d'ombre le long des ruisseaux d'eau existants, et/ou gérer un fort ruissèlement des composantes polluantes et des sédiments associés à des événements de précipitations potentiellement plus fréquentes et plus intenses.

Selon Environnement Canada (2004), une zone tampon de 30 m ou plus sous couvert végétal, adjacente au cours d'eau et présente sur plus de 75% de la longueur des rives, permettrait généralement de maintenir une qualité d'eau satisfaisante. Une zone tampon supérieure à 100 m en bordure des cours d'eau est toutefois souvent requise pour offrir des habitats adéquats à plusieurs espèces d'oiseaux (Fischer, 2000). En ce sens, la Ville de Magog a adopté un nouveau règlement balisant la coupe de gazon et l'épandage d'engrais. Il oblige aussi les riverains à planter certaines espèces végétales². Cette mesure permet de protéger les rives et de diminuer l'érosion des berges tout en ayant un effet positif contre la prolifération de fleurs d'eau de cyanobactéries. Le projet de la Ville de Terrebonne, avec la restauration du ruisseau de Feu, constitue un autre bon exemple. Ce projet prévoit également la végétalisation des bandes riveraines du ruisseau de Feu par la plantation de plus de 700 arbres³. Les autres mesures d'adaptation pourraient comprendre : la mise en œuvre de programmes de transplantation; la reproduction sélective des éléments des populations qui sont le mieux adaptés aux nouvelles conditions climatiques, notamment la sécheresse.

Conserver et connecter les habitats

Protéger et construire des habitats refuges est une étape clé pour aider à réduire la vulnérabilité des écosystèmes aux impacts du changement climatique (Gonzalez et al., 2013). Établir et protéger les couloirs de migration entre les écosystèmes et à travers des paysages, le cas échéant, pourraient permettre aux espèces de se déplacer vers des habitats plus appropriés lorsque les changements climatiques apparaissent (ibid). La création d'aires protégées pourrait servir à assurer la conservation de territoires ou d'écosystèmes naturels et des pratiques agro-environnementales et de foresterie durable, entre autres, pourraient en assurer la connectivité (Gonzalez et al., 2013).

² Source: Contact Plus, 2008 cité par Ouranos (2010)

³ Source : Communiqué de presse de la ville de Terrebonne. Disponible en ligne : <http://gaiapresse.ca/images/nouvelles/17973.pdf>

Modifications des règles d'exploitation des ressources vivantes

« Les changements constatés d'effectifs de certaines espèces fauniques recherchées par les chasseurs et les pêcheurs commerciaux et sportifs nécessiteront un suivi plus serré afin d'éviter des pressions supplémentaires sur les espèces fragilisées ou de ralentir l'expansion de certaines espèces vers des zones où elles étaient historiquement absentes, mettant ainsi en péril d'autres espèces » (tiré de Ouranos, 2015). Sur le plan réglementaire, on pourrait revoir les règlements sur la pêche tels que la durée de la saison de pêche, les espèces permises et le nombre de prises avant que les pertes soient irréversibles (Desjarlais et al., 2004).

Accroître les connaissances scientifiques

Des recherches supplémentaires, y compris des évaluations de la vulnérabilité, sont nécessaires pour combler les connaissances actuelles sur les impacts liés aux changements climatiques. Le facteur climatique présente un risque accru en sus des autres pressions. Un suivi de ce facteur et des effets appréhendés pour le LSP contribuerait à développer une capacité d'anticipation et une réaction plus rapide le cas échéant. Il serait également pertinent de bien inventorier les espèces sensibles et d'assurer un suivi rigoureux des changements qu'elles pourraient subir à moyen ou long terme ou d'en instaurer de nouveaux au besoin.

Éducation, contrôle et sensibilisation du public

Le contexte des changements climatiques impose des mesures de prévention ainsi que l'adaptation des usagers et de leurs pratiques. Ce sont des éléments essentiels pour renforcer le soutien entre les parties prenantes publiques et l'adaptation aux changements climatiques et la gestion des ressources. La participation des intervenants dès le début et dans les actions et programmes qui auront une incidence sur leur vie, contribuera à faciliter l'adaptation aux changements climatiques. L'intégration du changement climatique aux activités de gestion du territoire permettra d'étendre la responsabilité du suivi et de la gestion de la biodiversité aux gestionnaires, qui pourraient ainsi mieux comprendre cet enjeu et mieux adapter leurs pratiques afin de favoriser l'adaptation des espèces aux changements climatiques. Réduire l'usage des pesticides en milieu urbain et agricole et s'assurer que toutes les municipalités maintiennent en bon état les équipements de traitement des eaux usées et qu'elles les exploitent de façon à respecter les exigences liées à leurs rejets favoriseraient le contrôle de la quantité et de la qualité des eaux du Lac. Par exemple, dans les projets résidentiels de grande envergure, la ville de Saint-Jérôme favorise depuis quelques années de retenir les eaux de ruissellement plutôt que de les envoyer à l'égout pluvial⁴.

⁴ Source: Contact Plus (2008) cité par Ouranos (2010)

2.5. La valeur économique des services écosystémiques du lac Saint-Pierre : état des lieux

Si les risques liés aux changements climatiques devaient faire partie de toute prise de décision économique, les coûts associés aux stratégies d'adaptations peuvent constituer un obstacle dans leur mise en œuvre compte tenu des contraintes budgétaires des municipalités. L'évaluation de la pertinence d'une stratégie d'adaptation nécessite que les coûts de cette adaptation soient comparés avec les avantages attendus ou les coûts qu'elle aura permis d'éviter. Les analyses coûts-avantages qui incorporent de plus en plus la valorisation économique des SE constituent en ce sens un outil d'aide à la décision reconnu (Revéret et Poder, 2015).

Le LSP offre une diversité d'habitats à une flore et à une faune riche et variée, mais il apporte aussi aux individus qui s'y sont installés de nombreux SE non marchands. La majeure partie des recherches antérieures se sont focalisées sur les aspects biophysiques du lac et leurs impacts sur les écosystèmes.. Or, si cette détérioration de l'intégrité des écosystèmes et de la biodiversité n'est pas mesurée par le biais d'indicateurs économiques et il en résulte une certaine invisibilité aux yeux des décideurs publics ou privés (Dupras et al., 2013a).

L'analyse économique des SE du LSP tente justement d'atténuer cette problématique en donnant une valeur monétaire à la contribution réelle du patrimoine naturel du LSP à la richesse des communautés et les conséquences d'une dégradation marquée de leurs aménités face à des facteurs de perturbation. La présente section vise à faire une revue de la littérature existante sur la valeur économique des SE du LSP.

2.5.1. Les retombées économiques associées aux services écosystémiques

L'exploitation de la faune a une grande importance socio-économique dans la région du LSP et de son archipel. Le secteur du Lac possède une importance économique notable via les activités de tourisme, chasse, pêche commerciale, ainsi que de pêche sportive.

2.5.1.1. Chasse et observation d'oiseaux

Le LSP et ses milieux naturels offrent un grand nombre d'activités récréotouristiques. En 2011, les quatre régions entourant le lac ont accueilli 5,45 millions de touristes qui ont injecté 603 millions de dollars dans l'économie régionale, soutenant 1 664 entreprises associées au tourisme représentant 15 806 emplois en 2013 (MDDEFP, 2013). L'observation des oiseaux est de plus en plus populaire dans la région depuis les années 1990. Soixante-dix mille personnes s'y sont adonnées au printemps 1996 à Baie-du-Fèvre et les retombées économiques associées à l'observation de la faune y ont été évaluées à près d'un million de dollars dans cette seule région (DFH, 1998). En 1990, l'observation de la sauvagine au lac Saint-Pierre attirait 30 000 visiteurs pour 25 000 jours/année (Municonsult, 2002b). Le LSP est aussi un site privilégié pour la chasse à la sauvagine, la chasse aux grenouilles ainsi que le piégeage du rat musqué (Langlois et al., 1992). Quatre cents chasseurs de sauvagine s'y retrouvent chaque automne (DFH, 1998).

Selon l'étude socio-économique menée par le Genivar Groupe-Conseil inc. (2005), les haltes migratoires de la grande oie des neiges et de la bernache du Canada au Québec ont engendré des retombées directes et indirectes de l'ordre de 31 M\$ (chasse, observation et écotourisme), dont 16,4 M\$ de façon directe. Ce sont les activités d'observation qui ont généré le plus de retombées économiques, soit plus de 19 M\$/an sur l'ensemble des quatre principaux sites d'observation du Québec, dont celui de Baie-du-Febvre au sud du LSP. La chasse a rapporté plus de 6 M\$/an. Pour calculer les retombées économiques évaluées selon le modèle intersectoriel développé par l'Institut de la statistique du Québec, l'étude tient compte de l'achat d'équipements liés à l'activité, des frais engagés lors d'excursions (moins de 24 heures) ou de séjours (plus de 24 heures) ainsi que des frais d'exploitation des organismes de gestion des activités. Dans le cas de la chasse, les coûts d'achat d'équipements génèrent davantage de retombées que les dépenses de transport, d'hébergement et d'alimentation (3,7 M\$ en comparaison avec 2,7 M\$), alors que c'est l'inverse pour les activités d'observation : 7,7 M\$ de retombées attribuables aux achats d'équipements comparativement à 11,4 M\$ pour les frais d'excursions et de séjours.

Le piégeage du rat musqué est une autre activité pratiquée par de nombreuses personnes. En effet, le rat musqué est omniprésent au LSP, car le milieu lui est propice (Municonsult (2002b)). Les lieux les plus propices à sa capture sont les îles de la Gironde, les îlets Percés, les îles de Grâce, des Barques, aux Raisins ainsi que les baies Lavallière, Saint-François et Maskinongé (ibid.). Le nombre de trappeurs et de peaux prélevées varie considérablement d'une année à l'autre. Pour les saisons 1984 à 1989, le nombre de peaux est passé de 22 695 à 158 846 puis à 27 217 (ibid.).

Bien qu'il n'existe pour le moment aucune étude chiffrée sur les impacts économiques des changements climatiques dans ces secteurs d'activités au lac, les pertes économiques pourraient cependant être importantes. En effet, ce sont les variations des niveaux d'eau qui déterminent la diversité et l'état des associations végétales de marécages et des habitats qu'elles offrent à une variété d'oiseaux et de mammifères. Selon l'ampleur des changements climatiques, on pourrait par exemple assister à la disparition de certains oiseaux aquatiques ou à leur migration vers des régions plus propices à leur survie. Les pertes économiques se traduiraient dès lors par une diminution du nombre de touristes et de chasseurs dans la région du LSP.

2.5.1.2. La pêche

Le secteur du LSP est une zone économique importante pour la pêche sportive. Été comme hiver, les pêcheurs sportifs viennent prélever le doré jaune et le doré noir, le grand brochet, les achigans, les crapets, le maskinongé, l'esturgeon jaune et la barbotte brune (MDDEFP, 2013). En 2003, une étude a été réalisée par BCDM Conseil inc. (2005a) afin de déterminer les retombées économiques liées à la pêche sportive blanche au lac Saint-Pierre. L'étude montre que la pêche blanche a attiré 17 404 groupes de pêcheurs. En moyenne, chaque groupe de pêcheurs était composé de 3,38 personnes pour une fréquentation totale de 58 800 jours-personnes. Les pêcheurs se répartissaient presque uniformément entre la zone de l'archipel (46,8%) et celle du lac (53,2%) et 86,2% d'entre eux provenaient des régions du Centre-du-Québec (35,2%), de Lanaudière (30,4%) et de la Mauricie (20,6%). Lors de cette période, les

dépenses liées à la pratique de cette activité ont été de 931 920 \$ chaque groupe de pêcheurs dépensant en moyenne 52,55 \$ par excursion, (BCDM Conseil inc., 2005a).

En 2003, une étude a été conduite par BCDM Conseil inc. (2005b) afin de déterminer les retombées économiques liées à la pêche sportive en eau libre au LSP. L'étude montre que la pêche sportive en eau libre a attiré 16 702 groupes de pêcheurs soit une fréquentation de 35 950 jours-personnes. Les dépenses totales associées à la pêche en eau libre au LSP durant cette période s'élevaient à 1 313 041\$. En moyenne, un groupe de pêcheurs déboursait pour son séjour de pêche la somme de 78,62\$ soit 74,87\$ en dépenses liées au séjour et 3,75\$ en dépenses saisonnières.

En ce qui concerne la pêche commerciale, le LSP supporte la plus importante pêcherie commerciale à esturgeon jaune en Amérique du Nord (DFH, 1998). La valeur des débarquements totaux effectués par les pêcheurs commerciaux a été de 269 915 \$ en 2008 (Collard et al., 2010). Lors de cette période, les espèces pour lesquelles la valeur totale des débarquements était la plus importante étaient, en ordre d'importance, l'esturgeon jaune, l'anguille, la carpe allemande et la barbotte brune (ibid.). Cependant, la valeur des débarquements totaux des pêcheurs est passée de 460 027 \$ en 2007 à 269 915 \$ en 2008, ce qui a représenté une baisse de 41% (ibid.). Cette baisse semble surtout attribuable à la réduction des quantités de perchaude, d'anguille et de barbotte brune vendues qui résulte de la diminution de 18 à 6 du nombre des pêcheurs au verveux suite au rachat des permis effectués par le gouvernement du Québec et à l'imposition d'un quota réduit de récolte de perchaude (Thibault, 2008). Ces pertes économiques pourraient s'accroître avec les baisses de niveau d'eau liées aux changements climatiques. En effet, le débit et le niveau de l'eau sont des signaux qui déclenchent la migration de plusieurs espèces de poissons dulcicoles (Lucas et Baras, 2001). Ces variations dans le patron de migration et la distribution saisonnière des poissons auront un effet direct sur les captures de poissons sportifs ou commerciaux en modifiant l'accessibilité des poissons dans des zones spécifiques de pêche (Talbot, 2006).

2.5.1.3. Navigation de plaisance et commerciale

Le LSP est à la croisée des axes Québec-États-Unis et du fleuve Saint-Laurent. Malgré certains obstacles physiques, il est très fréquenté pour les activités de plaisance, surtout l'archipel. Plusieurs entreprises commerciales, comme les marinas, hôtels, centres de villégiature et restaurants, doivent leur succès à leur emplacement le long du rivage ou à proximité d'un plan d'eau. Si les niveaux d'eau baissent, comme le suggèrent certains scénarios de changement climatique, ces commerces pourraient connaître d'importantes pertes économiques. L'impact journalier de bas niveaux peut se traduire dans certains cas par une diminution ou une perte équivalente à la valeur des dépenses effectuées en moyenne (125 à 150 \$ par jour par plaisancier), ainsi que sur l'ampleur des dépenses annuelles (3 330\$ par plaisancier) (Gardner Pinfold Consulting, 2003).

2.5.1.4. Impact économique des services écosystémiques marchands totaux

L'étude de Génivar inc (2005) présente une évaluation totale sur les retombées économiques liées aux services écosystémiques marchands de –plus de 630 millions de dollars annuellement couvrant à la fois les activités touristiques, de pêche et de chasse. Parmi celle-ci les dépenses effectuées par les activités touristiques autre que les composants séparés en-dessous représentent la plus grande partie avec plus de 603 millions de dollars alors que l'observation des oiseaux arrive en deuxième loin derrière avec 19 millions de dollars.

Le tableau 2.1 présente une agrégation des valeurs présentées dans les derniers paragraphes.

Tableau 2.1. Estimation des retombées économiques annuelles liées aux services écosystémiques marchands produits par le lac Saint-Pierre

Activités	Retombées annuelles au lac Saint-Pierre
Tourisme	603 000 000 \$
Chasse	6 000 000 \$
Observation des oiseaux	19 000 000 \$
Pêche sportive en eau libre	1 313 041 \$
Pêche sportive blanche	931 920 \$
Pêche commerciale	269 915 \$
Total	630 514 876 \$

Source : MDDEFP (2013), Groupe conseil Genivar inc. (2005), BCDM Conseil Inc. (2005a), BCDM Conseil Inc. (2005b) et Collard et al. (2010)

2.5.2. Les limites actuelles de l'évaluation économique

L'évaluation économique des SE marchands uniquement n'est pas suffisante pour une juste appréciation de la contribution du patrimoine naturel aux communautés humaines. Comme le soulignent Dupras et al. (2013a), plusieurs projets de protection de l'environnement et des ressources naturelles ne pourraient certainement jamais se justifier sur un plan économique sans la prise en compte de la valeur non marchande de ces ressources naturelles. En effet, la valeur d'usage indirect (capacités de régulation du climat, de prévention des événements extrêmes, contrôle biologique, fonctions esthétiques, habitats pour la faune ou spirituelles, etc.) qui représente la valeur hors marché générée par la nature et qui affecte indirectement le bien-être humain est souvent plusieurs fois plus importante que la valeur d'usage direct des ressources exprimée sur le marché.

De nombreuses références en témoignent (voir notamment Centre d'analyse stratégique, 2009 ; TEEB⁵, 2010). La valeur de non-usage (valeur de legs et valeur d'existence) des SE représente la satisfaction de savoir qu'un écosystème ou une espèce existe, peut perdurer et être transmis aux générations futures. Cette valeur est souvent négligée, car difficilement mesurable, mais est généralement très importante. Des études empiriques, comme celles de et de Loomis (1987), Sander et al. (1990) ou plus récemment Wattage et Mardle (2008) montrent que les composantes des valeurs de non-usage occupent plus que 50% de tous les bénéfices offerts par certaines ressources naturelles.

Cette absence d'évaluation économique de plusieurs SE non-marchands du LSP tend donc à minimiser l'importance des SE dans le système économique et par conséquent, conduit à la mise en place de stratégies d'adaptation sous optimales par rapport aux pertes potentielles du capital naturel liées aux changements climatiques. La compréhension et la considération de la valeur non marchande des SE du LSP s'avèrent donc essentielles pour une meilleure appréciation des enjeux liés à la préservation de ce riche patrimoine naturel québécois.

2.5.3. L'évaluation économique des services écosystémiques des milieux aquatiques au Canada

Les économistes reconnaissent que la prise en compte de l'environnement dans les systèmes économiques actuels n'est pas optimale (Faber, 2006). Pour certains services, plus particulièrement pour les services d'approvisionnement, il est facile de trouver une valeur monétaire, car certains sont échangeables sur des marchés existants. Par exemple, le prix d'un poisson peut être déduit de la valeur marchande d'un poisson d'élevage. La valeur des SE de la purification de l'eau par un marais peut aussi être déduite en comparant avec une usine de traitement des eaux usées. Mais il est plus difficile pour plusieurs autres services comme c'est le cas pour la majorité des services de régulation, de support et d'habitat ainsi que des services culturels.

Pour pallier à ces difficultés, les économistes ont mis au point diverses méthodes pour évaluer la valeur non marchande des SE⁶, dont les plus utilisées sont les méthodes de préférences exprimées (i.e. méthodes d'évaluation contingente et de choix multi-attributs) et révélées (i.e. coûts de transport et prix hédoniques) qui reposent sur l'analyse des préférences et comportements des individus et la méthode de transferts de bénéfices, dont la logique est d'évaluer une expérience moyenne en se basant sur les résultats/conclusions des études primaires d'évaluation. Une recherche littéraire exhaustive nous a permis d'identifier les sept études suivantes qui rapportent des valeurs économiques des milieux aquatiques au Canada. Une observation générale de ce tableau est que les études d'évaluation qui s'axent sur les préférences et les comportements des individus rapportent souvent des valeurs économiques importantes pour les divers services écologiques. Prenons l'exemple de la valeur des milieux humides, les études de Pattison et al. (2011), Lantz et al. (2010) et He et al. (2014) dévoilent

⁵ The Economics of Ecosystems and Biodiversity

⁶ Pour la justification et la méthodologie de ces méthodes, nous invitons le lecteur à se référer à l'ouvrage de Dupras et al. (2013a), financé et publié par Ouranos.

tous une volonté à contribuer des ménage très élevée : variant de 228 à 455 \$ par an par ménage.

Tableau 2.2. Récapitulatif des études d'évaluation non marchande des services écosystémiques au Canada

Auteurs	Région	Attributs	Méthodes	Valeur économique
Watson et al. (1993)	Haute rivière Oldman (Alberta)	Pêche récréative	Cout de voyage	La perte annuelle de bien-être varie de 30 545,20 \$ à 96 239,10 \$
Pattison et al. (2011)	Milieux humides du Sud du Manitoba	La qualité de l'eau, le contrôle des inondations, la diminution de l'érosion du sol, l'habitat pour la faune et le stockage du carbone	Évaluation contingente	296 à 326\$/par ménage/par an. Soit une valeur totale de 504 (550) M\$ à 106 (110) M\$ à des taux d'actualisation de 5% (10%)
Lantz et al. (2010)	Credit River Watershed (Ontario)	Services des milieux humides (qualité de l'eau, protection contre les inondations et la sécheresse, contrôle de l'érosion, l'habitat de la faune, et le stockage du carbone)	Évaluation contingente	228.58 \$ à 258.78\$ par individu/an soit un montant total de 220,9 à 250,4 M\$ pour l'ensemble de la population de la région
He et al. (2014)	Milieux humides dans le Sud du Québec	L'habitat pour la biodiversité, le contrôle des inondations, la qualité de l'eau et la régulation du climat	Choix multi-attributs et évaluation contingente	389\$ à 455\$/ménage/an soit une valeur totale de 1,4 à 1,6 milliard \$ pour la population québécoise
Wilson (2008)	Lac Simcoe (Ontario)	La qualité et source de l'eau, la régulation du climat, cycle des éléments nutritifs, contrôle de l'érosion et la rétention des sédiments, la qualité de l'air, séquestration de carbone, l'habitat, contrôle des inondations, la pollinisation, le tourisme et la récréation	Transfert de bénéfices	2 780\$/an/individu soit une valeur totale de 975M\$ par an pour l'ensemble des résidents de cette région.
Dupras et al. (2013a)	Ceinture verte de Montréal (Québec)	La régulation du climat, la qualité de l'air, l'approvisionnement en eau, la régulation des crues et des inondations, la pollinisation, l'habitat pour la biodiversité, les loisirs et tourisme, le contrôle de l'érosion et le contrôle biologique	Transfert de bénéfices	4,3 milliards de dollars par an
He et al. (2013)		La filtration des sédiments, la régulation des débits de crues et le support d'habitats fauniques pour la biodiversité	Transfert de bénéfices	Valeur totale de 180 734 998 \$ pour Yamaska et 138 824 932 \$ pour Bécancour

3. Méthodologie

L'objectif de notre étude est de réaliser une analyse coûts-avantages de l'adaptation aux changements climatiques pour protéger les services écologiques et la pêche sportive du Lac Saint-Pierre. En accord avec l'équipe d'Ouranos, nous avons convenu de travailler de façon plus approfondie sur la dimension avantages (i.e. bénéfices marchands et non marchands). La section méthodologie présente donc les approches qui ont été retenues pour évaluer à la fois les avantages et les coûts associés aux stratégies d'adaptation.

Dans le cadre de notre étude, nous travaillerons à partir de scénarios de changements climatiques qui ont été développés par l'équipe d'Ouranos (cf. le rapport de David Huard). La modélisation retenue pour le développement de notre étude correspond à une baisse du niveau d'eau du lac Saint-Pierre entre 30 et 40 cm. Selon les scénarios proposés par David Huard, nous testerons dans notre étude deux différents échéanciers qui prévoient une baisse du niveau d'eau du lac Saint-Pierre, dont l'un prévoit que la baisse se produira entre 2015-2023 (scénario A) et l'autre la prévoit entre 2040-2048 (scénario B). Cette diminution du niveau d'eau de 30-40 cm équivaut à une réduction de 10 à 13% de sa profondeur moyenne actuelle de 3 m. Nous prévoyons également que cette baisse moyenne sera accompagnée par des variations saisonnières des niveaux d'eau (i.e. des étiages et des crues) plus importantes et plus hâtives.

Dans la première partie qui a trait aux avantages, nous avons procédé par une combinaison innovatrice de trois approches complémentaires toutes reliées aux méthodes dites de préférences exprimées (voir Dupras et al. 2013 pour une description détaillée de cette famille de méthodes d'analyse économétrique). Cette triple approche nous permettra à la fois d'obtenir des résultats plus fins et plus robustes et de réaliser des comparaisons plus cohérentes entre les méthodes dans une optique d'analyse de la convergence des résultats.

La première approche est la méthode des comportements contingents. Cette méthode combine les données réelles et les données contingentes (i.e. dans notre cas, les variations du niveau d'eau) pour évaluer la valeur d'usage des écosystèmes du LSP (e.g. pêche, tourisme, baignade, chasse) et mesurer la variation du bien-être des utilisateurs directs associée à une détérioration de la qualité du Lac. L'avantage de cette méthode est de combiner des données réelles et hypothétiques dans l'estimation des préférences des répondants pour obtenir une estimation plus précise grâce à la possibilité d'exploiter en même temps les réponses associées aux comportements réellement observés et les comportements envisagés par les répondants dans une situation hypothétique.

La seconde approche est la méthode d'évaluation contingente où nous mesurerons le consentement ou non à payer des répondants pour des scénarios d'amélioration de la qualité du lac. Cette technique, la plus répandue parmi les techniques de préférences exprimées, permet de mesurer le consentement à payer des répondants pour des scénarios de variation de la qualité de leur environnement.

La troisième approche est celle des choix multi-attributs. Elle est relativement similaire à celle de l'évaluation contingente à la différence que les scénarios évalués par les répondants sont déconstruits en leurs principales composantes (i.e. les attributs), ce qui permet une analyse plus précise des préférences.

La seconde partie, vise à mesurer les coûts des sept stratégies d'adaptation potentielles (voir section 3.1.1 pour une présentation de ces stratégies). Cette analyse exploratoire est basée sur des expériences similaires dans d'autres régions du Québec ou du Canada. Une analyse de la littérature scientifique ainsi que des consultations auprès d'experts ont été nécessaires pour cette partie. La méthode utilisée est décrite plus en détails à la section 3.2.

3.1. Les avantages économiques des stratégies d'adaptation

L'objectif de la première partie est de mesurer les retombées économiques marchandes et non marchandes que la population québécoise accorde aux SE et à la pêche sportive au LSP afin de déterminer les avantages économiques des stratégies d'adaptation. Les outils utilisés sont deux questionnaires anonymes qui nous ont permis d'inclure les questions essentielles pour les trois méthodes d'évaluation mentionnées plus haut. Ces deux questionnaires ont permis de collecter des informations socio-économiques sur les répondants, sur leur attitude envers l'environnement, leurs connaissances relatives au LSP, leurs dépenses pour visiter le LSP, ainsi que des réponses sur leur volonté à payer pour des variations des conditions du LSP. Cette section vise à présenter les caractéristiques méthodologiques qui ont permis de saisir les variations de bien-être en termes économiques, soit la construction des questionnaires, la stratégie d'échantillonnage et les modèles économétriques utilisés.

3.1.1. Construction des questionnaires

Comme toutes les techniques d'enquêtes, l'étape centrale des méthodes de préférences exprimées repose sur la réalisation de sondages auprès de répondants. En ce sens, l'outil privilégié des chercheurs est le questionnaire. Durant les premières étapes de la recherche, il a été convenu qu'il serait intéressant d'avoir deux versions de questionnaire d'enquête, ceci afin de mieux saisir la pluralité des activités pratiquées au LSP, soit les SE associés à l'écosystème en général et ceux associés spécifiquement à la pêche⁷. Pour cette activité, la pêche blanche se distinguant des autres activités récréotouristiques du LSP généralement pratiquées en été, nous avons choisi de construire un questionnaire sur le LSP dans son ensemble (ci-après appelé **Questionnaire 1**) et un questionnaire pour la pêche sur la glace (ci-après appelé **Questionnaire 2**).

Les deux questionnaires utilisés dans notre projet se détaillent tous les deux en trois parties : la première est basée sur les connaissances et la sensibilité des répondants à l'environnement. Dans cette partie, nous avons également posé des questions sur les habitudes et les activités récréotouristiques (plus précisément la pêche blanche pour le questionnaire de pêche blanche) que les répondants exercent sur le lac. Cette deuxième partie d'information est la base pour

⁷ Dans notre étude, étant donné la contrainte temporelle, nous avons seulement évalué la valeur des SE associées aux activités de pêche blanche, dont la saison de notre étude est entre décembre 2014 et mars 2015. Nous n'avons pas pu inclure la pêche en eau libre dans notre analyse, car sa saison couvre d'avril à fin octobre 2015.

décrire l'importance du lac pour les répondants et elle fournit également les informations sur leurs activités récréotouristiques actuelles sur le lac, qui sont des informations nécessaires pour la méthode de comportements contingents. La seconde partie de nos questionnaires constitue le cœur de l'enquête et renferme une série de questions sur les variations potentielles des activités des répondants sur le lac dues aux changements potentiels hypothétiques de la qualité des SE sous les effets des changements climatiques. La troisième partie de nos questionnaires comporte une série de questions visant à tracer les caractéristiques socio-économiques de chaque répondant. Ces trois parties sont généralement précédées d'une mise en contexte. Dans notre cas, cette partie introductive a pris la forme d'un court quiz sur le LSP, dont l'intention était de souligner les plus grandes caractéristiques de cet écosystème et de son importance écologique, sociale et économique. Les questionnaires complets sont disponibles aux Annexes 1 et 2. Il est à noter qu'un troisième questionnaire a été construit et est destiné aux pêcheurs sportifs pratiquant la pêche en eau libre l'été (voir l'Annexe 3). Cette partie de l'étude étant toujours en cours (la date de fin prévue pour la collecte de données est le 1^{er} novembre 2015), nous ne nous y attarderons pas dans ce rapport.

Deux défis importants se sont posés en amont de la construction des questionnaires. Premièrement, la science des SE en est discipline complexe faisant intervenir des référentiels empruntés autant à la biologie, l'écologie, la physique, la géographie que l'économie et il peut parfois être ardu de bien comprendre la dynamique d'un écosystème selon le cadre conceptuel des SE. Qui plus est, dans le cadre d'une enquête auprès de répondants, le chercheur doit choisir parmi la longue liste des SE répertoriés dans la littérature (e.g. 26 dans le *Millenium Ecosystem Assessment*, 2005) pour n'en sélectionner que les plus pertinents. Deuxièmement, le questionnaire s'adressant à un large public, le choix des mots et des concepts est primordial à une collecte de données non biaisée. La vulgarisation de l'écriture doit rendre la lecture facile, sans générer de fatigue chez le répondant, tout en demeurant assez précise pour répondre adéquatement aux questions de recherche.

Afin de répondre à ces deux défis, nous avons entrepris de constituer un groupe de travail multidisciplinaire. Nous avons d'abord ciblé des experts des enjeux touchant le LSP, autant au niveau de la pêche, des espèces invasives, que des changements climatiques. Parmi une trentaine d'experts approchés, douze ont accepté d'y prendre part. Ce groupe a été dans un premier temps mobilisé pour la tenue de quatre groupes-sondes (*focus groups*), tenus en mai, en août, en septembre et en décembre 2014. Ces rencontres nous ont permis de cibler les enjeux environnementaux reliés au LSP et d'effectuer le choix des stratégies d'adaptation à retenir pour l'étude.

Ensuite, dans un jeu plus fin d'échanges interdisciplinaires, nous avons sélectionné les SE les plus pertinents à étudier, ainsi que les niveaux de variations futurs de ces services en réaction aux différents scénarios de CC (décrits à la section 2) et aux stratégies d'adaptation. Les SE retenus dans le Questionnaire 1, pour l'étude générale du LSP, ont donc été les suivants : la qualité d'habitat pour les poissons, la qualité d'habitat pour les oiseaux, la qualité de l'eau, les conditions riveraines et le statut de réserve mondiale. Pour le Questionnaire 2, portant sur la pêche blanche, cinq caractéristiques clés de l'expérience de pêche ont été retenues : la qualité d'habitat pour les poissons, la longueur des poissons pêchés, le temps pour capturer un poisson,

l'accessibilité aux sites de pêche et l'achalandage.

En ce qui concerne les stratégies d'adaptation aux changements climatiques, sept mesures ont été retenues :

- 1) Restaurer les zones riveraines et la plaine inondable autour du lac Saint-Pierre afin de réduire l'empiètement par les activités humaines;
- 2) Modifier les pratiques agricoles en zone inondable et dans le bassin versant du lac Saint-Pierre;
- 3) Augmenter l'efficacité et la capacité du traitement des eaux usées par les municipalités;
- 4) Protéger et restaurer des habitats refuges pour les espèces menacées ou vulnérables;
- 5) Appliquer un moratoire sur le dragage futur du chenal de navigation pour protéger les habitats aquatiques de faible profondeur;
- 6) Éduquer et sensibiliser le public;
- 7) Appliquer de façon plus stricte les lois et règlements en vigueur.

Une fois les questionnaires construits, les membres du groupe de travail ont été sollicités de nouveau par courriel plusieurs fois afin de faire des commentaires et suggestions. Les pré-tests des deux questionnaires ont été complétés par la mise en ligne d'une version préliminaire remplie par des membres de l'équipe de recherche, du groupe de travail et des étudiants afin de s'assurer de son bon fonctionnement. Les pré-tests réalisés ont révélé que le temps requis pour remplir un questionnaire sur le LSP en général est en moyenne de 15 à 20 minutes et de 20 à 25 minutes pour celui sur la pêche blanche.

Considérant la flexibilité et l'adaptabilité des conditions naturelles en général envers les changements, nous sommes conscients que les impacts des changements climatiques sur les qualités des services écosystémiques et la qualité de la pêche se produiront très probablement de façon graduelle et avec des itérations. Cependant, considérant que ces évolutions potentiellement graduelles de la qualité du LSP peuvent permettre des modifications et des ajustements graduels des comportements des répondants, ceci risque de biaiser vers le bas l'évaluation des individus sur l'impact négatif total associé à la détérioration de la qualité du Lac. Pour éviter une telle tendance, nous avons décidé d'adopter des scénarios de changements plus statiques dans nos questionnaires, et ce, dans le but de situer les répondants face à des changements de situation immédiats. Nous espérons qu'une présentation des changements plus soudains peut créer un effet de choc chez les répondants ainsi les forcer à mieux cerner les changements et mieux évaluer les variations potentielles de leurs comportements et de leurs préférences. Une telle approche pose également l'hypothèse que les avantages et les coûts, issus d'un changement de la situation du lac tel que perçu par les répondants, ne peuvent pas s'appliquer sur la période entière de notre scénario qui couvre la période de 2015-2065, mais seulement sur la période où un tel changement brusque se produira. Comme mentionné un peu plus tôt dans le rapport, selon les scénarios proposés par David Huard, nous pouvons avoir deux scénarios qui prédisent deux différents échéanciers de la baisse brusque et persistante du niveau d'eau du LSP, dont l'un pour la période entre 2015-2023 (scénario A) et l'autre pour la période entre 2040-2048 (scénario B).

Les trois sous-sections suivantes expliquent les spécificités propres à chacune des trois

méthodes utilisées dans les deux questionnaires.

3.1.1.1. Spécificités du questionnaire associées à la méthode de comportement contingent

Différente des méthodes de préférences exprimées, qui proposent uniquement un scénario hypothétique d'évaluation, la méthode du comportement contingent s'appuie à la fois sur les comportements réels et hypothétiques des individus. L'hypothèse est que les individus manifestent l'intensité de leur demande d'usage pour un site récréatif à travers l'ensemble des dépenses qu'ils engagent pour se rendre sur ce site et pratiquer la ou les activités désirées (Bonnieux et Desaignes; 1998) et qu'une détérioration (ou amélioration) de la qualité du site en question réduira (ou augmentera) l'intensité de leur demande.

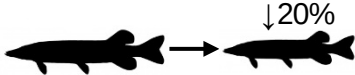
Dans une première étape, afin de déterminer la valeur d'usage du site actuel pour chaque visiteur, il est nécessaire d'estimer la fonction de demande de fréquentation du site. La fonction de demande mesure en effet l'intensité de la demande des répondants pour les activités sur le lac. Pour ce faire, des questions sur le site étudié ont été posées dans la première partie du questionnaire. On retrouve par exemple des questions sur la fréquentation du site pendant les derniers 12 mois ainsi que des questions sur les dépenses effectuées lors de leur dernière visite (voir Annexe 1, section 1, questions 4 à 8 pour le questionnaire destiné à la population du Québec et Annexe 2, section 1, questions 1 à 23 pour le questionnaire sur la pêche blanche). À travers ces réponses, nous serons également en mesure de calculer les retombées économiques qui découlent des activités récréatives et de la pêche blanche à l'heure actuelle.

Dans une deuxième étape, afin de mesurer la variation du bien-être des utilisateurs directs du LSP suite à un changement potentiel de la qualité du lac, nous avons utilisé un scénario hypothétique qui décrit le changement de la condition du LSP en cas de non-intervention, qui est composé des 5 aspects (attributs) : qualité d'habitat pour les poissons, qualité d'habitat pour les oiseaux, qualité de l'eau, condition riveraine et statut de l'UNESCO et de site Ramsar. Construit à l'aide de revues de littérature scientifique et grise et des groupes-sondes, le scénario prévoit que sans intervention, la condition du LSP continuera à se détériorer sous la pression des changements climatiques. Comme mentionné plus tôt, nous ne précisons pas dans notre scénario hypothétique « sans intervention » quand un tel changement se produira, mais simplement décrivons les changements totaux potentiels pour chacun des cinq aspects, dans le but d'amener une réflexion immédiate des répondants sur les modifications maximales de leurs comportements. Le tableau 3.1 montre le scénario présenté aux répondants dans le questionnaire général sur le LSP (Questionnaire 1) et le tableau 3.2 celui présenté dans le questionnaire sur la pêche blanche (Questionnaire 2).

Tableau 3.1. Scénario d'évolution du lac Saint-Pierre sans intervention présenté dans la méthode du comportement contingent du Questionnaire 1.

	Aujourd'hui	Sans intervention
Qualité d'habitat pour les poissons	En détérioration 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalent à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale	En détérioration accélérée 1. Augmentation du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies 2. Restriction de la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies
Qualité d'habitat pour les oiseaux	Risque de détérioration Douze (12) espèces d'oiseaux vulnérables ou menacés, équivalent à 4% des 288 espèces existant sur le lac	En détérioration Augmentation du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire, modification des communautés d'oiseaux et apparition d'espèces plus typiques des régions du sud
Qualité de l'eau	Moyenne Baignade interdite au sud du Lac 	Mauvaise (sud) Seules les activités sans contact avec l'eau sont permises 
Condition riveraine (espace disponible pour les activités récréotouristiques)	Situation actuelle	Une réduction de l'espace disponible d'environ 20 % par rapport à la situation actuelle
Statut de l'UNESCO et de site Ramsar	Maintenu	Menacé

Tableau 3.2. Scénario d'évolution du lac Saint-Pierre sans intervention présenté dans la méthode du comportement contingent du Questionnaire 2.

	Aujourd'hui	Sans intervention
Qualité d'habitat des poissons	En détérioration 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalent à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale	En détérioration accélérée 1. Augmentation du nombre d'espèces à statut précaire dans les prochaines décennies 2. Maintien de la restriction de la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies
Longueur des poissons pêchés	 Situation actuelle	 20% plus petite
Temps pour capturer un poisson	 Situation actuelle	 2 fois plus de temps
Condition riveraine	Situation actuelle	10% de réduction de l'espace disponible par rapport à la situation actuelle
Achalandage	 Situation actuelle	 Moins de pêcheurs que la situation actuelle

Suite à l'analyse de ce scénario par les répondants, il leur était demandé s'ils souhaiteraient toujours visiter le LSP et combien de fois par année, si celui-ci évoluait tel que prévu. Les réponses hypothétiques nous permettent de calculer la perte en termes de retombées économiques et de bien-être des usagers du LSP due aux changements climatiques sur la base des données réelles engrangées dans leurs visites passées.

3.1.1.2. Spécificité du questionnaire associé à la méthode d'évaluation contingente

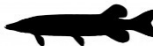
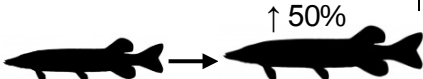
Avec la méthode d'évaluation contingente, c'est le scénario inverse (amélioration grâce aux mesures d'adaptations réalisées) que nous proposons aux répondants (voir Annexe 1, section 2, questions 4 à 12 et Annexe 2, section 3, questions 4 à 9). Nous posons d'abord que pour répondre à la problématique environnementale, des interventions et stratégies d'adaptation sont nécessaires et demandons ensuite aux répondants ce qu'ils seraient prêts à payer pour les voir se réaliser. Considérant l'importance de mesurer tout d'abord la valeur d'usage associé à ces améliorations, nous décidons de présenter le montant à payer sous la forme d'un droit d'entrée annuel applicable aux utilisateurs du lac, toutes activités confondues. Pour ce faire, nous utilisons une question de choix dichotomique simple, de type référendum (Mitchell et Carson, 1989), où le répondant se voit présenter un montant à payer pour procurer un droit d'entrée annuel qui lui permet d'entrer sur le territoire du LSP en groupe autant de fois qu'il le souhaite pour effectuer ses activités. En réponse à cette question, le répondant se voyait offrir un prix, généré aléatoirement parmi les 8 niveaux de prix (10, 20, 30, 50, 80, 150, 300, 500\$/par an), qu'il devait accepter de payer ou non. Il était en outre mentionné que le montant total de ces droits d'entrée annuels hypothétiques serait utilisé pour la mise en œuvre des interventions. Chaque répondant a le choix d'accepter ou de refuser. Des questions de suivis viennent nous aider par la suite à comprendre les motivations de la réponse.

Tableau 3.3. Scénario d'évolution du lac Saint-Pierre avec intervention présenté dans la méthode de l'évaluation contingente du Questionnaire 1.

Services écosystémiques	Aujourd'hui	Avec intervention
Qualité d'habitat pour les poissons	En détérioration 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalent à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale	En amélioration importante 1. <u>Importante diminution</u> du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. <u>Augmentation</u> du potentiel de <u>pêche sportive</u> comparativement à la situation actuelle.
Qualité d'habitat pour les oiseaux	Risque de détérioration Douze (12) espèces d'oiseaux vulnérables ou menacés, équivalent à 4% des 288 espèces existant sur le lac	En amélioration importante <u>Une importante diminution</u> du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire et retour de certains oiseaux migrateurs.
Qualité de l'eau	Moyenne Baignade interdite au sud du lac 	Bonne <u>Toutes</u> les activités avec et sans contact avec l'eau sont permises : 
Condition riveraine	Situation actuelle	Maintien de la condition riveraine actuelle
Statut de l'UNESCO et de site	Maintenu	Maintenu

Ramsar		
--------	--	--

Tableau 3.4. Scénario d'évolution (avec amélioration importante) du lac Saint-Pierre avec intervention présenté dans la méthode de l'évaluation contingente du Questionnaire 2.

Caractéristiques de la pêche	Aujourd'hui	Avec intervention
Qualité d'habitat des poissons	En détérioration 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalant à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale.	En amélioration importante 1. Réduction du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. Suppression de la restriction de pêche dans les prochaines décennies.
Longueur des poissons pêchés	 Situation actuelle	 50 % plus grande
Temps pour capturer un poisson	 Situation actuelle	 Moitié moins de temps
Condition riveraine	Situation actuelle	10 % d'augmentation de l'espace disponible par rapport à la situation actuelle
Achalandage	 Situation actuelle	 Plus de pêcheurs que la situation actuelle

Le tableau 3.3 présente le scénario d'amélioration auquel devaient répondre les répondants de l'enquête pour la population générale et le tableau 3.4 l'un des deux scénarios pour les adeptes de la pêche blanche⁸.

Le choix d'utiliser une question fermée de style référendum est une décision prise en se basant sur la riche littérature discutant des avantages et des inconvénients des différentes stratégies d'élicitation des questions de volonté à payer. La technique du choix dichotomique simple est perçue comme étant moins génératrice de biais qu'une simple question ouverte (Haab et McConnell, 2002 ; Gunduz et Torsney, 2006). En effet, des chercheurs (Haab et McConnell, 2002) ont démontré que les questions de type ouvertes pouvaient conduire certains répondants à donner des réponses de « protestation », correspondant soit à des valeurs nulles, soit à des valeurs très élevées. Cameron et al. (2002) et Deshazo (2002) ont également indiqué l'avantage de la technique du choix simple par rapport aux techniques de mises multiples (i.e. un répondant est invité à réagir sur plusieurs prix pour un même niveau d'amélioration de l'environnement), qui consiste essentiellement à créer moins de biais d'ancrage.

⁸ Deux scénarios ont été créés pour l'évaluation contingente de la pêche blanche : un avec amélioration et un avec une forte amélioration. Toutefois, chaque répondant n'avait qu'un choix à faire car nous utilisons chaque scénario dans la moitié de notre échantillon. La distribution des scénarios dans les questionnaires s'est faite de façon aléatoire.

Suivant les conseils du panel de la NOAA (Arrow et al. 1993), nous ajoutons également dans notre question dichotomique « oui/non », l'option de « ne sait pas ». L'ajout de cette option intermédiaire entre « oui » et « non » permet d'identifier la qualité des réponses qui sont souvent affectées par l'incertitude des répondants en face d'une telle question hypothétique (Wang, 1997). Le mécanisme de questionnement par choix dichotomique suit la logique d'un référendum dans lequel un programme sera approuvé seulement si 50% de la population vote « oui ». Une telle question a l'avantage d'être réaliste et fait appel aux expériences déjà vécues ou observées par les répondants dans leur vie.

3.1.1.3. Spécificité du questionnaire associé à la méthode des choix multi-attributs

À la différence des deux précédentes méthodes, celle des choix multi-attributs se base sur une évaluation de plusieurs scénarios hypothétiques caractérisés par une variation indépendante des niveaux (e.g. mauvaise, moyenne, bonne) et des attributs (e.g. qualité de l'eau). Les choix des répondants seront ensuite utilisés pour déterminer la valeur que chaque individu attache à chacun de ces attributs. La force de la méthode est qu'elle permet de hiérarchiser et quantifier chacun des attributs, de façon indépendante (Dupras et al., 2013a).

En fonction des discussions tenues à l'intérieur des groupes d'experts et de la revue de la littérature, nous avons identifié pour chacun des attributs identifiés une série de niveaux de variations possibles en lien avec la problématique des changements climatiques au LSP et les mesures d'interventions identifiées. Au terme de la construction des scénarios pour les évaluations, nous combinons dans chaque version des questionnaires les 5 attributs déjà discutés avec un sixième attribut qui touche l'aspect pécuniaire pour créer un arbitrage entre les améliorations potentielles des SE et un montant à payer pour obtenir ces changements positifs. Une telle présentation permet à chaque répondant de se comporter comme un consommateur typique qui décide de choisir ou non un scénario selon le bien-être qu'il peut en obtenir et payer le prix exigé. Le tableau 3.5 présente les attributs (i.e. SE) et les niveaux retenus pour le Questionnaire 1 et le tableau 3.6, ceux du Questionnaire 2.

Tableau 3.5. Attributs et niveaux utilisés dans la méthode des choix multi-attributs du Questionnaire 1

Attributs	Niveaux	Description
Qualité d'habitat pour les poissons	Amélioration importante	Diminution importante du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. Augmentation du potentiel de pêche sportive comparativement à la situation actuelle.
	Amélioration	Diminution des espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. La suppression du moratoire de pêche sur la perchaude.
	Détérioration	Huit espèces de poissons menacées, équivalant à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale.
	Détérioration accélérée	Augmentation du nombre d'espèces poissons à statut précaire. Restriction à la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies.
Qualité d'habitat pour les oiseaux	Amélioration importante	Importante diminution des espèces d'oiseaux à statut précaire et retour de certains oiseaux migrateurs.
	Amélioration	Diminution des espèces d'oiseaux à statut précaire et maintien de la composition des communautés d'oiseaux.
	Risque de détérioration	Douze (12) espèces d'oiseaux sont considérés vulnérables ou menacés, équivalent à 4% de 288 espèces présentes au LSP.
	Détérioration	Augmentation du nombre d'espèces oiseaux à statut précaire, la modification des communautés d'oiseaux et l'apparition d'espèces plus typiques des régions du sud.
Qualité de l'eau	Bonne	Toutes les activités avec et sans contact de l'eau sont permises.
	Moyenne	Baignade interdite au sud du lac.
	Mauvaise	Seules les activités sans contact avec l'eau sont permises.
Conditions riveraines	Amélioration importante	Augmentation de 20% des espaces par rapport à la situation actuelle.
	Amélioration	Augmentation de 10% des espaces par rapport à la situation actuelle.
	Statu quo	Pas de réduction des espaces par rapport à la situation actuelle.
	Détérioration	Une diminution de 10% des espaces par rapport à la situation actuelle.
	Détérioration accélérée	Une diminution de 20% des espaces par rapport à la situation actuelle.
Statuts UNESCO et Ramsar	Maintenu	Conservation des statuts internationaux.
	Menacé	Possible perte de l'un ou des statuts.
Coût (\$)	X\$/an/par ménage	X= 0, 10, 20, 30, 50, 80, 150, 300, 500

Tableau 3.6. Attributs et niveaux utilisés dans la méthode des choix multi-attributs du Questionnaire 2

Attributs	Niveaux
Distance depuis votre résidence principale (km)	10; 20; 35; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500
Qualité d'habitat des poissons	Moins bonne ; même qualité ; meilleure ; bien meilleure que la situation actuelle du LSP
Longueur des poissons pêchés	50% plus petite ; 20% plus petite ; similaire ; 20% ; 50% ; 100% ; 200% plus grande que la situation actuelle du LSP
Temps pour capturer un poisson	2/3 en moins ; la moitié moins ; 1/3 en moins ; même temps ; 1,5 fois plus ; 2 fois plus que la situation actuelle du LSP
Condition riveraine	10% moins bonne ; similaire ; 10% meilleure ; 20% meilleure que la situation actuelle du LSP
Achalandage	Moins de pêcheurs ; similaire ; plus de pêcheurs que la situation actuelle du LSP

Une fois les attributs et leurs différents niveaux déterminés, une procédure de désignation expérimentale a été utilisée pour construire un nombre raisonnable de scénarios à partir des combinaisons des attributs de différents niveaux, le nombre total de scénarios potentiel étant considérable. Pour le Questionnaire 1, la totalité de possibilités des combinaisons (i.e. les scénarios potentiels) est de 4 320 et de 12 474.

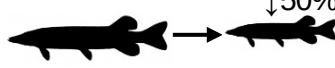
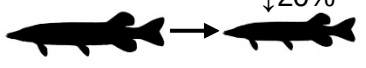
Pour sélectionner un échantillon de combinaisons qui soit représentatif, nous avons procédé à un design statistique (*fractional factorial design*) afin d'obtenir un écart significatif entre chacune d'elles tout en respectant les conditions d'orthogonalité et de faisabilité permettant une analyse distincte et indépendante de chacun des attributs (Bateman et al., 2002). Au final, ce design a permis de générer dans le Questionnaire 1 un total de 72 scénarios d'amélioration plus le scénario « sans intervention ». Ceux-ci nous ont permis de former 36 combinaisons de choix de scénarios (*choice sets*), qui ont été présentés dans 6 différentes versions de nos questionnaires. Ainsi, chaque répondant a reçu aléatoirement une des six versions du questionnaire et devait répondre aux six questions évaluatives qui s'y trouvaient. Dans le Questionnaire 2, en combinant les caractéristiques des sites de pêche blanche, nous obtenons 126 sites hypothétiques, en plus du scénario « ne pas pêcher ». Ceux-ci nous permettent de former 63 combinaisons de choix de scénarios (*choice sets*). Nous les avons présentés dans 7 différentes versions de nos questionnaires, ainsi chaque répondant devait répondre à 9 combinaisons des sites, ce qui leur demandait de faire 9 choix différents. À l'instar de la méthode d'évaluation contingente, une série de questions de suivi a permis d'obtenir des informations complémentaires sur les volontés à payer exprimées (pour les questions relatives à cette méthode, voir l'Annexe 1, section 2, questions 13 à 21 et l'Annexe 2, section 3, questions 10 à 19).

Tableau 3.7. Exemple de choix de scénarios dans la méthode des choix multi-attributs du Questionnaire 1

Si vous choisissez l'intervention A ou B, vous devrez payer une taxe provinciale dont le seul but serait d'aider à mettre en place ces interventions. Aucun paiement ne sera demandé pour le choix du cas « sans intervention », cependant la condition du Lac Saint-Pierre continuera à se dégrader sous la pression des activités humaines et des changements climatiques, dégradant ainsi leurs fonctions écologiques comme mentionné dans le tableau.			
	Sans intervention	Intervention A	Intervention B
Qualité d'habitat pour les poissons La baisse et les variations du niveau d'eau risquent de réduire le nombre et la qualité des frayères et des refuges, changer les patrons de migration des espèces, affaiblir la capacité de la filtration d'eau, favoriser l'apparition d'algues, accentuer les problèmes de pollution, favoriser l'arrivée des espèces envahissantes, etc.	En détérioration accélérée Augmentation du nombre d'espèces de poissons à statut précaire et de restriction à la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies.	En amélioration Une baisse des espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. La suppression du moratoire de pêche sur la perchaude.	En amélioration importante Une baisse importante des espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. Augmentation du potentiel de pêche.
Qualité d'habitat pour les oiseaux La baisse et les variations du niveau d'eau risquent de réduire la qualité des berges, l'accessibilité à la nourriture, la superficie des refuges et des lieux de reproduction, en particulier pour les oiseaux migrateurs.	En détérioration Augmentation du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire, la modification des communautés d'oiseaux et l'apparition d'espèces plus typiques des régions du sud.	En amélioration importante Une importante baisse des espèces d'oiseaux à statut précaire et le retour de certains oiseaux migrateurs sur le Lac.	En amélioration Une baisse des espèces d'oiseaux à statut précaire et maintien de la composition des communautés d'oiseaux.
Qualité de l'eau La baisse et les variations du niveau d'eau risquent d'affaiblir la capacité de filtration d'eau des MH, favorisant la multiplication des crises d'algues et d'accentuer les impacts négatifs des sédiments et des contaminants comme phosphate, pesticide, et des polluants municipaux et industriels.	Mauvaise Seulement des activités qui n'ont pas de contact avec l'eau sont permises : 	Moyenne Seulement les activités avec contacts secondaires à l'eau et ceux qui n'ont pas de contact avec l'eau sont permises : 	Bonne Toutes les activités avec/sans contacts primaires avec l'eau sont permises : 
Conditions riveraines La baisse et les variations du niveau d'eau risquent de provoquer le dépérissement des forêts riveraines, l'invasion par des plantes exotiques et de modifier les compositions de la communauté végétale des rives et ainsi réduire la qualité paysagère des rives, l'accessibilité à l'eau et l'espace disponible pour des activités récréotouristiques comme la nage, le canotage ou la planche à voile.	20% de réduction des espaces par rapport à la situation actuelle.	10% de réduction des espaces par rapport à la situation actuelle.	0% de réduction des espaces par rapport à la situation actuelle.
Statut de réserve mondiale de la biosphère de l'UNESCO et de site Ramsar La désignation d'un statut de réserve mondiale est basée sur la qualité des écosystèmes. Compte tenu des risques de la perte de qualité des aspects décrits plus haut, le Lac Saint-Pierre pourrait perdre ces désignations.	Menacé	Maintenu	Maintenu
Coût (une taxe provinciale spéciale par ménage par an pour mettre en place des mesures mentionnées plus haut).	0\$/an	20\$/ an	250\$/ an
Je choisis	_____	_____	_____

Afin de limiter la complexité du questionnaire, nous avons appliqué une stratégie de comparaison qui propose de toujours combiner le scénario « sans intervention » (i.e. le *statu quo*, où tous les niveaux des attributs sont les plus bas, mais associé à un coût nul) avec deux scénarios « avec interventions ». Dans ces derniers, appelées projet X et Y respectivement, les niveaux des cinq attributs s'améliorent généralement et sont associés à un coût. Au final, les répondants devaient choisir entre un scénario sans coût (le *statu quo*) ou l'une ou l'autre des alternatives payantes. Les tableaux 3.7 et 3.8 présentent un exemple de choix de scénarios auquel devait répondre les personnes enquêtées dans les Questionnaires 1 et 2 respectivement.

Tableau 3.8. Exemple de choix de scénarios dans la méthode des choix multi-attributs du Questionnaire 2

Pour aller pêcher sur le site A ou B, vous devrez payer le coût de transport de votre résidence principale jusqu'au site, ainsi que des frais d'hébergement si nécessaire. Aucun coût de voyage ne sera nécessaire si vous choisissez de « ne pas pêcher ».		
	Site A	Site B
Distance depuis votre résidence principale	50 km	75 km
Qualité d'habitat des poissons	 Meilleure qu'au lac Saint Pierre	 Moins bonne qu'au lac Saint Pierre
Longueur des poissons pêchés	 50% plus petite qu'au lac Saint Pierre	 20% plus petite qu'au lac Saint Pierre
Temps pour capturer un poisson	 Un tiers (1/3) de temps en moins qu'au lac Saint Pierre	 2 fois plus de temps qu'au lac Saint Pierre
Condition riveraine (accessibilité aux sites de pêche, condition de glace)	10% meilleure qu'au lac Saint Pierre	Similaire au lac Saint Pierre
Achalandage	 Plus de pêcheurs qu'au lac Saint Pierre	 Similaire au lac Saint Pierre

Dans le Questionnaire 1 pour la population générale, l'attribut pécuniaire est le prix à payer pour la mise en œuvre des interventions qui permet de réaliser les variations des niveaux d'attributs proposés. Dans le souci de l'universalité du moyen de paiement, nous utilisons une taxe provinciale par an par ménage. Un tel véhicule de paiement nous permet ainsi d'évaluer la valeur totale (valeur d'usage et de non-usage) des SE du LSP car quand un répondant choisi un projet X ou Y au lieu de choisir le « statut quo », peu importe si il/elle décide de visiter ou non le LSP, il est dans l'obligation de payer le montant proposé dans pour le projet. Alors dans le Questionnaire 2, comme nous invitons les pêcheurs à choisir entre ne pas pêcher ou un des deux sites hypothétiques de pêche, l'élément coût correspondait plutôt aux dépenses à déboursier pour visiter le site de pêche hypothétique proposé, plus précisément la distance du site de pêche que le répondant doit parcourir pour arriver au site de pêche choisi. Nous évaluons ainsi toujours seulement la valeur d'usage de pêche.

3.1.2. Stratégie d'échantillonnage

Nous avons choisi de recourir à une enquête web en raison des multiples avantages que cela confère, soit notamment des économies d'argent et de temps, la saisie automatique des données, un graphisme plus développé et un accès à des banques d'adresses courriel (Muffo et al., 2003, Marta et al., 2007, Lindhrem and Navrud, 2010, Bell et al., 2011, Potoglou et al., 2012). Notre questionnaire a été mis en ligne par notre équipe sur la plate-forme web *Survey Monkey*.

Pour le questionnaire sur le LSP, la population ciblée était constituée de la population québécoise âgée de 18 ans et plus. La sélection des répondants s'est faite de façon aléatoire au sein de cette population. Le recrutement des répondants a été confié aux deux firmes d'enquête en ligne SSI (*Survey Sampling International*) et *Research Now*, qui possèdent chacune un panel des répondants québécois internautes de plusieurs dizaines de milliers de personnes. Les répondants sélectionnés par les deux compagnies étaient automatiquement redirigés vers notre questionnaire. Cette approche nous a permis de gérer à l'interne la collecte des données et ainsi de minimiser les possibles biais liés à cette étape.

Aucun test statistique n'a été réalisé afin de déterminer la taille optimale de notre échantillon, dans la mesure où il s'agit de la première étude de ce type réalisée au Québec et que nous ne connaissions pas de façon suffisamment réaliste l'ampleur des résultats anticipés. Toutefois, dans la littérature, la taille minimale recommandée varie entre 150 à 200 répondants (Borghi et Jan, 2008) et 1 000 répondants (Arrow et al. 1993). Ceci est évidemment lié à la taille de la population cible et la difficulté à trouver une représentativité. En considérant la population du Québec comme population cible, les lois d'échantillonnage commandent, pour un niveau de confiance de 95% et une marge d'erreur de 3%, un échantillon de 1 066 individus.

Chaque personne sollicitée avait la possibilité de répondre ou non au questionnaire en cliquant sur le lien qui leur avait été envoyé par SSI. Une fois avoir cliqué sur le lien électronique, ils pouvaient lire la lettre explicative sur l'objet de la recherche (page 1 de l'Annexe 1) et ensuite débiter ou non le questionnaire.

Considérant que le profil sociodémographique des pêcheurs sportifs en hiver est différent de celui de la population générale du Québec, nous avons appliqué une stratégie de recrutement différente. Pour ce faire, nous avons contacté l'Aire Faunique Communautaire du lac Saint-Pierre (l'AFC) afin d'utiliser leur réseau pour recruter les participants. Le LSP étant un plan d'eau public, il fait l'objet d'un bail de droits exclusifs de pêche sportive à des fins communautaires. La gestion de ces droits a été confiée à l'AFC afin d'y assurer la conservation et la mise en valeur de la faune aquatique⁹. Les pêcheurs désireux de pêcher au LSP doivent se procurer des droits de pêche particuliers chez l'un des 36 dépositaires autorisés par l'AFC (voir la liste des dépositaires à l'Annexe 5).

⁹ À noter qu'il existe trois autres AFC au Québec, celles du réservoir Baskatong (1997), du réservoir Gouin (1999) et du lac Saint-Jean (1996).

Afin de recruter des pêcheurs pour notre enquête, l'AFC a fait la promotion de notre enquête en posant des affiches chez les dépositaires et en y distribuant des dépliants (voir l'Annexe 4 pour une version du dépliant disponible chez les dépositaires). Afin de stimuler la participation des pêcheurs, deux prix d'une valeur de 250\$ étaient à faire tirer de façon aléatoire parmi les participants (les tirages ont eu lieu les 31 janvier et 31 mars 2015). Les prix étaient des cartes cadeaux pour le magasin *Canadian Tire*¹⁰. Les personnes intéressées à participer à notre enquête étaient invitées à se rendre sur le site internet hébergeant le questionnaire, soit une plate-forme de sondage en ligne de type *Survey Monkey*, soit en recopiant l'adresse électronique ou en scannant le code QR (i.e. code matriciel *datamatrix*) avec le téléphone intelligent.

3.1.3. Modèles économétriques

La présente section vise à présenter les modèles d'analyses économétriques utilisés pour estimer les volontés à payer. Elle se divise en trois sous-sections, chacune détaillant une des méthodes utilisées.

3.1.3.1. Modèle du comportement contingent

La valeur d'accès du LSP est calculée à partir des résultats des analyses des données de notre enquête qui combine la méthode des coûts de transport et la méthode du comportement contingent. Cette méthode a été développée vers la fin 1990 et notre analyse se base sur l'étude de Christie et al. (2007). La méthode des coûts de transport vise essentiellement à évaluer la valeur des services non marchands rendus principalement par des activités récréotouristiques, telles que la chasse, la pêche, la visite de parcs nationaux ou la randonnée pédestre.

La méthode du comportement contingent consiste quant à elle à demander aux répondants, après leurs réponses sur leurs activités actuelles de visites, de prédire les changements de leurs comportements après la présentation d'une variation hypothétique du niveau de la qualité du site visité.

Si l'idée fondamentale de la méthode de coût de transport est de déduire la valeur d'accès (i.e. ce que les visiteurs sont prêts à payer en termes de dépenses réelles et de coût d'opportunité) à partir des données observées sur les marchés de certains biens ordinaires, la méthode des comportements contingents nous permettra de calculer à la fois la valeur d'accès actuelle du site, ainsi que la variation potentielle de sa valeur sous des changements hypothétiques de sa qualité. Cette méthode est fondée sur la complémentarité entre une activité et un actif naturel, c'est-à-dire qu'on notera une variation de l'intensité de fréquentation d'un site en fonction de sa qualité. Selon le principe de cette méthode, les consommateurs manifestent l'intensité de leur intérêt envers le site visité selon les dépenses qu'ils engagent pour s'y rendre.

Le principe utilisé dans notre étude est le même que celui de la méthode des coûts de transports, à la différence où nous combinons des données réelles avec celles contingentes.

¹⁰ Les informations sur les gagnants de ces tirages se trouvent sur le site de l'AFC au : <http://afclacst-pierre.org/enquete-sur-la-peche-au-lac-saint-pierre/>

Nous avons utilisé ainsi le format de données de panel (*random effect*) dans nos estimations pour la base de données combinée. En effet, les données réelles sur les visites des individus correspondent à la situation actuelle du lac, par contre les données contingentes correspondent à une situation future du lac. On a donc deux situations qui peuvent être considérées comme deux périodes distinctes, d'où vient la logique d'utiliser le format de données de panel. Chaque personne a deux réponses. La première est le nombre de voyages au LSP. La deuxième observation est le nombre de voyages qu'elle ferait en cas de détérioration des conditions environnementales.

Dans ce modèle, on considère que l'utilité de chaque individu i à un scénario t , soit U_{it} , dépend de sa consommation de biens, X_i , de son loisir, L_i , et du nombre annuel de visites qu'il effectue au LSP, V_{it} .

$$U_{it} = f(X_i, L_i, V_{it}) \quad (1)$$

Pour un individu i , le nombre de visites qui correspond au scénario t du lac est déterminé par

$$V_{it} = f(C_i, Q_t, Z_i) \quad (2)$$

où " t " correspond à deux situations : la situation actuelle ou réelle ($t=0$) et la situation future ou hypothétique en cas de détérioration du lac ($t=1$). C_i correspond au coût du transport de l'individu i pour se rendre sur le site. Dans cette partie d'analyse, nous avons opté pour les dépenses de transport pour se rendre au LSP (les frais d'essence et les usures de voiture), au lieu des dépenses totales rapportées par les individus. Considérant que les dépenses d'un individu dans une visite type sont naturellement reliées à la distance entre le lieu de résidence d'un individu et le LSP, plus la distance est grande, plus les dépenses seront élevées. Les raisons principales de ce choix sont que, dans un premier temps, nous pouvons extrapoler le maximum de données utilisables de notre enquête, puisque les questions sur les dépenses d'essence et d'utilisation de la voiture ont été remplies par plus de répondants que les autres. Deuxièmement, nous souhaitons éviter les biais dans la mesure des dépenses de voyage qui comportent souvent des imprécisions et des exagérations¹¹.

Quant à Q_t , c'est une variable muette sur la qualité du lac correspondant à chaque scénario t . Cette variable permet de capter l'effet du changement de la qualité du lac. Cette variable est égale à 1 s'il y'a détérioration continue (situation future hypothétique, $t=1$) et 0 lorsqu'il s'agit de la situation actuelle ($t=0$). Z_i représente le vecteur des variables sociodémographiques explicatives de la demande. Il s'agit de : l'âge, le sexe (1 si c'est un homme, 0 si c'est une femme), le revenu, des variables qui indiquent la fréquence annuelle de quatre activités récréatives (e.g. pêche, observation de la nature, cyclisme, randonnée en nature), une variable muette indiquant le fait que l'individu achète des autorisations chaque année à l'aire faunique communautaire (AFC) du lac Saint-Pierre, une variable muette

¹¹ Utiliser simplement le coût de voyage (essence et usure de la voiture) nous permet d'obtenir une mesure uniformisée du coût pour une visite, au lieu du coût du dernier voyage qui risque d'être dévié à cause des situations particulières. Nous espérons également éviter les coûts rapportés du voyage le plus cher lors des derniers 12 mois au lieu d'un voyage type.

indiquant le lieu de résidence permanente (1 s'il a vécu la plupart du temps en milieu urbain, 0 sinon), une variable muette qui indique si l'individu possède un chalet ou non (1 si l'individu possède un chalet, 0 sinon), le statut de santé (1 s'il a un problème de santé, 0 sinon).

Le coût de voyage de chaque individu i a été calculé de la façon suivante :

$$C_i = c * d_i \quad (3)$$

où d_i représente la distance la plus proche entre le lieu de résidence du répondant i et le LSP et la constante " c " correspond au montant qu'un individu dépense en moyenne par km. La valeur de " c " a été calculée à partir des informations collectées par l'Association canadienne des automobilistes (CAA, 2013 sur la base des coûts moyens d'utilisation des trois catégories de véhicules les plus populaires au Canada. Cette valeur correspond au ratio entre l'ensemble des dépenses annuelles liées au carburant, entretien, pneus, assurances, permis de conduire et immatriculation, dépréciation, prêt automobile et le nombre de kilomètres parcourus par an, soit 0,53\$/km. La variable d_i représente la distance parcourue par un individu. Elle a été calculée grâce à l'application *Google Map* à partir du site de départ du répondant (via son code postal) et le LSP (un point au centre sur la rive nord pour les habitants de la rive nord et l'inverse pour la rive sud).

L'étape centrale de cette méthode consiste à estimer la courbe de fréquentation du site des visiteurs (la courbe de demande) en fonction de leur coût de voyage C_i et la variation de la qualité du lac Q_t (c.f. équation 2). Ceci vise à expliquer comment le nombre de visites V_{it} de l'individu i est déterminé par les coûts de déplacement qu'il engage pour chaque visite C_i , ses caractéristiques sociodémographiques et économiques Z_i et la qualité du lac Q_t .

Une fois la courbe de demande estimée de notre base de données, avec des valeurs spécifiques pour C_i et Z_i et Q_0 , nous pouvons obtenir la courbe de la demande de visite propre à cette personne quand la qualité du lac est au niveau Q_0 , telle que présentée dans la figure 2. Pour chaque individu i , avec un niveau de coût de voyage C_i et un nombre de visites N_i , nous pouvons déduire de la figure 2 que ses coûts totaux de voyage seront égaux à l'aire $B_i (=N_i * C_i)$, qui peuvent être considéré comme la valeur de retombées économiques engendrées par le nombre de visites de l'individu i . La satisfaction nette qu'il obtient de ses voyages est égale à la surface A_i , qui mesure exactement la valeur d'usage nette (valeur d'usage total-coûts totaux de déplacement, aussi appelée la valeur d'accès) de ce site pour cet individu souvent appelé le surplus du consommateur.

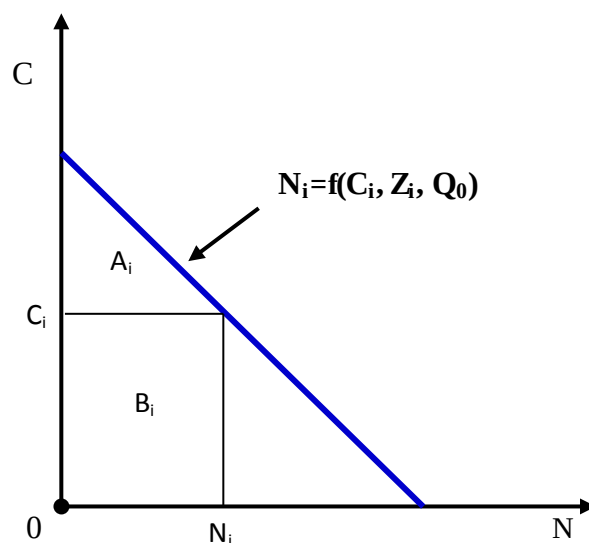


Figure 3.1. Courbe de fréquentation du site d'un individu i avec la qualité actuelle du LSP

Une détérioration de la qualité du Lac découragera la demande de visites des répondants. L'effet de ce découragement peut être directement capté par le coefficient estimé pour la qualité du lac Q_t . Un tel impact est illustré dans le Figure 3, où la courbe de demande des visites après la détérioration de la qualité de lac $N_i = f(C_i, Z_i, Q_1)$ se trouve à gauche de la courbe de demande initiale $N_i = f(C_i, Z_i, Q_0)$ quand la qualité du lac est au niveau Q_0 . Ainsi pour un niveau de coût de voyage donné, le C_i , le nombre de visites pour l'individu i sera réduit de N_i à N_i' quand la qualité du lac se détériorera en passant du niveau Q_0 à Q_1 . Le rectangle vert peut ainsi être considéré comme la perte des retombées économiques due à la détérioration de la qualité du Lac et la surface bleue nommée ΔA_i est la réduction de la valeur d'usage nette de l'individu i due à la détérioration de la qualité du lac.

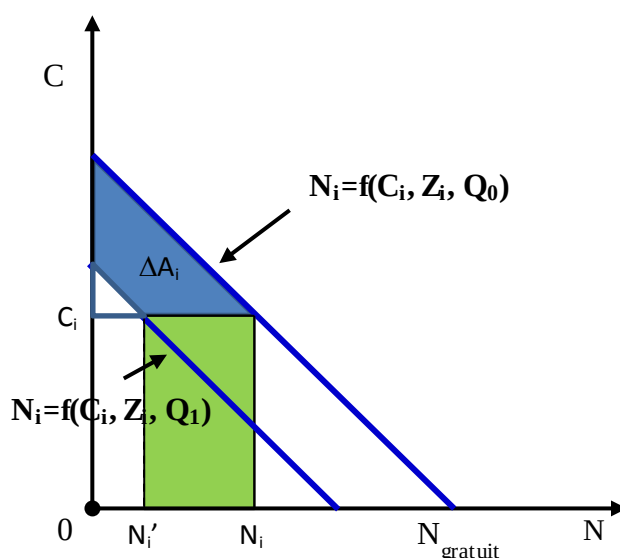


Figure 3.2. Modification de la fréquentation du site estimée pour un individu i avec une qualité détériorée du LSP

Une fois ces valeurs de retombées économiques et d'usage net ainsi que leurs variations pour chaque individu i connues, la valeur totale du LSP peut être obtenue par la sommation des valeurs de tous les individus qui visitent ce site.

Un point à préciser est que la qualité d'une étude de ce type dépend étroitement de la qualité de données obtenues par sondage auprès des visiteurs réels ou potentiels du site. Le sondage peut être fait sur site ou hors-site par différents modes de recrutement des répondants (poste, téléphone, face à face, internet, etc.),¹² mais la question la plus essentielle pour les chercheurs est de trouver une bonne stratégie pour recueillir correctement toutes les informations qui seront utiles pour extrapoler les coûts de voyage de chaque répondant, par exemple la distance entre le site touristique et leur domicile, la durée de leur voyage, le mode de transport choisi, les équipements nécessaires, etc.

3.1.3.2. Modèle de l'évaluation contingente

Les fondements théoriques de la méthode d'évaluation contingente, plus précisément le modèle de l'utilité aléatoire (McFadden 1974) se base sur les considérations des variations de la satisfaction d'un individu avant et après un changement de la condition environnementale hypothétique. Considérons un individu possédant un niveau de revenu et de vie dans certaines conditions environnementales. Si la pollution réduit le niveau de satisfaction de cet individu, il peut dépenser une partie de son revenu dans le but de corriger ces impacts négatifs, par exemple, installer des équipements pour filtrer l'air dans la maison pour lutter contre les effets négatifs de pollution aérienne. Si un projet public peut améliorer la condition de l'environnement, certaines dépenses pour lutter contre les effets négatifs des pollutions initialement engagées par cet individu deviendraient non-nécessaires ; ainsi le niveau de satisfaction de l'individu augmente en partie grâce à la réduction des dépenses défensives, en partie grâce à l'utilité directement obtenue de l'amélioration de l'environnement.

La méthode d'évaluation contingente vise à accorder une valeur monétaire à cette augmentation de niveau de satisfaction chez cet individu grâce à l'amélioration de la qualité de l'environnement. La logique théorique d'évaluation est de déterminer la somme maximale d'argent que cet individu sera prêt à payer pour bénéficier de la condition améliorée de la qualité de l'air tout en restant sur le même niveau de satisfaction globale initial associé à la situation avant l'amélioration.

L'étape centrale de cette méthode consiste ainsi à décrire dans le questionnaire un scénario hypothétique de changement de l'environnement et, ensuite de poser directement une ou plusieurs questions aux répondants pour mesurer leur volonté à payer (VAP) maximale pour bénéficier de cette amélioration. Comme nous avons choisi d'utiliser une question fermée de style « référendum » pour questionner la valeur de VAP des répondants, le format le plus

¹² Il existe beaucoup de livres et d'articles qui discutent des méthodes d'enquête, voir notamment Bateman et al., 2002.

simple est la question de choix discrets avec un seul prix proposé. Plus concrètement, la question de VAP proposée est « est-ce que vous seriez prêt à payer (accepter) X dollars pour l'amélioration proposée, oui ou non ? », où le montant de X dollars est explicitement proposé par l'enquêteur. La réponse de répondants est simplement d'accepter ou de refuser ce prix pour bénéficier de l'amélioration de l'environnement proposée.

L'analyse de ce format des réponses oui ou non suit étroitement la logique expliquée dans le paragraphe précédent. Si un répondant i a répondu « oui » au prix proposé, ce répondant bénéficie de l'amélioration de l'environnement, mais en même temps, doit payer le prix proposé ; nous pouvons illustrer son niveau d'utilité comme U_{oui} . Si le projet n'est pas accepté, il n'a pas besoin de payer le montant proposé, mais il fait face à la même situation environnementale initiale. Nous utilisons U_{non} pour illustrer son niveau d'utilité. Ainsi, un individu répondrait « oui » si et seulement si $U_{oui} > U_{non}$. Le modèle d'estimation adapté à ce format de questionnaire vise à estimer la probabilité pour un individu i d'avoir $U_{oui} > U_{non}$, selon le niveau de prix proposé X ainsi que ses caractéristiques sociodémographiques et économiques.

Notre modèle d'estimation est basé sur cette idée où la variable dépendante correspond à une variable muette Y_i . Quand un répondant choisit oui, nous donnons une valeur de 1 pour cette variable, quand la réponse est non, nous lui donnons une valeur de 0. Notre fonction d'estimation vise à expliquer la probabilité (oui=1, non=0) pour un individu i de répondre oui à un prix proposé X_i . Les autres informations sociodémographiques et économiques des répondants ainsi que les réponses dévoilant leurs expériences avec le LSP sont des variables explicatives à côté de X_i . Une transformation simple des résultats d'estimation de cette fonction de probabilité nous donnera la valeur de VAP pour l'amélioration proposée d'un individu i , selon ses caractéristiques socioéconomiques et ses expériences avec le LSP.

Une fois la valeur de VAP de tous les répondants soit obtenue, il nous sera possible de calculer la valeur agrégée de la VAP de ces répondants pour l'amélioration de l'environnement proposée. Si les répondants recrutés dans notre enquête peuvent être considérés comme représentatifs de la population générale, des extrapolations linéaires à partir du profil de chaque répondant permettront d'obtenir la valeur agrégée de l'amélioration de l'environnement pour l'ensemble de la population.

3.1.3.3. Modèle des choix multi-attributs

L'analyse reliée à la méthode de choix multi-attributs est basée sur l'approche multi-attributs de Lancaster (1966) et sur la théorie d'utilité aléatoire (McFadden, 1974). L'approche multi-attributs de Lancaster (1966), suppose que chaque bien peut être décrit à l'aide de ses attributs et du niveau de ceux-ci. Par conséquent, l'utilité procurée par la consommation d'un bien provient non pas de sa consommation en tant que telle, mais plutôt de la consommation des caractéristiques ou des attributs qui le composent. La théorie de l'utilité aléatoire (McFadden, 1974) quant à elle décrit le comportement de consommateurs faisant des choix parmi les projets proposés dans un contexte de maximisation de leur utilité (Boxall et Macnab, 2000).

De façon similaire au modèle d'estimation pour les questions de choix discrets utilisé dans la méthode d'évaluation contingente, la logique d'estimation pour la méthode de CMA est d'estimer la probabilité pour un individu de choisir une alternative par rapport aux autres selon les caractéristiques de répondants ainsi que les caractéristiques/niveaux des attributs qui décrivent le scénario choisi. Une fois les paramètres estimés, il nous sera possible de déduire la VAP pour le projet qui propose le changement de l'environnement et le prix implicite pour chaque attribut étudié. Pour les lecteurs qui s'intéressent aux détails de ces calculs, Hanemann (1984) et Parsons et Kealy (1992) sont des références intéressantes.

3.2. Les coûts des mesures d'adaptation

Notre analyse utilise la méthodologie décrite par Poder et Revéret (2015) pour ce qui est du calcul des coûts. De fait, la perspective retenue est celle des coûts pour la société pour la zone géographique incluant le lac Saint-Pierre et ses bassins versants. Les éléments du projet sont ceux décrits comme étant les sept mesures d'adaptation aux changements climatiques visant à améliorer la situation du lac Saint-Pierre. Ces sept mesures d'adaptation sont : 1) Restaurer les zones riveraines et la plaine inondable autour du lac Saint-Pierre afin de réduire l'empiètement par les activités humaines ; 2) Modifier les pratiques agricoles en zone inondable et dans le bassin versant du lac Saint-Pierre ; 3) Augmenter l'efficacité et la capacité de traitement des eaux usées par les municipalités ; 4) Protéger et restaurer des habitats refuges pour les espèces menacées ou vulnérables ; 5) Appliquer un moratoire sur le dragage futur du chenal de navigation pour protéger les habitats aquatiques de faible profondeur ; 6) Éduquer et sensibiliser le public ; et 7) Appliquer de façon plus stricte les lois et règlements en vigueur. Les coûts pris en considération pour chacune de ces mesures sont décrits dans la section 4.3.

Le principe du coût d'opportunité est utilisé pour déterminer les coûts à inclure dans l'analyse, soit les coûts engendrés par le projet ainsi que la valeur de ce à quoi on renonce si les ressources disponibles avaient été utilisées à une autre fin (Field et Olewiler, 2011 ; Poder et Revéret, 2015). L'horizon temporel retenu est de 50 années à partir de 2015. Afin d'être cohérent avec d'autres rapports présentés dans le cadre de l'appel à projets de Ressources Naturelles Canada et dirigés par le consortium OURANOS, un taux d'actualisation de 4% sera utilisé même si plusieurs auteurs suggèrent d'utiliser un taux nul pour les investissements visant une amélioration de l'environnement. Dans ce même souci de cohérence entre les rapports produits, les coûts sont fournis en dollars canadiens constants de 2012. Une analyse de sensibilité est utilisée pour chaque mesure d'adaptation en présentant un scénario optimiste, un médian et un pessimiste, mais également en faisant varier le taux d'actualisation de 2% à 6%.

4. Résultats

Cette section vise à présenter les résultats des deux parties de l'étude. La première partie, sur les avantages, décrit les bénéfices estimés de l'utilisation du LSP selon les diverses méthodes utilisées soit celle des dépenses réelles et celles des demandes estimées par la méthode du comportement contingent, la méthode de l'évaluation contingente et enfin celle des choix multi-

attributs. Dans la seconde partie, celle sur les coûts, nous présenterons les estimations obtenues pour les coûts de mise en œuvre des stratégies d'adaptation.

4.1. Bénéfices économiques marchands et non marchands pour la population du Québec

Les résultats présentés dans les pages qui suivent proviennent d'une enquête ayant débuté le 22 novembre et s'étant terminée le 16 janvier 2015 à laquelle ont participé au total 2 368 individus. De ce nombre, seulement 2 106 individus ont complété entièrement le questionnaire en ligne et 7 individus étaient âgés de moins de 18 ans, leurs réponses ayant été supprimées de la base de données. Nous obtenons ainsi un total 2 099 répondants valides. L'annexe 5 présente les statistiques descriptives de l'échantillon.

4.1.1. Retombées économiques actuelles et futures des activités récréotouristiques sur le LSP

Les calculs des retombées économiques des activités récréotouristiques sont basés sur les informations collectées sur les activités réalisées au LSP dans les derniers 12 mois, ainsi que les dépenses reliées à la dernière visite au lac. Parmi les 2 099 répondants de 18 ans et plus qui ont commencé notre questionnaire, 451 ont visité le LSP dans le passé. Parmi eux, 165 répondants ont effectué au moins une visite au LSP pendant les derniers 12 mois, dont 155 qui ont fourni des informations complètes au niveau des dépenses liées à leur dernière visite au Lac Saint-Pierre ainsi que sur leur situation socioéconomique. Nos calculs sont ainsi basés sur les réponses fournies par ces 155 répondants dans les questions 4-8 du questionnaire de la population générale (voir Annexe 1). Comme illustré plus tôt dans le rapport, notre échantillon de la population générale correspond bien au profil sociodémographique de la population du Québec. Nous pouvons ainsi postuler l'hypothèse que la probabilité pour un québécois de visiter le LSP pendant les derniers 12 mois est égale à 165/2361, soit 6,99%.¹³

Le tableau 4.1 illustre les dépenses de l'ensemble des répondants lors de leur dernière visite au LSP. On constate que l'hébergement représente le premier poste de dépenses des individus. Ces derniers ont dépensé 8 785\$ pour leur hébergement, soit un pourcentage de 27,95% par rapport à l'ensemble des dépenses. Le second poste de dépenses correspond à la nourriture. Au total, les répondants ont dépensé 8 450\$ lors de leur dernier séjour au LSP. Soit un pourcentage de

¹³ Un commentaire que nous avons eu à partir d'une version préliminaire du rapport est que cette probabilité de 7% pour un Québécois de visiter le LSP semble trop élevée. Une explication possible d'une telle situation est l'effet de biais de sélection, car une personne qui a plus d'intérêt envers les milieux aquatiques a une tendance plus forte à répondre à notre questionnaire. Ainsi il est possible que dans les 2361 répondants qui ont commencé le questionnaire, la concentration des répondants intéressés aux questions de la protection des milieux aquatiques soit plus élevée que celle de la population générale du Québec. Il s'agit d'un biais déjà observé dans les études employant la même méthodologie. L'impact d'un tel biais est naturellement le risque de la surestimation de la valeur du LSP.

26,88%. Le troisième poste de dépenses le plus important concerne les frais de transport avec 25,03% des dépenses totales. Les répondants ont dépensé 7 381\$ pour ce poste en 2014. Au total, l'ensemble des dépenses effectuées au LSP lors d'une visite en 2014, s'élève à 31 425\$.

**Tableau 4.1. Détails des dépenses de la dernière visite au LSP
au cours des derniers 12 mois**

Dépenses	Total des dépenses (\$)	%
Hébergement	8 785	27,96
Nourriture	8 450	26,89
Frais de transport	7 381	23,49
Achat de droit d'accès/permis/forfait	2 603	8,28
Matériel/équipements	2 265	7,21
Autres dépenses	1 941	6,18
Total	31 425	100,00

Note : Nombre total des répondants = 155

Le tableau 4.1 nous montre que les 155 individus qui ont visité au LSP ont dépensé au total 31 425\$ à leur dernière visite au LSP. Se basant sur l'hypothèse que leur dernière visite soit représentative des autres visiteurs, nous pouvons calculer la dépense en moyenne par visite par groupe, qui est de $31\,425/155 = 202,74\$/\text{visite}$.

Nous savons également que chaque visite inclut plusieurs personnes (Tableau A5.14, disponible à l'annexe 5) et peut durer plusieurs jours (Tableau A5.15, disponible à l'annexe 5). Dans notre enquête, nous savons que la taille moyenne d'un groupe est de 3,13 personnes (enfants et adultes confondus) et que chaque groupe effectue en moyenne 4,54 visites par an, d'une durée moyenne de 2,48 jours. Nous pouvons ainsi calculer que pour chaque jour*personne, la dépense moyenne sera égale à $202,74/(3,13*2,48) = 26,11\$/\text{jours*personne}$. Avec ces informations, nous pouvons calculer les retombées économiques issues des activités récréotouristiques, tel qu'illustré dans le Tableau 4.2.

Tableau 4.2. Détails du calcul des retombées économiques des activités récréotouristiques du LSP

Dépense moyenne (A)	26,11 \$/jour/personne
Nombre de visites en moyenne par visiteur par an (B)	4,54 visites/an/personne
Nombre de jours par visite en moyenne (C)	2,48 jour/visite
Population du Québec en 2014 (D)	8 214 672 personnes
Probabilité pour un québécois d'aller au LSP (E=165/2361)	6,99%
Nombre de touristes québécois du LSP des derniers 12 mois (F=D*E)	574 087,62 personnes
Nombre de voyages effectués par les Québécois au LSP pendant les derniers 12 mois (G=B*F)	2 606 357,81 visites
Nombre de jours de voyages effectués par les Québécois au LSP pendant les derniers 12 mois (H=G*C)	6 463 767,37 jours
Dépenses potentielles par an =H*A	168 768 966 \$ /an

Nous estimons ainsi les retombées économiques du LSP dans son état actuel à 168 769 M \$/an. Ce montant est comparable à celui trouvé par le MDDEFP (2013) pour les retombées économiques des activités reliées à tous lacs et rivières au Québec, qui estime que les adeptes d'activités de chasse, de pêche et de piégeage au Québec ont consacré 15 364 595 jours à la pratique de leurs activités en 2012 et que ceux-ci ont engendré des dépenses totales de plus de 1,6 milliard de dollars, avec une dépense journalière moyenne de 104 \$/jour. Ceci est assez comparable à ce que nous trouvons pour les utilisateurs du LSP, qui ont rapporté une dépense journalière moyenne par groupe de 81,72\$/jour (=26,11\$/jours/personne*3,13 personnes/groupe). Utilisant les indices des prix de consommation du Québec (StatCan, Tableau 326-0021 <http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l01/cst01/econ09f-eng.htm>), nous pouvons convertir la dépense journalière par groupe sur le LSP en prix de 2012, qui sera de 79,72\$/jour.¹⁴

4.1.1.2. Variations des retombées économiques dues aux changements climatiques

Notre enquête nous permet d'estimer également la variation des retombées économiques du LSP selon les impacts des changements climatiques, représentés ici par une baisse soudaine du niveau d'eau du Lac Saint-Pierre de 30 à 40 cm en moyenne, ce qui équivaut à une réduction de 10 à 13% de sa profondeur moyenne actuelle de 3 m accompagnée par des variations saisonnières (étiages et crues) plus importantes et plus hâtives (voir la Section 2 pour les détails). Dans notre questionnaire, nous avons résumé la détérioration de la condition écologique du LSP par la différence entre la situation d'aujourd'hui et la situation sans intervention en variations des différents attributs (Tableau 3.1). Une question a été posée après la présentation des variations, dans laquelle nous demandons aux répondants combien de visites compteraient-ils faire au LSP si le scénario « sans intervention » se produisait.

Les réponses collectées par cette question illustrent que les changements climatiques pourraient réduire la fréquence des visites des Québécois au LSP par 2,11 fois en moyenne par an (Tableau 4.3). La réduction des retombées économiques avec CC dans une situation « sans

¹⁴ Le taux de conversion calculé des données sur les IPC est 100\$ de 2012=102.5\$ de 2014.

intervention » selon nos statistiques d'enquête serait de 78,41 M\$/an, ce qui correspond à 46,5% des retombées économiques actuelles du LSP.

Tableau 4.3. Variation des retombées économiques des activités récréotouristiques du LSP après l'impact de CC

Variation moyenne de nombre de visites par an (C)	-2,11 visites/an
Nombre de jours par visite en moyenne (D)	2,48 jours/visite
La réduction moyenne de nombre de jours de visites ($E=D*C$)	-5,23 jours/an
Population du Québec (F)	8 214 672 personnes
Probabilité pour un québécois de visiter LSP ($G=165/2361$)	6,99%
Nombre de jours de visite perdus à cause de CC ($H=G*F*E$)	3 004 702,92 jours/an
Dépense moyenne (I)	26,11 \$/jour
Les retombées économiques perdues ($J=H*I$)	78 410 810 \$/an

4.1.1.3. Variation des retombées économiques après amélioration des conditions du LSP

À l'inverse de la situation présentée dans le tableau 3.1 (scénario d'évolution du LSP sans intervention), celle du tableau 3.2 propose une évolution de certains SE en fonction d'interventions pour juguler la problématique environnementale.

Les réponses face à ce scénario permettent de calculer l'augmentation potentielle des retombées économiques. Cette partie de calcul est basée sur les réponses des répondants qui sont comparables entre avant et après les interventions. Nous illustrons la logique de notre extrapolation dans le tableau 4.4. Nous pouvons ainsi conclure que l'augmentation des retombées économiques (toutes activités confondues) serait de 25,2 M\$.

Tableau 4.4. Variations des retombées économiques suivant une amélioration de la qualité du lac Saint-Pierre

Augmentation du nombre de visites après l'amélioration (Δ)	0,68 fois
nombre de jours par visite (B)	2,48 jours/fois
dépenses par personne par jours (D)	26,11 \$/personne/jours
augmentation de nb de jours de visite par personne ($E=\Delta*B$)	1,68 jour
population du Québec (F)	8 214 672
probabilité pour un québécois d'aller au LSP ($G=165/2361$)	6,99%
nb visiteur potentiel ($H=F*G$)	574 205,57
nb de voyage*personne*jours potentiels supplémentaires ($I=H*E$)	964 665,36
dépense potentielle supplémentaire ($J=I*D$)	25 187 410 \$

4.1.2. Estimation de la valeur d'usage (i.e. valeur d'accès) par la méthode du comportement contingent

Sur les 2 361 répondants, seuls 165 ont effectués au moins un voyage lors des douze derniers mois au LSP. Parmi ces 165 individus, seuls 125 ont répondu à la question relative à la détérioration de la qualité du LSP. Parmi ces 125 individus, huit individus n'ont pas fourni des informations complètes au sujet de leurs caractéristiques sociodémographiques. On se retrouve par conséquent avec 117 réponses valides pour l'estimation de la valeur d'usage à l'aide de la méthode du comportement contingent. Le tableau 4.5 illustre le profil sociodémographique d'un visiteur type de notre échantillon.

Tableau 4.5. Profil type d'un visiteur²

Variable	Moyenne	Écart-type	Min.	Max.
Nombre de visites lors des 12 derniers mois (situation actuelle)	4.73	5.90	0,51	44.44
Nombre prévu de visites (situation détériorée)	2.04	2.56	0.23	18.81
Coût du voyage (en \$)	64.05 ³	52.15	3,65	378.22
Revenu moyen ¹	0,38	0,49	0	1
Sexe	0,63	0,48	0	1
Fréquence annuelle de pêche	5,08	11,57	0	52
Fréquence annuelle de randonnée	4,84	10,53	0	52
Fréquence observation d'oiseau/an	5,74	10,39	0	52
Fréquence annuelle de cyclisme	5,29	13,08	0	52
État santé	0,15	0,36	0	1
En milieu urbain	0,74	0,44	0	1
Chalet	0,13	0,34	0	1
Autorisation AFC	0,11	0,32	0	1

Note 1: Revenu moyen = 1 si le revenu est < à 50 000\$, 0 si le revenu est > 50 000\$; Sexe = 1 si c'est un homme, 0 si c'est une femme ; État santé = 1 si l'individu a un problème de santé qui l'empêche de faire des activités récréotouristiques, 0 sinon ; En milieu urbain = oui=1, non=0 ; Chalet = posséder un chalet sur LSP=1, 0 sinon ; Autorisation AFC = 1 si le répondant a acheté chaque année des autorisations de pêche de l'AFC du LSP durant les derniers 5 ans, 0 sinon.

Note 2: Nombre total des répondants = 117

Note 3 : La valeur moyenne du coût du dernier voyage calculé de ces 117 répondants inclus dans notre estimation avec la méthode du coût de voyage est 64.05\$/visite. Ceci est différente de la valeur moyenne de 155 répondants qui ont rapporté leur coût de voyage équivaut à 202\$. Une telle différence peut être expliquée par le fait que certains voyageurs qui ont visité le lac en groupe de grande taille n'ont pas répondu à la question sur les variations de leurs visites au lac quand si la situation se détériore.

Le tableau 4.6 présente les résultats obtenus par la méthode du comportement contingent. On constate que le signe du coefficient associé à la variable du coût de transport est négatif, c'est-à-dire que plus l'individu se trouve loin du lac, moins il a tendance à s'y rendre. On constate

également que la détérioration du lac a un effet négatif statistiquement significatif sur la fréquence de visites au LSP.

Le type d'activité récréative a également une influence significative, plus un individu aime l'observation de la nature du LSP, plus il aura tendance à visiter le lac. De même, la probabilité de visite est statistiquement plus élevée chez les individus qui ont l'habitude d'acheter chaque année des autorisations de pêche de l'Aire faunique communautaires du LSP.

Les hommes ont tendance à visiter davantage le LSP comparativement aux femmes. Bien que statistiquement non significatifs, les signes des coefficients des variables revenu_moyen, état de santé, Chalet, Fréquence annuelle de pêche, Fréquence annuelle de randonnée, Fréquence annuelle de cyclisme et En milieu urbain correspondent aux signes attendus. En effet, les individus qui ont un revenu de moins de 50 000\$ ont logiquement une probabilité moins grande de visiter le LSP comparativement aux individus ayant des revenus plus élevés. De même, un individu qui n'est pas en bonne santé a moins de chance de visiter le LSP par rapport aux autres. Plus les individus pratiquent la randonnée ou le cyclisme, plus ils auront tendance à visiter le LSP. Par contre plus un individu pêche fréquemment moins il a tendance à venir au LSP, cependant il s'agit d'un coefficient statistiquement non significatif. Ceci peut s'expliquer par la détérioration ou les restrictions actuelles des conditions de pêche sur le site.

Tableau 4.6. Résultats de la méthode du comportement contingent

Variables	Nb. de visites annuelles
Cout de transport	-0,00473** (2,14)
Qualité lac	-0,843*** (6,43)
Revenu moyen	0,035 (0,16)
Sexe	0,33* (1,89)
Fréquence annuelle de pêche	-0,0156 (1,47)
Fréquence annuelle de randonnée	0,0204 (1,49)
Fréquence observation d'oiseau/an	0,0276* (1,89)
Fréquence annuelle de cyclisme	0,00122 (0,16)
État santé	-0,233 (0,97)
En milieu urbain	-0,0358 (0,19)
Chalet	0,176 (0,60)
Autorisation AFC	0,743** (2,18)
Constante	0,830*** (2,71)
Observations	234
Nombre d'individus	117

Note: Valeur du t de Student entre parenthèses *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1,
Modèle d'estimation : binomial négatif.

À partir des résultats économétriques du tableau 4.6, nous pouvons représenter la courbe de demande des visites au LSP et prédire le mouvement de cette courbe selon les changements proposés. La courbe de demande est utilisée ici pour illustrer la relation entre le nombre de visites dans les derniers 12 mois et les dépenses engagées par un individu pour se rendre une fois au LSP. La figure 4.1 rapporte ainsi la courbe de demande des visites au LSP d'un visiteur québécois représentatif (dont le profil sociodémographique est illustré dans le tableau 4.5).

Toute chose égale par ailleurs, ce graphique montre que l'intensité de demande de visites au LSP (exprimée par le nombre de visites par an) est décroissante avec la distance qui sépare l'individu du LSP. Plus la distance est grande, plus grand sera le coût de transport, moins fréquentes seront les visites de cet individu. Ce graphique montre également que le coût de transport maximum pour lequel un visiteur représentatif effectuerait au moins une visite par an est d'environ 351 \$, ce qui correspond à une distance de 662,26 km.¹⁵

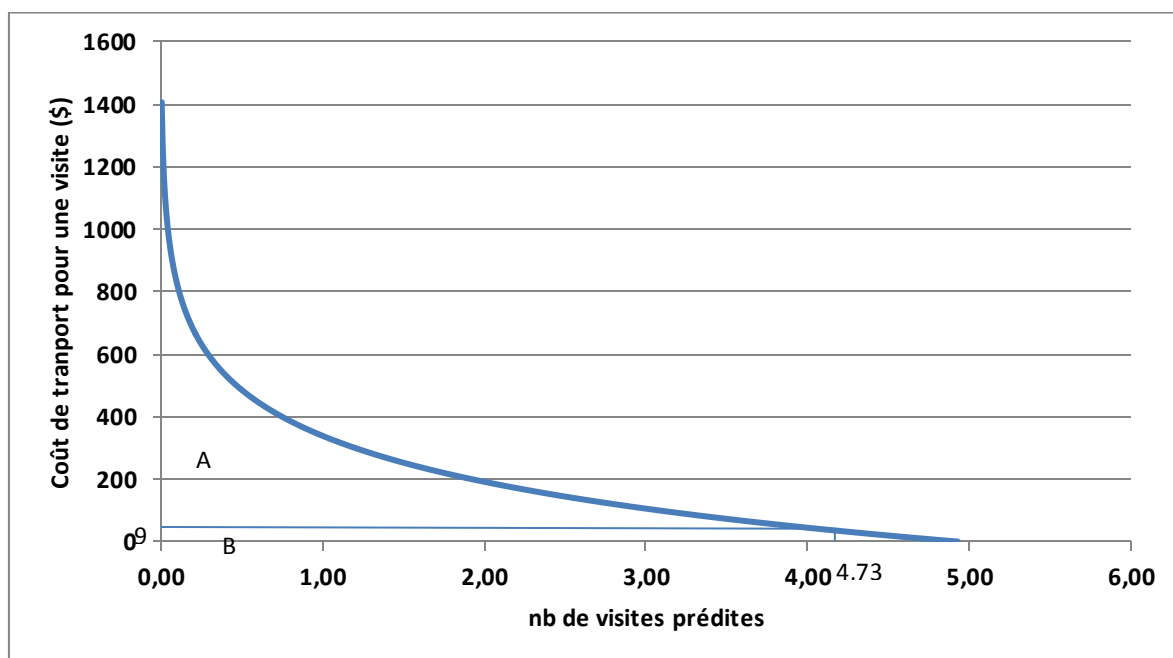


Figure 4.1. La courbe de demande de visites

Note : La courbe de demande estimée illustrée ici est convexe vers le point d'origine. Ceci est différent de ce que nous illustrons dans les figures 2 et 3. La raison pour expliquer cette différence est simplement que la fonction d'estimation que nous utilisons est une courbe, qui semble avoir une meilleure capacité à capter la relation entre le coût de voyage et le nb de visites.

La fonction de demande estimée par la méthode de comportement contingent rapporte une valeur de 4,73¹⁶ visites par an pour le nombre moyen de visites des répondants au questionnaire, ceci correspond à une dépense en transport de 9\$/visite selon la fonction de la

¹⁵ Nous utilisons la valeur de 0,53\$/km (CAA, 2013)

¹⁶ Ce chiffre est différent de la valeur moyenne de nombre de visites directement calculé de notre échantillon, car il s'agit ici de la valeur prédite du nombre de visites dans notre modèle de coût de voyage.

courbe de demande estimée.¹⁷ La surface A sur le graphique 4.1 mesure la satisfaction nette procurée par les visites au LSP et la surface B mesure la dépense totale en transport pour effectuer 4,73 fois de visites. La surface A est aussi nommée la valeur d'accès, qui mesure la valeur d'usage nette de ce site pour un visiteur québécois représentatif des usagers du LSP. Pour un visiteur représentatif, la valeur totale d'usage mesurée par la valeur d'accès (surface A) du LSP est ainsi de 999\$ $(=-(4,73/-0,0047326))$, où 4,73 est le nombre moyen de visites par an et -0,0047326 est le coefficient estimé de la variable coût de voyage (cf. le tableau 4.6). Nous pouvons également calculer la valeur d'accès du LSP selon des profils sociodémographiques spécifiques, comme illustrée dans le tableau 4.7, où nous observons que le LSP a une valeur d'usage plus élevée pour les hommes, pour ceux qui vivent en milieux ruraux et pour ceux qui ont un chalet sur le lac.

À partir de notre modèle de coût de voyage, nous pouvons également extrapoler la valeur totale d'usage du LSP pour la population québécoise. Pour ce faire, nous utilisons la formule suivante :

$$\text{La valeur d'accès du LSP} = \frac{\sum_i S_i}{n} \times \text{Population du Québec}$$

Où i signifie un répondant i de notre questionnaire, S_i est la valeur d'accès du LSP pour l'individu i et n est le nombre de personnes enquêtées, $i=1, 2, \dots, n$. La logique de cette fonction d'extrapolation est très simple, qui consiste à calculer tout d'abord la valeur d'accès moyenne de notre échantillon ($n = 2\,361$ personnes, visiteurs et non visiteurs du LSP confondus), qui peut être considéré comme représentatif de la population du Québec. Cette valeur d'accès moyenne est ensuite appliquée sur la population totale du Québec.

Tableau 4.7. Valeur totale d'usage (i.e. valeur d'accès) actuelle du LSP selon les caractéristiques sociodémographiques (\$)

Caractéristiques	nb de visite	valeur d'accès
Un visiteur représentatif (situation actuelle)	4,73	998,92
Homme	4,92	1 039,64
Femme	4,40	929,76
Avec chalet	8,98	1 897,56
Sans chalet	4,10	866,37
En milieu urbain	4,19	885,39
En milieu rural	6,21	1 312,23

Note : le calcul de valeur d'accès (ou la valeur totale d'usage) pour différents profils sociodémographiques suppose que tous les autres caractéristiques sauf celle qui nous intéresse sont maintenues au niveau d'un québécois visiteur représentatif. Seule, la valeur de la caractéristique intéressée est modifiée.

Les informations concernant le calcul de la valeur d'accès du LSP sont données dans le Tableau 4.8.

¹⁷ Ce chiffre est différent de la valeur moyenne de coût de transport directement rapporté par les répondants, car il s'agit ici de la valeur prédite de la courbe de demande estimée.

**Tableau 4.8. Calcul de la valeur d'usage (i.e. valeur d'accès)
du LSP selon sa condition actuelle**

N	2 361 personnes
S _i minimal (valeur d'accès minimal de notre échantillon)	108,29 \$/an
S _i maximal (valeur d'accès maximal de notre échantillon)	9 391,32\$/an
$\frac{\sum_i S_i}{n}$: valeur d'accès moyenne de notre échantillon (n=2 361 personnes)	49,51 \$/an/personne
Population du Québec en 2014	8 214 672 personnes
Ainsi la valeur d'accès du LSP pour la population québécoise	407 M \$/an

Notre calcul rapporte une valeur d'accès de 407 M \$/an pour le LSP. Il s'agit de la valeur d'usage que le LSP apporte aux visiteurs qui utilisent le lac pour leurs activités récréotouristique, dans les conditions environnementales actuelles. Nous pouvons par la suite calculer la variation de cette valeur d'accès due aux impacts des changements climatiques. La logique de cette partie de calcul est basée sur l'hypothèse que la courbe de demande, qui mesure l'intensité de la demande de visites au LSP, se déplacera vers le bas après la détérioration des conditions écologiques du LSP (Figure 4.2).

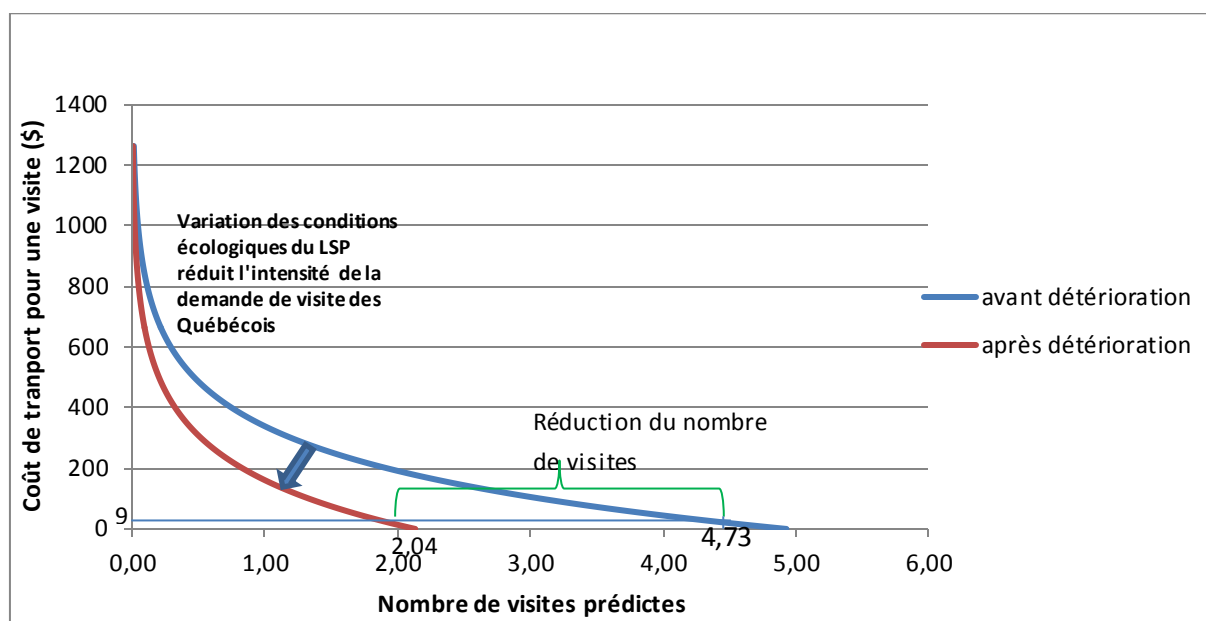


Figure 4.2. Variation de la courbe de demande en fonction des changements climatiques

Note : Graphique selon les résultats de l'analyse du comportement contingent qui simule la courbe de demande avant et après la détérioration de la condition écologique du LSP due aux changements climatiques pour un visiteur. La courbe de demande avant détérioration est identique à celle du graphique 3.1.

Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, la détérioration des conditions environnementales peut réduire le nombre de visites d'un visiteur québécois représentatif de 0,84 fois, soit le coefficient de la variable muette « qualité_lac » qui capte la variation de la situation du LSP suite aux effets des changements climatiques. La réduction du niveau de satisfaction nette du visiteur est ainsi égale à la surface de la zone où se trouve la flèche bleue. On trouve ici une réduction dont la valeur est égale à 569,05 \$ environ.

Nous appliquons par la suite la même méthode à chacun des 117 répondants dont les réponses ont été utilisées dans l'estimation du modèle du comportement contingent. Nous pouvons ainsi extrapoler la réduction de la valeur d'accès (la valeur d'usage nette) du LSP causée par les effets des changements climatiques (Tableau 4.9).

Selon notre calcul, la valeur d'usage moyenne d'un québécois provenant du LSP serait réduite de 50 \$/an à 21 \$/an, qui présente une réduction de 56,4% de la valeur actuelle en raison des impacts des changements climatiques. A l'échelle totale du Québec, cette perte de valeur serait de l'ordre de 232 millions de dollars. Cette valeur est 2,96 fois plus élevée que la perte des retombées économiques (qui sont d'environ 78,45M /an).

Tableau 4.9. Calcul de la variation de la valeur d'usage nette au lac Saint-Pierre causée par les changements climatiques

	Après CC	Avant CC	Variation
Si ou ΔSi minimal (valeur d'accès minimale ou variation minimale)	46,61 \$/an	108,29 \$/an	61,68 \$/an
Si ou ΔSi maximal (valeur d'accès maximale ou variation maximale)	4041,60 \$/an	9391,32 \$/an	5349,72 \$/an
$\frac{\sum_i S_i}{n}$: valeur d'accès moyenne de notre échantillon (n=2361 personnes)	21,31 \$/an/personne	49,51 \$/an/personne	28,20 \$/an/personne
Population du Québec en 2014		8 214 672 personnes	
Valeur d'accès au LSP pour la population québécoise (M \$)	175 M\$/an	407 M\$/an	232 M\$ (58% de la valeur d'accès actuelle du LSP)

4.1.3. Estimation de la valeur économique non marchande par la méthode de l'évaluation contingente

Parmi les 2 361 répondants, il y avait au total 644 individus (ayant déjà visité et n'ayant jamais visité le LSP dans le passé) qui souhaitaient visiter le lac Saint-Pierre en cas d'intervention. Ainsi dans la partie des questions pour la méthode d'évaluation contingente, nous avons invité ces 644 individus à déclarer s'ils sont prêts à accepter de payer un droit d'entrée annuel, dont le prix varie entre 5-500\$/an au LSP, dans le but de financer les mesures d'interventions identifiées permettant l'amélioration de la condition du LSP. Le tableau 4.10 présente les caractéristiques des 644 répondants ayant exprimé une volonté de visiter le LSP.

Table 4.10. Caractéristiques des répondants de l'évaluation contingente souhaitant visiter le lac Saint-Pierre

Justifications des réponses «non» ou «pas certain»	N	%
Justifications raisonnables		
Le droit d'entrée est trop cher	167	25,89
Je n'ai pas les moyens de payer pour l'amélioration de l'environnement	31	4,80
Trop loin de chez moi	5	0,77
Total des individus ayant donné au moins une justification raisonnable	189	29,30
Justifications protestataires		
Je ne devrais pas avoir à payer pour résoudre un problème causé par d'autres	47	7,28
Je ne crois pas que le gouvernement va dépenser les fonds de manière adéquate	112	17,36
Ce doit être le gouvernement qui paie pour l'ensemble des travaux	74	11,47
Une augmentation de la taxe foncière municipale des régions autour du lac serait plus pertinente	52	8,06
Une augmentation de taxe/impôt provincial serait plus pertinente	17	2,63
Ce devrait être les agriculteurs qui payent	24	3,72
Autres raisons protestataires (mode de paiement, etc.)	4	1,08
Total des individus ayant donné au moins une justification protestataire	210	32,55
Individus qui n'ont pas donné les raisons de leurs réponses (non/pas certain)	3	0,46
Total des individus ayant choisi la réponse « non »	194	30,07
Total des individus ayant choisi la réponse « pas certain »	208	32,24
Total des individus ayant choisi la réponse « oui »	242	37,67
Nombre total	644	100

Parmi ces 644 individus, 194 ont refusé de payer ce droit d'entrée, 208 restent incertains et 242 ont choisi d'accepter ce paiement dans le but de bénéficier de l'amélioration de la condition du lac. Pour éviter de biaiser l'estimation de la VAP pour tout changement de la qualité de chaque attribut étudié, il est nécessaire de distinguer les réponses de protestation « non » ou « pas certain » et de les supprimer dans nos estimations. En effet, dans les méthodes de préférences exprimées, il est important de distinguer les « vrais non », ceux qui sont dus à la faible VAP par rapport au prix proposé, des fausses réponses, celles qui sont dues à une attitude de protestation. Dans notre cas, un répondant peut choisir la réponse « non » ou « pas certain », non pas parce qu'il est incapable de payer, mais en raison de son opposition au principe de paiement pour droit d'accès au lac. Dans cette situation, sa vraie volonté à payer est indéterminée, mais n'est pas forcément plus petite que le prix proposé. Pour cette raison, notre questionnaire comprenait des questions de suivi afin de distinguer les deux types de réponses.

Grâce aux questions de suivi, nous avons identifié 210 individus ayant donné comme justification au moins une raison de protestation et 145 de ceux qui avaient répondu « pas certain » ayant donné des justifications raisonnables liées à leur incapacité de payer. Par conséquent, nous avons effectué un recodage, afin de considérer ces individus comme des personnes qui ont répondu « non ». Après la suppression des réponses de protestations, ainsi que des individus qui n'ont pas fourni toutes les informations au sujet de leur situation socioéconomique, nous nous retrouvons avec 238 réponses "oui", 183 réponses "non" et aucune réponse "je ne sais pas", soit un total de 421. Le tableau 4.11 décrit les variables explicatives pour les 421 répondants retenus pour le traitement des données.

Tableau 4.11. Statistiques descriptives des variables utilisées dans l'étude d'évaluation contingente

Variable	Moyenne	Écart types	Min.	Max.
VAP (oui/non)	0,565	0,496	0	1
Bid_price (\$)	123,420	148,850	10	500
Sexe	0,482	0,500	0	1
Chalet	0,033	0,180	0	1
Fréquence annuelle de cyclisme (visites/an)	1,540	6,931	0	52
Fréquence annuelle de pêche (visites/an)	1,485	6,904	0	52
Fréquence observation d'oiseaux (visites/an)	2,101	8,075	0	52
Fréquence annuelle de randonnée (visites/an)	1,681	7,307	0	52
Âge (années)	45,373	15,585	21	75
Revenu (\$)	62 238,72	37 436,73	10 000	150 000
Milieu urbain	0,753	0,432	0	1
Perception env.	0,097	0,297	0	1
Autorisation AFC	0,040	0,197	0	1

Note 1: VAP = 1 si l'individu choisit la réponse oui, 0 s'il choisit la réponse non ; Sexe = 1 si c'est un homme, 0 si c'est une femme ; Milieu urbain = oui=1, non=0 ; Chalet = posséder un chalet sur LSP=1, 0 sinon ; Autorisation AFC = 1 si le répondant a acheté chaque année des autorisations de pêche de l'AFC du LSP durant les derniers 5 ans, 0 sinon ; Perception env.= 1 si l'individu pense que les problèmes de détérioration du Lac Saint-Pierre sont peu ou pas du tout préoccupants, 0 sinon.

Note 2: nombre de répondants = 421

Le résultat d'estimation, plus précisément des coefficients rapportés dans le tableau 4.12, illustrent comment les différentes variables explicatives affectent la probabilité pour un répondant d'accepter le droit d'entrée pour bénéficier de l'amélioration de la condition du LSP. On constate que le signe du coefficient associé à la variable de paiement est négatif et statistiquement significatif, qui correspond à notre anticipation que les individus qui font face à un prix de droit d'entrée plus élevé auront moins de tendance de dire «oui». La probabilité de choisir la réponse « oui » est plus élevée chez les hommes que chez les femmes et les individus qui possèdent un chalet ont une probabilité statistiquement plus élevée de choisir «oui» par rapport aux autres. Plus un individu pratique du cyclisme, plus il a tendance à choisir la réponse « oui ». Bien que non significatif, les individus qui pensent que les problèmes de détérioration du LSP sont peu ou pas du tout préoccupants, ont moins tendance à choisir «oui» comparativement aux autres. Nous n'avons pas obtenu un coefficient positif significatif pour le niveau de revenu. Ceci n'est cependant pas très surprenant, car nous avons vu dans les descriptifs statistiques des enquêtes que la demande des activités récréotouristiques sur le lac n'est pas corrélée positivement avec le niveau de revenu de ménage.

Tableau 4.12. Résultats du modèle Probit pour l'évaluation contingente

Variables explicatives	
Bid_price	-0,00327*** (0,000484)
Sexe	0,323** (0,141)
Chalet	1,127* (0,586)
F-cyclisme	0,138** (0,0541)
F-pêche	0,00890 (0,0242)
F-obs. nature	-0,0321 (0,0220)
F-randonnée	-0,00623 (0,0278)
Âge	0,00223 (0,00449)
Revenu	-8,05e-07 (1,79e-06)
Milieu urbain	-0,0691 (0,153)
Perception env.	-0,0318 (0,232)
Autorisation AFC	0,182 (0,649)
Constante	0,340 (0,260)
VAP moyenne	209,51 \$/an
Krinsky et Robb 95 %	[155,94 - 265,79]
Observations	421

Note 1: Écart-type entre parenthèses ; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

2: Sexe = 1 si c'est un homme, 0 si c'est une femme ; Milieu urbain = oui=1, non=0 ; Chalet = posséder un chalet sur LSP=1, 0 sinon ; Autorisation AFC = 1 si le répondant a acheté chaque année des autorisations de pêche de l'AFC du LSP durant les derniers 5 ans, 0 sinon ; Perception env = 1 si l'individu pense que les problèmes de détérioration du Lac Saint-Pierre sont peu ou pas du tout préoccupants, 0 sinon.

Notre modèle d'estimation rapporte une valeur moyenne de 209 \$ pour la VAP des utilisateurs du LSP. Le tableau 4.13 illustre les variations potentielles de cette VAP selon les caractéristiques sociodémographiques des répondants, selon la fonction de détermination de la VAP estimée. La VAP des répondants masculins, de ceux qui possèdent un chalet au LSP et de ceux qui résident en milieu rural est plus élevée.

Tableau 4.13. Variations potentielles de la VAP selon les caractéristiques sociodémographiques

Caractéristiques des répondants	Valeur moyenne de VAP (\$)
Moyenne échantillon	209,51
Homme	260,74
Femme	161,82
Avec chalet	542,95
Sans chalet	198,05
En milieu urbain	204,30
En milieu rural	225,43

Note : le calcul de valeur d'accès pour différents profils sociodémographiques suppose que toutes les autres caractéristiques sauf celle qui nous intéresse sont maintenues au niveau d'un visiteur représentatif. Seule la valeur de la caractéristique visée est modifiée.

Pour extrapoler la valeur totale de cette VAP à la population du Québec, nous suivons la logique présentée dans le tableau 4.14. Nous obtenons ainsi une valeur totale annuelle de 98 M\$/an pour les améliorations proposées dans notre étude. En comparaison avec l'augmentation des retombées économiques grâce à l'amélioration proposée (25 M\$, voir tableau 4.4), il s'agit d'un chiffre 4 fois plus élevée. Ceci montre le risque de sous-évaluation par les méthodes basées sur les seules dépenses réelles engagées par les visiteurs.

Tableau 4.14. Détails du calcul de la VAP totale de la population québécoise pour un droit d'entrée annuel hypothétique

Population du Québec en 2014 (A)	8 214 672 personnes
Nb de répondants de notre questionnaire pour la population générale (B)	2 361 personnes
Nb total des répondants qui ont répondu à cette question (C)	421 répondants
Probabilité pour un québécois de visiter le LSP ($D=C/B$)	17,83%
Nombre des visiteurs potentiels québécois ($E=A*D$)	1 464 676 personnes
La taille moyenne d'un groupe de visiteurs (F)	3,13 personnes/groupe
Ainsi pour la population du Québec, le nb de groupes potentiels est $G=E/F$	467 947,6 groupes
Valeur moyenne de VAP (H)	209,51 \$/an/personne
Ainsi la valeur totale des droits d'entrée annuels ($G*H$)	98 047 505 \$/an

Note : le droit d'entré pourrait être partagé par l'ensemble du groupe de visiteurs.

En général, la méthode d'évaluation contingente est utilisée pour mesurer la valeur des biens et services environnementaux qui comportent une importante portion de valeur de non-usage. Cependant, dans cette étude le scénario utilisé est l'instauration d'un droit d'entrée annuel. Or, la valeur établie par cette méthode est aussi une valeur d'usage, car seuls les utilisateurs du lac auront à déboursier le droit d'entrée.

4.1.4. Estimation de la valeur économique non marchande par la méthode des choix multi-attributs (CMA)

Jusqu'ici, les trois méthodes utilisées ont toutes estimé la valeur d'usage du LSP et ses variations dans des différentes situations. La méthode CMA, pour sa part permet d'estimer toutes les composantes de la valeur économique totale, y compris les valeurs d'usage indirects (passives) et les valeurs de non-usage. Dans cette partie d'étude, nous ne nous focalisons plus seulement sur les usagers et les usagers potentiels du LSP mais sur la population générale du Québec. Car à part des valeurs d'usage associées aux activités récréotouristiques, le LSP fournit également à la population plus élargie d'autres SE comme la régulation du climat, ainsi que les composants des valeurs d'option et de non-usage (valeur d'existence, valeur de legs, etc.). Au terme de notre enquête, il y a un total 1 058 individus de 18 ans et plus qui ont répondu aux six questions à choix multiples pour la méthode de CMA, ce qui nous donne un total de 6 348 choix observés. Parmi ceux-ci, la situation « sans intervention » a été choisie 1 221 fois. Tel qu'expliqué à la section précédente, pour éviter de biaiser l'estimation de la VAP, il est nécessaire d'identifier les réponses de protestation afin de les supprimer de la base de données. Parmi les 1 058 répondants, nous avons identifié 359 individus qui ont donné comme justification au moins une raison de protestation, soit un pourcentage de 33,17% de réponses protestataires (voir tableau 4.15).

Table 4.15. Statistiques sur les justifications liées au choix de la situation «sans intervention»

	N	%
Justifications raisonnables		
Le coût des projets est trop élevé	74	6,96
Je ne visiterai jamais le lac Saint-Pierre	35	3,29
Je privilégierais d'autres lacs plus proches de ma région	48	4,51
Total des individus ayant donné au moins une justification raisonnable	148	13,92
Justifications protestataires		
L'argent devrait plutôt servir à des priorités comme la santé et l'éducation	80	7,52
Je ne devrais pas avoir à payer pour résoudre un problème causé par d'autres	101	9,45
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus d'information/de temps	37	3,48
Je doute de la crédibilité d'une telle dégradation	30	2,82
Je doute de la crédibilité des améliorations suggérées par les interventions	66	6,20
Je ne crois pas que le gouvernement va dépenser les fonds de manière adéquate	124	11,66
Le gouvernement doit prioriser cet enjeu dans l'allocation de ses propres budgets	94	8,93
Ce devrait être les agriculteurs des régions reliées qui font des efforts pour réduire leurs pollutions	79	7,52
Ce devrait être les municipalités autour du Lac et dans les bassins versants qui font des efforts pour réduire leurs pollutions	115	10,91
Autres raisons protestataires (surtaxe, etc.)	7	0,65
Total des individus ayant donné au moins une justification protestataire	359	33,96
Total des individus n'ayant jamais choisi la situation « sans intervention »	551	52,11
Nombre total	1 058	100

Après la suppression des réponses de protestations, nous nous retrouvons avec 12 582 observations valides (chacun des 6 ensembles de choix contenait 3 options) pour nos estimations. Si on supprime les individus (11 répondants) qui n'ont pas fourni toutes les

informations au sujet de leur situation socioéconomique, on se retrouve avec une taille d'échantillon de 12 384 observations valides.

Pour le codage des variables, nous avons utilisé des variables muettes pour capter les différents états des attributs (statut de l'Unesco et de site Ramsar, qualité de l'habitat des oiseaux et des poissons, qualité de l'eau). En ce qui concerne le cout et les conditions riveraines, on les considère comme des variables continues :

- Hab_poissons1 : variable muette égale à 1 s'il y'a une **amélioration importante** de la qualité d'habitat pour les poissons, 0 sinon ;
- Hab_poissons2 : variable muette égale à 1 s'il y'a une **amélioration** de la qualité d'habitat pour les poissons, 0 sinon ;
- Hab_poissons3 : variable muette égale à 1 s'il y'a une **détérioration** de la qualité d'habitat pour les poissons, 0 sinon ;
- Hab_poissons4 : variable muette égale à 1 s'il y'a une **détérioration accélérée** de la qualité d'habitat pour les poissons, 0 sinon ;
- Hab_oiseaux1 : variable muette égale à 1 s'il y'a une **amélioration importante** de la qualité d'habitat pour les oiseaux, 0 sinon ;
- Hab_oiseaux2 : variable muette égale à 1 s'il y'a une **amélioration** de la qualité d'habitat pour les oiseaux, 0 sinon ;
- Hab_oiseaux3 : variable muette égale à 1 s'il y'a un **risque de détérioration** de la qualité d'habitat pour les oiseaux, 0 sinon ;
- Hab_oiseaux4 : variable muette égale à 1 s'il y'a une **détérioration** de la qualité d'habitat pour les oiseaux, 0 sinon ;
- Qualité_eau1 : variable muette égale à 1 si la qualité de l'eau est **bonne**, 0 sinon ;
- Qualité_eau2 : variable muette égale à 1 si la qualité de l'eau est **moyenne**, 0 sinon ;
- Qualité_eau3 : variable muette égale à 1 si la qualité de l'eau est **mauvaise**, 0 sinon ;
- Conditions riveraines : variable continue (-20%, -10%, 0%, 10%, 20%). Le signe négatif correspond à une diminution des conditions riveraines par rapport au LSP. Le signe positif correspond à une augmentation des conditions riveraines par rapport au LSP ;
- Statut_Unesco_Ramsar : variable muette égale à 1 si le statut est **maintenu**, 0 sinon.

Pour éviter des problèmes de colinéarité entre les variables muettes, nous avons exclu de nos estimations les trois variables muettes (Hab_oiseaux4 et Hab_poissons4, Qualité_eau3), qui correspondaient à la situation de *statu quo*. Des variables croisées ont été construites afin de mettre en relation les caractéristiques sociodémographiques des répondants et les attributs des scénarios. Ces interactions permettent d'expliquer les variations de préférences entre individus pour différents attributs en fonction de leurs caractéristiques sociodémographiques. Les coefficients des attributs peuvent ainsi être analysés en fonction des caractéristiques des répondants. Les variables sociodémographiques qui ont été retenues en raison de leur significativité statistique sont :

- Revenu ;
- Vécu en milieu urbain : variable muette qui est égale à 1 si l'individu a passé plus de temps en milieu urbain, 0 sinon ;

- Ne connais pas le LSP : variable muette qui est égale à 1 si l'individu n'a jamais entendu parler du lac, 0 sinon.

Le tableau 4.16 décrit les caractéristiques retenues dans l'échantillon, alors que le tableau 4.31 présente les résultats de l'analyse économétrique.

Tableau 4.16. Statistiques descriptives des variables sociodémographiques utilisées dans l'estimation

Variables	N	Moyenne	Écart-type	Min.	Max.
Revenu	688	57 467,3	33 982,88	10 000	150 000
Vécu en milieu urbain	688	0,740	0,4385721	0	1
Ne connais pas le LSP	688	0,411	0,4918933	0	1

Les résultats de l'estimation du modèle Logit aux paramètres aléatoires rapportés dans le tableau 4.17 ont été obtenus à partir du logiciel STATA 12. Le nombre de tirages d'Halton utilisé pour la simulation est de 300. C'est avec ce nombre de tirages que nous avons obtenu des résultats convergents. Ce modèle d'estimation nous permet d'explorer les potentielles différences dans les préférences des répondants pour différents attributs d'une manière très fine. Pour chaque variable explicative, le coefficient rapporté dans le tableau 4.17 est composé d'une valeur moyenne d'échantillon et un écart-type, car notre estimation du Logit à paramètres aléatoires offre la flexibilité de donner une valeur de coefficient estimé pour chaque répondant et fournit ainsi une distribution de coefficients. Si la valeur moyenne pour un coefficient illustre toujours la direction de la relation entre la préférence des répondants et le niveau d'amélioration des attributs, la significativité statistique de son écart-type illustre la taille et l'importance de la différence des coefficients entre les répondants. Dans les colonnes (2) et (4), on retrouve ces valeurs des écarts-types associés aux coefficients des différents attributs du LSP. Le fait que ces écarts-types soient tous statistiquement significatifs nous conforte dans notre choix d'utiliser un modèle à paramètres aléatoires. Les coefficients obtenus dans la colonne (1) illustrent les préférences générales des répondants pour différents niveaux d'attributs sans la présence des variables sociodémographiques. De manière générale, on constate que les situations « avec intervention » procurent une utilité plus grande comparativement à la situation « sans intervention » (signe positif de la variable ASC).

Tableau 4.17. Résultats du modèle Logit à paramètres aléatoires

Variables	(1) Moyenne	(2) Écart-type	(3) Moyenne	(4) Écart-type
Coût individuel	-0,0049***		-0,005***	
ASC	1,065***		1,041***	
Hab_poissons1	0,955***	1,533***	0,751**	1,432***
Hab_poissons2	1,024***	1,318***	1,057***	1,190***
Hab_poissons3	0,568***	1,724***	0,595*	1,516***
Hab_oiseaux1	-0,071	1,345***	-0,022	1,213***
Hab_oiseaux2	0,24	1,652***	0,227	1,355***
Hab_oiseaux3	-0,221	0,358	-0,191	0,167
Qualité_eau1	2,430***	2,719	2,281***	2,398***
Qualité_eau2	1,217***	1,748***	1,010***	1,594***
Conditions riveraines	0,0059	0,050***	-0,005	0,046***
Statut_unesco_ramsar	0,700***	1,620***	0,582**	1,390***
Vécu en milieu urbain*Hab_poissons1			-0,570*	
Vécu en milieu urbain*Hab_poissons2			-0,636***	
Vécu en milieu urbain*Hab_poissons3			0,042	
Vécu en milieu urbain*Qualité_eau1			-0,161	
Vécu en milieu urbain*Qualité_eau2			-0,092	
Vécu en milieu urbain*statut_unesco			0,143	
Revenu*Hab_poissons1			9,58e-06**	
Revenu*Hab_poissons2			5,75e-06*	
Revenu*Hab_poissons3			3,33E-06	
Revenu*Qualité_eau1			1,60E-06	
Revenu*Qualité_eau2			6,32e-06*	
Revenu*statut_Unesco			1,64E-06	
Ne connais pas LSP*Hab_poissons1			0,011	
Ne connais pas LSP*Hab_poissons2			0,077	
Ne connais pas LSP*Hab_poissons3			-0,613**	
Ne connais pas LSP*Qualité_eau1			-0,240	
Ne connais pas LSP*Qualité_eau2			-0,478**	
Ne connais pas LSP*statut_Unesco			-0,195	
Nombre d'individus	699	699	688	688
Observations	12 582	12 582	12 384	12 384

Note : Les résultats d'estimation rapportés dans ce tableau sont basés sur le modèle de Logit à Paramètre Aléatoire, qui consiste à estimer un coefficient dont la valeur est spécifique à chaque individu, ce pour les variables Hab_poissons1, Hab_poissons2, Hab_poissons3, Hab_oiseaux1, Hab_oiseaux2, Hab_oiseaux3, Qualité_eau1, Qualité_eau2, Conditions riveraines, Statut_unesco_ramsar. Pour ces variables, nous avons ainsi dans le tableau de résultats les valeurs moyennes ainsi que l'écart-type qui illustrent la distribution de ces coefficients individuels. Pour épargner d'espace, seulement les valeurs estimées de coefficients (valeur moyenne ou l'écart-type de sa distribution) sont rapportées et leur signification statistique est illustrée par les *, plus précisément, *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Cependant, au moment de leur choix, il semble que les individus n'accordent pas une importance statistiquement significative pour les attributs tels que « qualité de l'habitat des oiseaux » et « conditions riveraines ». ¹⁸ En d'autres termes, pour effectuer leurs choix, les individus de notre échantillon accordent plus d'importance aux attributs liés à la « qualité de

¹⁸ Une possible explication est que les impacts négatifs issus de la réduction du niveau d'eau sont relativement moins importants sur la qualité de l'habitat des oiseaux et les conditions riveraines que sur les autres aspects des services écologiques que nous étudions ici dans cette étude.

l'habitat des poissons », « la qualité de l'eau » « le statut Unesco et de site Ramsar » et le paiement associé à chaque situation. Plus une situation présente une amélioration de la qualité de l'eau, plus l'individu a tendance à la choisir. De même, l'utilité des individus est plus grande lorsque le statut mondial de biodiversité du lac est maintenu comparativement à la situation où son statut est menacé. En ce qui concerne la qualité de l'habitat des poissons, une situation qui présente une amélioration moyenne ou importante par rapport à celle sans intervention a plus de chance d'être choisie par un individu.

Dans le modèle (2), nous avons effectué des croisements de certaines variables sociodémographiques avec les attributs environnementaux qui ont une influence statistiquement significative. On constate que certaines variables sociodémographiques ont une influence statistiquement significative sur les préférences des individus pour les attributs environnementaux du LSP. Les individus qui ont vécu en milieu urbain sont moins sensibles aux améliorations de l'habitat des poissons comparativement aux individus qui ont vécu en milieu rural ou en campagne. Plus le revenu d'un individu est élevé, plus cet individu est sensible à l'amélioration de l'habitat des poissons ainsi qu'à une amélioration de la qualité de l'eau. Les individus qui n'ont jamais entendu parler du LSP, se préoccupent moins de son amélioration comparativement aux autres. Cette différence est significative au niveau de la qualité de l'habitat des poissons et de la qualité de l'eau.

Tel qu'expliqué dans la partie méthodologique, la méthode des choix multi-attributs offre la possibilité de déduire la valeur de VAP implicite pour les changements de chaque attribut étudié. Le tableau 4.18 illustre les différents prix implicites associés aux attributs statistiquement significatifs. Comme les coefficients qui concernent les attributs « qualité d'habitat pour les oiseaux » et « conditions riveraines » ne sont pas statistiquement significatifs, nous pouvons considérer que la population du Québec n'attache pas de valeur à l'amélioration de ces attributs proposés dans notre scénario. Nous présentons ainsi dans le tableau 4.18 des valeurs de VAP seulement pour les attributs pour lesquels la VAP est statistiquement significative.

Tableau 4.18. VAP pour les différents attributs selon leur niveau d'amélioration

Attributs	Variation	VAP
Qualité de l'habitat des poissons	Détérioration	116,54 \$
	Amélioration moyenne	209,85 \$
	Amélioration importante	195,64\$
Qualité de l'eau	Moyenne	249,52 \$
	Bonne	498,16 \$
Statut Unesco et Ramsar	Maintenu	143,48 \$

Nous pouvons voir que pour les différents attributs, les répondants expriment en général des VAP plus importantes pour des améliorations plus grandes. On constate ici que les individus accordent une plus grande importance à la qualité de l'eau du lac. En effet, ils sont prêts à payer 498,16 \$ pour que la qualité de l'eau du LSP soit bonne et sont prêts à payer 249,52 \$ pour que

la qualité de l'eau soit moyenne. Le deuxième attribut qui a une grande importance est la qualité de l'habitat des poissons. Ils sont prêts à payer 116,54 \$ pour que la situation actuelle au LSP, bien que détériorée, soit maintenue. Ils sont prêts à payer 209,85 \$ pour une amélioration moyenne dans laquelle on verra la suppression du moratoire sur la perchaude. Par contre, ils préfèrent payer 195,64 \$ pour une amélioration importante qui présente des interventions plus larges. Une possible explication est que les améliorations proposées dans le scénario « amélioration importante » peut sembler moins réaliste que celles proposées dans le scénario « amélioration moyenne », ainsi les répondants peuvent y accorder une préférence moindre. Une autre explication possible est que nous avons mentionné de façon explicite dans le scénario « amélioration moyenne » la suppression du moratoire actuel du LSP, mais ceci n'est pas le cas dans « l'amélioration importante ». Ceci peut aussi avoir causé une mauvaise compréhension des répondants. Heureusement, nous pouvons constater que la différence de VAP entre ces deux scénarios n'est que 14 dollars. Enfin le maintien du statut de l'Unesco et de site Ramsar arrive en troisième position, les répondants étant prêts à payer 143,48 \$ pour que le lac Saint-Pierre conserve son statut de l'Unesco et de site Ramsar.

Les analyses de données du modèle de choix d'attributs nous donnent également l'opportunité de connaître comment les valeurs de VAP varient selon les caractéristiques sociodémographiques des répondants. Nous présentons dans le tableau 4.19, les variations des VAP pour différents attributs selon les caractéristiques sociodémographiques des répondants. Toutes les cases en jaune sont des situations où les caractéristiques sociodémographiques ont un impact significatif sur le niveau de VAP. Ces résultats sont estimés à partir du modèle de choix multi-attributs pour les attributs concernés.

Tableau 4.19. VAP (\$) pour les différents attributs selon les caractéristiques sociodémographiques

Caractéristiques	Habitat poisson amélioration	Habitat poisson amélioration importante	Habitat détérioration	Qualité eau bonne	Qualité eau moyenne	Unesco/Ramsar maintenus
Répondant type	209,85	195,64	116,54	498,16	249,52	143,48
Pas visité	209,85	195,64	-3,97	498,16	195,60	143,48
Déjà visité ou entendu parler	209,85	195,64	130,01	498,16	300,20	143,48
En milieu urbain	164,35	160,13	116,54	498,16	249,52	143,48
En milieu rural	303,55	284,76	116,54	498,16	249,52	143,48
Revenu=30 000	166,03	135,02	116,54	498,16	219,21	143,48
Revenu=50 000	191,18	176,91	116,54	498,16	246,85	143,48
Revenu=80 000	228,90	239,76	116,54	498,16	288,31	143,48
Revenu=100 000	254,04	281,66	116,54	498,16	315,95	143,48
Revenu=150 000	316,91	386,40	116,54	498,16	385,05	143,48

Note 1: le calcul de valeur d'accès pour différents profils sociodémographiques suppose que toutes les autres caractéristiques sauf celle qui nous intéresse sont maintenues au niveau d'un québécois représentatif. Seule la valeur de la caractéristique intéressée est modifiée.

Afin de comparer les valeurs d'usage obtenues à partir de la méthode d'évaluation contingente, nous pouvons calculer à partir des éléments obtenus dans le tableau 4.18, la VAP globale pour le scénario hypothétique type utilisé dans l'évaluation contingente. Cet exercice est illustré dans le tableau 4.20. Selon le calcul, un ménage québécois est prêt à payer en moyenne environ

837 \$/an pour que les SE du LSP s'améliorent de la manière décrite dans notre scénario hypothétique type. En extrapolant cette valeur à la population du Québec, nous estimons que la valeur totale du LSP, valeurs d'usage et non-usage confondues, s'élève à près de 3 milliards de dollars.

Un point à souligner ici est que dans cette partie de l'analyse des données nous ne nous focalisons plus seulement sur les variations de niveau de satisfaction des utilisateurs du lac, mais sur celles de la population générale du Québec (i.e. le véhicule de paiement est une taxe provinciale qui s'appliquerait sur la totalité des Québécois, peu importe s'ils utilisent ou non le LSP). Ainsi, notre calcul de VAP pour l'amélioration de niveau des attributs dévoile une valeur totale, qui incluent la valeur d'usage ainsi que la valeur non usage (valeur d'existence, valeur d'option, ou valeur de leg, etc.). Ceci pourrait être une des explications qui justifierait le montant plus élevé de la valeur de VAP estimée par la méthode de choix de multi-attribut par rapport aux autres méthodes.

Tableau 4.20. Valeur totale du LSP pour la population du Québec

Population du Québec (A)	8 214 672 personnes	
Taille de ménage en moyenne au Québec (B)	2,3 personnes/ménage	
Nombre total de ménages au Québec (C=A/B)	3 571 596,52 ménages	
VAP moyenne d'un ménage pour les améliorations des attributs comme dans le scénario hypothétique type de l'étude d'évaluation contingente		
Scénario hypothétique type :	Moyenne par ménage	Valeur totale
Habitat pour les poissons : Amélioration importante	195,64 \$/ménage	698 747 143,2 \$/an
Habitat pour les oiseaux : Amélioration importante	Non-significatif=0	0
Qualité de l'eau : bonne qualité	498,16 \$/ménage	1 779 226 522 \$/an
Conditions riveraines (améliorée de 20%)	Non-significatif=0	0
Status de Unesco/Ramsar maintenus	143,48 \$/ménage	512 452 668,7 \$/an
Valeur totale	837,28 \$/ménage	2 990 426 334 \$/an

Comme la valeur totale du LSP pour la population québécoise contient la valeur du lac pour les utilisateurs ainsi que les non-utilisateurs, à des fins de comparaison, nous calculons également dans le tableau 4.21 la valeur totale du lac pour les utilisateurs uniquement.

Tableau 4.21. Valeur totale du LSP pour les utilisateurs

Population du Québec (A)	8 214 672 personnes
Nb de répondants de notre questionnaire pour la population générale (B)	2 361 personnes
Nb de répondants qui ont déjà visité le LSP dans le passé (C)	451 personnes
Probabilité pour un québécois de visiter le LSP (D=C/B)	19,10% ¹
Nombre des visiteurs potentiels québécois (E=A*D)	1 569 173 personnes
Nombre de visiteurs potentiels en unité ménage (F=E/2,3)	682 249 ménages
VAP moyenne d'un ménage pour les améliorations des attributs comme dans le scénario hypothétique type de l'étude d'évaluation contingente	
Scénario hypothétique type :	Moyenne par ménage Valeur totale
Habitat pour les poissons : Amélioration importante	195,64\$/ménage 133 475 194,4 \$/an
Habitat pour les oiseaux : Amélioration importante	Non-significatif=0 0
qualité de l'eau : bonne qualité	498,16\$/ménage 339 869 161,8 \$/an
Conditions riveraines (améliorée de 20%)	Non-significatif=0 0
Statut Unesco/Ramsar maintenus	143,48\$/ménage 97 889 086,52 \$/an
Valeur totale	837,28\$/ménage 571 233 442,7 \$/an
Retombées économiques/valeur totale	1,41%
Valeur de VAP pour le droit d'entrée (valeur totale d'usage)/valeur totale	17,16%

Note 1. Cette valeur de probabilité pour un québécois de visiter le LSP semble élevée. Une explication est l'effet de biais sélection. En effet, les gens qui ont déjà visité le LSP aura plus d'intérêt à répondre à notre questionnaire, cette tendance pourrait biaiser le pourcentage des répondants déjà visité LSP vers le haut dans notre échantillon.

4.2. Avantages économiques marchands et non marchands de la pêche blanche

Parmi les services non marchands produits par le LSP, les activités récréatives liées à la pêche sportive occupent une place importante. L'évaluation du capital naturel est explicite lorsque le bien ou le service possède une valeur marchande, mais dans le cas de la pêche blanche, de nombreuses caractéristiques de l'activité ne sont pas marchandes, mais participent fortement au bien-être de l'utilisateur. L'objectif de cette section est de déduire la valeur d'usage et d'option pour les attributs liés à la qualité de la pêche blanche au LSP. Tel que stipulé dans la méthodologie, les attributs retenus sont : la qualité de l'habitat pour les poissons, le nombre de poissons capturés par heure, la longueur des poissons pêchés, l'achalandage et les conditions riveraines pour le paysage et l'accessibilité aux sites de pêche.

Dans les parties qui suivent, nous présenterons d'abord les statistiques descriptives de notre échantillon, suivi des résultats des techniques économiques. Nous présenterons les différents aspects de ces avantages en suivant la logique de croissance de valeur, en partant des seules valeurs marchandes, c'est-à-dire les retombées économiques, vers des valeurs non marchandes comme la valeur d'usage du Lac et la valeur totale.

Le questionnaire dans sa version finale a été mis en ligne le 21 décembre 2014 et l'enquête s'est terminée le 31 mars 2015, période correspondant à la saison entière de la pêche blanche.

Au total, 246 individus ont répondu au questionnaire en ligne. En supprimant les individus de moins de 18 ans et ceux qui n'ont pas fourni leur âge, on obtient une taille de 241 individus âgés de 18 ans et plus. Parmi ces 241 répondants, 89% des répondants pratiquent la pêche blanche au LSP et 3% ne pratiquent aucune activité de pêche en hiver. Parmi les 241 individus d'au moins 18 ans qui ont commencé à remplir le questionnaire en ligne, seuls 147 l'ont complété entièrement¹⁹. Les statistiques descriptives de l'échantillon sont détaillées dans l'annexe 6.

4.2.1. Retombées économiques actuelles et futures mesurées par la méthode du comportement contingent

Parmi les 241 répondants de 18 ans et plus, seuls 114 ont fourni des informations au sujet des dépenses de leur dernière visite au LSP. Nos calculs sont ainsi basés sur les réponses fournies de ces 114 répondants aux questions 9-13 du questionnaire sur la pêche blanche (voir Annexe 2). Le tableau 4.22 illustre les dépenses des répondants lors de leur dernière visite en 2014-2015. On constate que les dépenses pour le transport, la nourriture, l'achat de poisson-appâts et de droit d'accès sont des postes de dépenses relativement importants. Au total dans notre échantillon, l'ensemble des dépenses effectuées au lac Saint-Pierre lors d'une sortie, s'élève à 168,26\$ par groupe de pêcheurs par visite.

Tableau 4.22. Dépenses des répondants pour leur dernière visite de pêche blanche au lac Saint-Pierre

Poste de dépenses	Moyenne	Écart-type	Min.	Max.	Total (\$)
Frais de transport	33,84	85,14	0	800	3 857,50
Nourriture	29,09	52,95	0	500	3316,00
Hébergement	0,79	6,26	0	60	90,00
Matériel/équipements ¹	11,35	95,380	0	1000	12 94,40
Achat de droit d'accès	20,51	66,80	0	500	2338,00
Achat de permis	11,62	47,78	0	500	1 324,50
Achat de poisson-appâts	27,43	107,74	0	1 050	3 127,50
Service de guide de pêche	0,01	0,09	0	1	1
Location de cabane de pêche	7,77	23,26	0	100	886,00
Achat de forfait de pêche	4,61	34,65	0	275	526,00
Autres dépenses	21,24	189,14	0	2 000	2 421,00
Total des dépenses	168,26\$				

Note : Nombre de répondants = 114.¹ Pour les achats de matériel et d'équipement, nous supposons que l'amortissement est sur La dépense annuelle est donc d'un dixième de la dépense totale rapportée par par les répondants.

Les informations collectées sur les dépenses d'une journée de pêche au LSP dans le tableau 4.22 sont la base pour notre estimation sur les retombées économiques actuelles de la pêche

¹⁹ Une critique de certains répondants, qui nous a été transmise par l'AFC, est que notre questionnaire était trop long (62 questions). Ce fait explique probablement le faible taux de complétion.

blanche sur LSP. Étant donné l'absence d'informations au niveau du profil des pêcheurs sondés, nous posons l'hypothèse que le profil des pêcheurs de notre échantillon est représentatif de celui de l'ensemble des pêcheurs au LSP en hiver.

Puisque chaque visite concerne parfois plusieurs pêcheurs (3,46 individus en moyenne) et dure en moyenne une journée, nous pouvons ainsi calculer que pour chaque jour*individus, la dépense moyenne sera égale à 270,45 \$/visite pour des groupes de 3,46 individus, soit 48,63 \$/jour/individu. Ce résultat est très proche de celui obtenu dans le rapport BCDM (2005a) où les dépenses quotidiennes pour l'ensemble des pêcheurs s'établissent en moyenne à 48,95 \$ par excursion par personne.

À partir des données sur la fréquentation du LSP, on observe que chaque répondant a visité en moyenne 12,25 fois le lac pendant la saison de pêche blanche. Dès lors, nous pouvons calculer les retombées économiques du LSP issues des activités de pêche blanche en suivant le raisonnement proposé dans le Tableau 4.23, soit un total d'un peu plus de 6,24 M\$.

Tableau 4.23. Détails de calcul des retombées économiques annuelles de la pêche blanche au LSP

Moyenne des dépenses (A)	48,63 \$/visite
Nombre de visite en moyenne par visiteur par an (B)	12,25 visites/saison/personne
Nombre de jours par visite en moyenne (C)	1 jour/visite
Population des pêcheurs sportifs du LSP en Hiver 2015 (D)	10 478,60 personnes ¹
Nombre de voyages effectués par les Québécois au LSP pendant la saison de pêche blanche (E=B*D)	128 362,85 visites
Nombre de jours de voyages effectués par les Québécois au LSP pendant les derniers 12 mois (F=E*C)	128 362,85 jours
Dépenses par an =F*A	6 242 285,4 \$/an

¹. Données obtenues du rapport annuel de l'Aire Faunique Communautaire du Lac Saint-Pierre, 2008-2009, page 5.

Notre enquête nous permet d'estimer également la variation des retombées économiques du LSP suite aux impacts des changements climatiques tels que présentés dans nos scénarios. Parmi les 114 répondants au questionnaire, 85 ont fourni des réponses complètes aux questions concernant la volonté à visiter le lac dans un scénario « sans intervention ». En comparant les réponses des répondants sur le nombre de visites au LSP aujourd'hui et après les impacts des changements climatiques, nous voyons que la fréquence des visites des pêcheurs au LSP pourrait diminuer de 7,79 visites en moyenne par an (Tableau 4.24).

Tableau 4.24. Variation des retombées économiques dans un scénario « sans intervention »

Variation moyenne de nombre de visite par an ($C=B-A$)	-7,79 visites/an
Nombre de jours par visite en moyenne (D)	1 jour/visite
La réduction moyenne de nombre de jours de visites ($E=D*C$)	-7,79 jours/an
Population des pêcheurs en hiver au LSP (F)	10 478,60 personnes
Nombre de jours de visite perdus à cause de CC ($G=F*E$)	81 628,29 jours/an
Dépense moyenne (H)	48,63 \$/jour
Les retombées économiques perdues ($J=H*G$)	3 969 583,7450 \$/an

Pour des scénarios « avec intervention », 76 répondants ont correctement rempli les questions permettant d'évaluer les retombées économiques potentielles dans cette situation. À la lumière des résultats, nous pouvons conclure qu'une amélioration moyenne des conditions de pêche du LSP entraînerait une augmentation des retombées économiques des activités de pêche blanche d'environ 2,7 millions de dollars (Tableau 4.25).

Tableau 4.25. Variation des retombées économiques dans un scénario « avec intervention »

	Amélioration importante	Amélioration moyenne
Augmentation du nb de visites après l'amélioration (Δ)	5,37	5,48
Dépense par personne par jours ($D=A/(B*C)$)	48,63\$ /personne/jour	48,63 \$ /personne/jour
Augmentation de nb de jours de visite par personne ($E=\Delta*1$ jours/visite)	5,37	5,48
Population des pêcheurs québécois en hiver (F)	10 478,60	10 478,60
Nb de voyage*pêcheurs*jours potentiel augmenté ($G=F*E$)	56 270,08	57 422,73
Dépenses potentielles liées à l'amélioration ($H=G*D$)	2 736 413,99\$	2 792 467,36 \$

4.2.2. Estimation de la valeur d'usage (i.e. valeur d'accès) par la méthode du comportement contingent

Sur les individus qui ont répondu à notre questionnaire, seuls 85 ont répondu à la fois à la question sur le nombre de visites effectuées sur LSP par an dans la condition actuelle et à la question sur les changements dans le nombre de visites par an après les changements climatiques. Ce sont donc ces 85 observations qui sont retenues pour l'estimation de la valeur d'usage à l'aide de la méthode de comportement contingent. Au niveau du nombre de visites, comme notre enquête a été menée tout au long de la saison de pêche blanche (janvier à mars 2015, soit environ 15 semaines), nous avons extrapolé l'activité de pêches de façon linéaire. Ainsi, pour un pêcheur sondé vers fin janvier qui affirme avoir visité le LSP 5 fois sur quatre semaines depuis le début de la saison, nous extrapolerons que le nombre total de sorties de pêche sera sur 15 semaines (total de la saison) de 18,75 visites. Cette approche a été appliquée aux 85 pêcheurs de notre échantillon d'estimation.

Le tableau 4.26 illustre le profil socio-économique d'un répondant type de notre échantillon.

Tableau 4.26. Profil d'un pêcheur représentatif de notre échantillon

Variables	Moyenne	Écart-type	Min.	Max.
Coûts de transport	30,79	28,64	3,47	235,15
Sexe	0,85	0,36	0,00	1,00
Nombre d'années d'éducation	12,69	1,93	6,00	16,00
Revenu moyen	0,45	0,36	0,00	1,00
Type d'autorisation	0,49	0,50	0,00	1,00

Note 1 : nombre de répondants = 85

Note 2 : Sexe : homme = 1, femme = 0 ; Revenu moyen : 1 si le revenu est <50 000\$, 0 si le revenu est > ou =50 000\$; Type d'autorisation : 1 annuelle, sinon 0.

Le tableau 4.27 présente les résultats obtenus par la méthode de comportement contingent. Une particularité importante de ces résultats, comparativement à ceux de la population générale, est que la demande des pêcheurs pour des visites au LSP est beaucoup moins sensible à la distance entre les lieux de résidence et le LSP. En effet, bien que l'on constate que le signe du coefficient associé à la variable « coût de transport » soit négatif, son coefficient est statistiquement non significatif au seuil critique standard 5% (il est significatif à 35% seulement). Une explication pourrait être que considérant la pêche comme un loisir important, les pêcheurs sont souvent moins sensibles aux distances à parcourir pour arriver aux lieux de pêche. Une autre explication potentielle est que notre étude avec les données collectées pendant la saison de la pêche blanche est de très petite taille. Un échantillon de cette taille rend les estimations du binomial négatif moins efficace.

La détérioration prédite dans le scénario des conditions de pêche du lac a un effet négatif, statistiquement significatif, sur la fréquence de visites au LSP. Les individus qui ont acheté une autorisation annuelle de pêche ont une probabilité plus élevée de visiter le LSP comparativement aux autres. Il s'agit là d'un résultat qui est conforme avec nos attentes. En effet, afin de rentabiliser son investissement (achat d'une autorisation annuelle), la motivation d'aller pêcher est plus grande chez les pêcheurs avec une autorisation annuelle par rapport aux autres. En dehors du type d'autorisation, aucune autre variable explicative n'est statistiquement significative au seuil critique de 10%. Une explication potentielle pourrait être la petite taille de notre échantillon.

En se basant sur les résultats d'estimation de tableaux 4.27, nous pouvons obtenir la courbe de la demande des excursions de pêches dans la condition actuelle pour un pêcheur représentatif de notre échantillon (figure 4.3). Cette courbe prédit que le coût de transport qui réduit la demande d'excursion de pêche à une visite est d'environ 843 \$ ce qui correspond à une distance de 1 591km.²⁰ Il s'agit d'une valeur de coût de transport supérieure à celle de la

²⁰ Dans une première version nous avons utilisé les dépenses totales engagées par les répondants comme mesure du coût de voyage. Cependant, les coefficients trouvés dans différents modèles d'estimation ne donnaient pas les signes négatifs attendus. Une explication possible est que les informations ne sont pas assez précises et peuvent même contenir des erreurs, ce qui risque de biaiser les estimations. Ceci nous a poussés à utiliser la distance entre le lieu de résidence de chaque pêcheur et le point du LSP le plus proche, selon les disponibilités des réseaux

population générale. Il faut toutefois noter que ce résultat reste encore statistiquement non-significatif. La valeur d'accès nette du LSP pour une telle personne correspond à la surface A, dont la valeur s'élève à 4 617 \$. Les dépenses associées à cet accès correspondent à la surface B, qui est de 230\$. On remarque que le surplus du consommateur est très grand par rapport au coût, ceci démontre l'importance particulièrement élevée du LSP pour les pêcheurs sportifs.

Tableau 4.27. Résultats économétriques de la méthode du comportement contingent

Variables	Nombre de visites
Coûts de transport	-0,00332 (0,00392)
Qualite_lac	-1,661*** (0,192)
Sexe	0,0308 (0,234)
Nombre d'années d'éducation	-0,0338 (0,0472)
Revenu_moyen	-0,0210 (0,173)
Type_autorisations	0,558*** (0,174)
Constante	0,582 (0,725)
Observations	170
Nombre d'individus	85

Note: Écart-types entre parenthèses; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

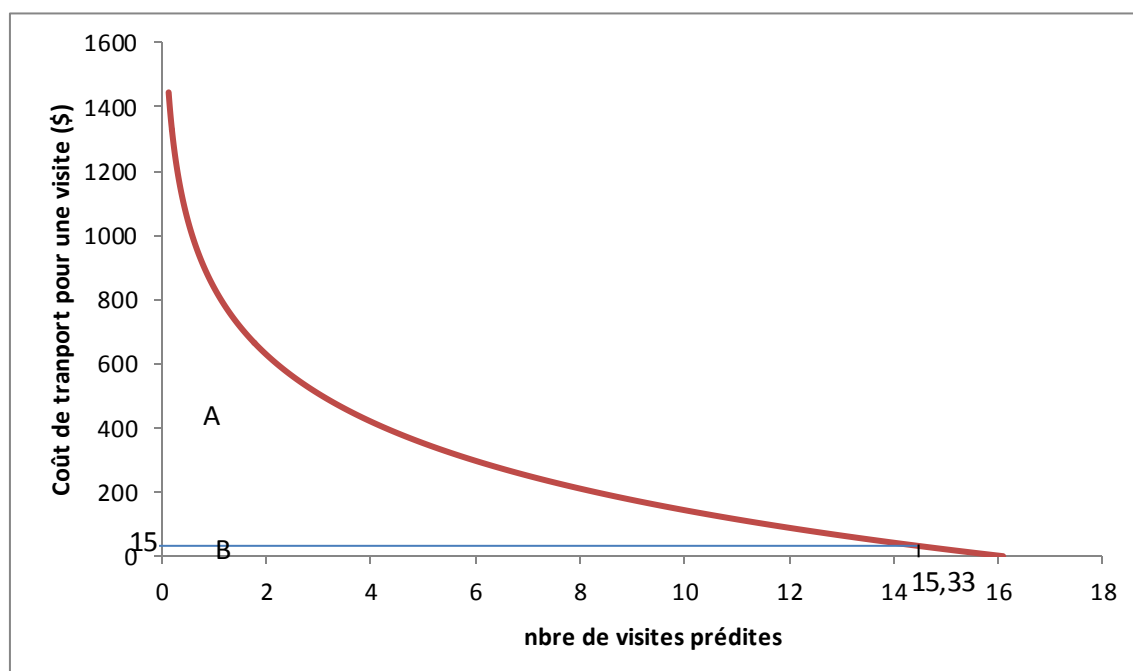


Figure 4.3. Courbe de demande de visites pour la pêche blanche

routiers. Cette dernière mesure de coût de transport a donné le signe négatif attendu rendant le reste de l'analyse possible.

Le tableau 4.28 rapporte les variations de la valeur d'accès ainsi que le nombre d'excursions par saison selon les caractéristiques sociodémographiques incluses dans notre estimation. Le nombre de visites et la valeur d'accès du LSP varient selon le niveau d'éducation, le niveau de revenu ainsi que le type d'autorisation acheté par les répondants. La demande en terme de sorties de pêche diminue avec le niveau de revenu de ménage. Le type d'autorisation de pêche affecte également le nombre de sorties. Les pêcheurs qui possèdent un type d'autorisation annuelle ont une plus grande valeur d'accès du LSP.

Tableau 4.28. Demande et la valeur d'accès actuelle du LSP selon les caractéristiques sociodémographiques des répondants

Variables	Nombre de sorties de pêche prédites	valeur d'accès (\$/an)
Pour un pêcheur représentatif	15,33	4 618,44
Homme	15,47	4 660,62
Femme	14,52	4 374,42
Éducation primaire	13,74	4 139,43
Éducation secondaire	16,25	4 895,61
Éducation collège	15,42	4 645,56
Éducation universitaire	12,77	3 847,20
Revenu < 50 000	14,54	4 380,44
Revenu ≥ 50 000	15,96	4 808,24
Type autorisation annuelle	19,86	5 983,19
Type autorisation non annuelle	10,89	3 280,81

Note : le calcul de valeur d'accès pour différents profils sociodémographique suppose que toutes les autres caractéristiques sauf celle qui nous intéresse sont maintenues au niveau d'un québécois visiteur représentatif. Seule la valeur de la caractéristique visée est modifiée.

À partir de ces résultats, il est ensuite possible d'extrapoler la valeur d'usage totale du LSP pour les pêcheurs. Comme nous savons que le nombre total de pêcheurs qui possèdent soit un permis annuel ou saisonnier en hiver ou un permis journalier en hiver est de 10 478 (informations fournies par l'AFC du LSP pour l'année 2008-2009) et que la valeur d'accès d'un pêcheur représentatif sur le LSP est de 4 618,44 \$/an, nous pouvons calculer la valeur d'accès totale du LSP pour les 10 478,6 pêcheurs, soit un total de 48 394 785 \$. Nous pouvons ainsi affirmer que la valeur d'usage pour la pêche blanche au LSP représente près de 12% de la valeur d'usage totale du LSP (407 M\$), tous usages confondus.

Nous pouvons également calculer les variations de la valeur d'accès pour les pêcheurs après les impacts des changements climatiques, dans un scénario « sans intervention ». Le coefficient de la variable muette « qualité lac » sera dans ce cas l'information clé. Toute chose égale par ailleurs, selon ce coefficient (-1,67), nous savons que la détérioration décrite dans notre questionnaire entraîne en moyenne une chute du nombre de visites de 15,33 fois à 2,91 fois par saison de pêche blanche.

Nous illustrons dans la figure 4.4 la variation de la courbe de demande de sortie de pêche avant et après les impacts des changements climatiques. Dans la courbe de demande présentée à la figure 4.3, le coût de voyage qui est associé au nombre maximal de visites (15,33 visites) est égal à 15 \$. Avec la détérioration du lac on observe donc une baisse de 12,42 sorties de pêche

pour un même coût de voyage de 15 \$. La réduction du niveau de satisfaction nette de ce visiteur québécois représentatif est ainsi égale à la surface de la zone où se trouve la flèche bleue. On trouve ici, une réduction dont la valeur est égale à 3 741,75 \$, soit 81% de la valeur d'usage pour les pêcheurs.

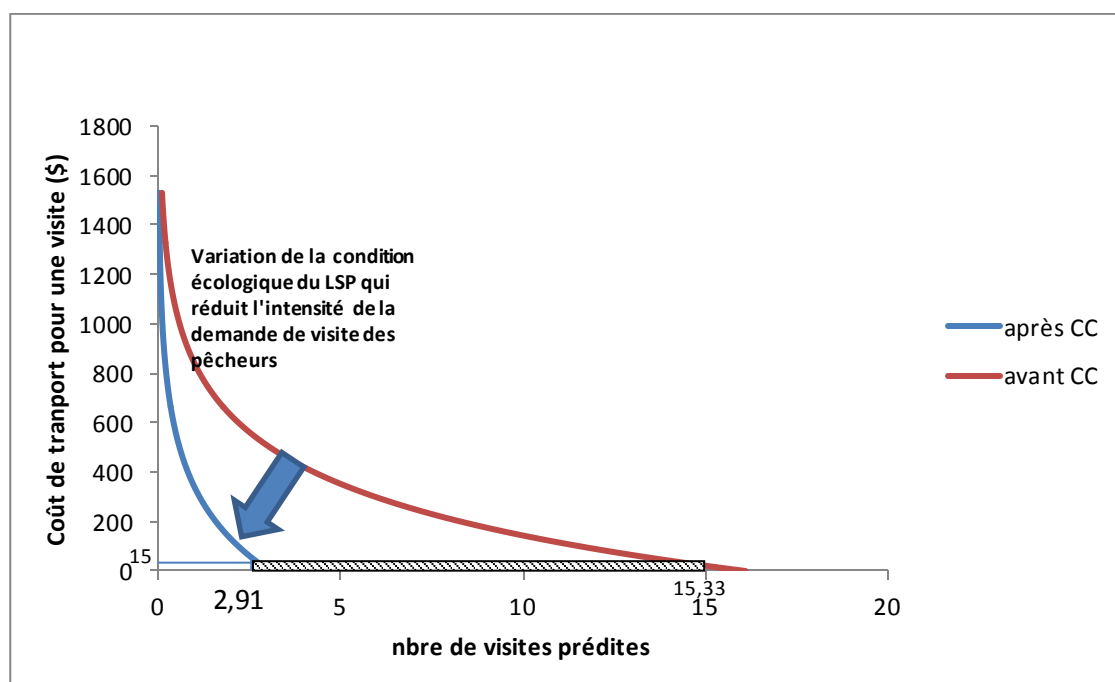


Figure 4.4. Impact des changements climatiques sur le nombre de visites des pêcheurs en hiver

En extrapolant cette valeur aux 10 478 pêcheurs qui fréquentent le lac pendant la saison de pêche blanche, la perte totale de la valeur nette d'usage du LSP pour la pêche est évaluée à 39 208 302\$ (voir le tableau 4.29). Cette perte liée aux activités de pêche blanche représente près de 17% de la valeur d'accès du LSP, tous usages confondus.

Tableau 4.29. La valeur d'usage du LSP dans différents scénarios

	Après CC	Avant CC	Variation
S_i ou ΔS_i minimal (valeur d'accès minimale ou variation minimale)	291,18 \$/an	1 533,03 \$/an	5 232,27 \$/an ¹
S_i ou ΔS_i maximal (valeur d'accès maximale ou variation maximale)	1 284,99 \$/an	6 765,29 \$/an	993,81 \$/an ¹
$\frac{\sum_i S_i}{n}$: valeur d'accès moyenne	876,69 \$/an/personne	4 618,44 \$/an/personne	3 741,75 \$/an/personne
Population des pêcheurs québécois au LSP en hiver			10 478,6 pêcheurs
	9 M\$/an	48 M\$/an	39 M\$/an
Valeur d'accès du LSP pour la population des pêcheurs sportifs du LSP			(soit 81,25% de la valeur d'accès actuelle)

Note : 1. La valeur maximale et minimale des variations de la valeur d'accès dues aux CC ne sont pas calculées à partir des chiffres des deux colonnes à gauche mais plutôt à partir des valeurs des variations maximale et minimale directement calculées de l'échantillon total.

4.2.4. Estimation de la valeur économique non marchande par la méthode de l'évaluation contingente

Dans cette partie de la recherche, nous cherchions à mesurer la volonté à payer des pêcheurs pour un droit d'entrée annuel qui permettrait de financer des projets d'intervention au LSP. Au total, 130 pêcheurs qui ont répondu à notre questionnaire se sont dits prêts à visiter à nouveau le LSP suite à des interventions. Après avoir manifesté leur intérêt pour le LSP en cas d'amélioration, les personnes interrogées devaient choisir entre un scénario de *statu quo*, correspondant à la situation « sans intervention », et une situation hypothétique correspondant à situation avec intervention et associée au paiement d'un droit d'accès saisonnier. Parmi ces 130 individus, 61 ont choisi la réponse « non », 29 ont choisi la réponse « pas certain » et 40 ont choisi la réponse « oui ». Pour éviter de biaiser l'estimation de la volonté à payer pour tout changement de la qualité des conditions de pêche, il est nécessaire de distinguer les réponses « non » ou « pas certain » de protestation et de les supprimer de nos estimations. Dans le questionnaire, une question de suivi cherche à comprendre la raison de leur refus ou de leur hésitation.

Comme l'illustre le tableau 4.30, nous avons identifié 47 réponses de protestation et 43 véritables réponses « non », 14 individus qui avaient répondu « pas certain » ont donné des justifications raisonnables liées à leur incapacité de payer. Par conséquent, nous avons effectué un recodage, afin de considérer ces individus comme des personnes qui avaient répondu « non ». Après la suppression des réponses de protestations, ainsi que des individus qui n'ont pas fourni toutes les informations au sujet de leur situation socioéconomique, nous nous retrouvons avec 34 « oui », 40 « non » et aucun « je ne sais pas », soit un total de 74 observations pour nos estimations.

Table 4.30. Intentions et justifications des visites futures au lac Saint-Pierre

Volonté à visiter le LSP		N	%
« non » / « je ne sais pas »	Justifications raisonnables		
	Le droit d'accès est trop cher	37	28,46
	Je n'ai pas les moyens de payer pour l'amélioration de l'environnement	4	3,07
	Je pourrai aller pêcher dans d'autres sites qui n'exigent pas un tel droit d'accès	13	10,00
	Total des individus ayant donné au moins une justification raisonnable	43	33,07
	Justifications protestataires		
	L'argent devrait plutôt servir à d'autres priorités, comme la santé	7	5,38
	Je ne devrais pas avoir à payer pour résoudre un problème causé par d'autres	9	6,92
	Je ne crois pas que le gouvernement va dépenser les fonds de manière adéquate	31	23,84
	Ce devrait être le gouvernement qui paie	14	10,76
« oui »	Une augmentation de la taxe foncière municipale des régions autour du lac serait plus pertinente	3	2,30
	Une augmentation de taxe/impôt provincial serait plus pertinente	1	,76
	Ce devrait être les agriculteurs qui payent	8	06,15
	Autres raisons protestataires (mode de paiement, etc.)	14	10,76
	Total des individus ayant donné au moins une justification protestataire	47	36,15
	Total des individus ayant choisi la réponse « oui »	40	30,76
	Nombre total	130	100,00

Note : comme les statistiques de ce tableau sont basées sur les réponses d'une question à choix multiples, la sommation de colonne ne donne pas le nombre total.

Compte tenu de la taille de notre échantillon, nous nous retrouvons avec beaucoup de variables non significatives (tableau 4.31). Cependant, le signe du coefficient associé à la variable de paiement est négatif et statistiquement significatif. Notre modèle d'estimation d'évaluation contingente à partir des données de l'enquête de pêche blanche rapporte une valeur moyenne de 95,66 \$/an pour la VAP (tableau 4.32).

Tableau 4.31. Statistiques descriptives des variables utilisées dans l'estimation

Variable	N	Moyenne	Écarts types	Min.	Max.
Réponse de l'individu (1 si l'individu choisit la réponse oui, 0 s'il choisit la réponse non)	74	0,46	0,50	0	1
Bid_price (en \$)	74	138,11	171,49	10	500
Amélioration importante du LSP	74	0,61	0,49	0	1
Sexe (1 si c'est un homme, 0 si c'est une femme)	74	0,81	0,39	0	1
Âge	74	43,30	12,52	21	70
Revenu	74	57 263,51	30 630,28	10 000	150 000
Vécu en milieu urbain (oui=1, non=0)	74	0,42	0,50	0	1
Croyance_sante	74	0,85	0,36	0	1
Durée_pratique_lsp	74	0,12	0,33	0	1
Achat de permis	74	0,03	0,16	0	1

Tableau 4.32. Résultats du modèle probit

Variables	Réponse=1, si l'individu choisit oui, 0 s'il choisit non
Bid_price	-0,00496*** (0,00140)
Amélioration importante	-0,549 (0,381)
Sexe	-0,264 (0,512)
Âge	-0,00109 (0,0137)
Revenu	2,25e-06 (5,75e-06)
Vécu milieu_urbain	0,130 (0,358)
Croyance_sante	0,297 (0,547)
Durée_pratique_lsp	-0,483 (0,603)
Achat_permis	0,846 (1,426)
Constante	0,670 (0,886)
VAP moyenne	95,66\$/an
Krinsky et Robb (95 %) Intervalle de confiance pour la VAP	[26,36- 191,25]
Observations	74

Puisque le coefficient de la variable muette qui capte les deux niveaux d'amélioration n'est pas statistiquement significatif, nous considérons ici que la VAP des pêcheurs est la même aussi bien en cas d'amélioration moyenne qu'en cas d'amélioration importante. En d'autres termes les pêcheurs ne font pas de différence statistiquement significative entre une amélioration importante et une amélioration moyenne. Ce résultat va dans le même sens que les résultats trouvés dans le calcul des retombées économiques (voir tableau 4.23). Comme les estimations que nous avons effectuées ne présentent aucune variable statistiquement significative de la VAP, nous ne présentons pas les variations potentielles de cette VAP selon les caractéristiques socio-économiques des répondants.

Pour extrapoler la valeur totale de cette VAP, nous suivons la logique illustrée dans le tableau 4.33. Ce tableau montre une valeur totale de 1 million \$ pour les améliorations proposées dans notre étude. La valeur d'usage totale du LSP pour les pêcheurs (représentée par la valeur totale de VAP pour le droit d'accès saisonnier) est inférieure à l'augmentation des retombées économiques (4 millions). Ceci peut s'expliquer par le fait que les pêcheurs supportent déjà un coût élevé pour aller pêcher au LSP. Ils sont donc moins prédisposés à payer des coûts supplémentaires pour pratiquer leurs activités de pêche blanche.

Tableau 4.33. Détails de calcul de la VAP totale des pêcheurs en hiver au lac Saint-Pierre

Valeur moyenne de VAP (A) d'un pêcheur représentatif pour l'amélioration proposée (en valeur du droit d'entrée)	95,66 \$/an/personne
Les pêcheurs qui pratiquent la pêche blanche sur le LSP en hiver 2015 (B)	10 478 personnes
Valeur totale des droits d'entrée annuels (A*B)	1 002 383 \$/an

4.2.5. Estimation de la valeur économique non marchande par la méthode des choix multi-attributs

Similaire au questionnaire utilisé pour la population générale, la dernière partie des questions posées dans la section d'évaluation du questionnaire de la pêche blanche sont aussi pour une étude de CMA. Cependant, contrairement à l'enquête sur la population générale, les scénarios montés pour la méthode de CMA dans notre enquête avec les pêcheurs du LSP consistent essentiellement des comparaisons entre les deux sites de pêche hypothétiques et le choix de « ne pas aller pêcher ». Comme déjà souligné dans la section 3 sur la méthodologie, nous espérons d'utiliser la méthode de CMA dans le cas de la pêche blanche pour évaluer plus finement des différents composants de la valeur d'usage du LSP pour les pêcheurs, mais pas pour élargir notre évaluation à la valeur totale qui comprend des valeurs de non-usage.

En total, 152 questionnaires sont utilisables pour notre analyse de la méthode choix multi-attributs, ce qui nous permet d'obtenir un total de 1 368 observations. Parmi les 1 368 choix observés, la situation « je n'irai pas pêcher », l'équivalent du *statu quo* sans implications monétaires supplémentaires a été choisi 240 fois. Pour éviter de biaiser l'estimation de la VAP, il est nécessaire d'identifier les réponses de protestation parmi les « je n'irai pas pêcher ». Dans

notre cas, un répondant peut par exemple opter pour la situation « je n'irai pas pêcher », non pas en raison de la distance trop longue, mais parce qu'il ne croit pas au scénario proposé. Dans cette situation, sa véritable VAP est indéterminée, mais n'est pas forcément plus petite que le prix associé à la distance qu'il doit parcourir pour se rendre sur un site.

Grâce à la question de suivi, nous avons pu identifier 26 individus qui ont donné comme justification au moins une raison de protestation. Soit un pourcentage de 17,10% de réponses protestataires (voir tableau 4.34).

Table 4.34. Statistiques sur les justifications liées au choix de la situation « sans intervention »

	N	%
Justifications raisonnables		
Les sites proposés ne m'intéressent pas	38	25,00
Distance trop longue	16	10,52
Je ne visiterai jamais le lac Saint-Pierre	35	23,02
Je privilégierais d'autres lacs plus proches de ma région	48	31,57
Total des individus ayant donné uniquement au moins une justification raisonnable	53	34,86
Justifications protestataires		
Je ne comprends pas bien les questions, j'ai besoin de plus d'information	4	2,63
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus de temps pour réfléchir	3	1,97
Je doute de la crédibilité des sites proposés	12	7,89
Je connais peu la situation actuelle au lac Saint Pierre, ainsi j'ai de la difficulté à comparer avec les autres sites	10	2,82
Autres raisons protestataires (surtaxe, etc.)	4	2,63
Total des individus ayant donné au moins une justification protestataire	26	17,10
Total des individus n'ayant jamais choisi la situation « je n'irai pas pêcher »	73	48,02
Nombre total	152	100,00

Note : comme les éléments d'informations donnés dans ce tableau sont basés sur les réponses pour une question à choix multiples, leur addition ne donne pas le total.

Après la suppression des réponses de protestations et de 4 répondants n'ayant pas fourni toutes les réponses socio-économiques, nous nous retrouvons avec 3 294 observations valides pour nos estimations. Pour la codification des variables, nous avons utilisé dans deux cas des variables muettes pour capter les différents états des attributs (i.e. qualité d'habitat des poissons et achalandage). En ce qui concerne la variable coût de transport pour se rendre aux sites de pêche hypothétiques proposés dans les scénarios à choisir, elle est obtenue en multipliant la distance à parcourir, avec le taux de conversion qui est de 0,53\$/km (CAA, 2013). Les autres variables associées aux attributs sont considérées comme des variables continues.

Pour éviter des problèmes de colinéarité entre les variables muettes, nous avons exclu de nos estimations les deux variables muettes (Achalandage3 et Hab_poissons4) qui correspondaient à la situation de *statu quo*. Des variables croisées ont été construites afin de mettre en relation les caractéristiques socio-économiques des répondants et les attributs des scénarios. Ces interactions permettent d'expliquer les variations de préférences pour différents attributs entre individus en fonction de leurs caractéristiques socio-économiques. Les coefficients des attributs

peuvent ainsi être analysés en fonction des caractéristiques des répondants. Les variables socio-économiques qui ont été retenues en raison de leur significativité statistique sont (tableau 4.35) :

- Revenu moyen : variable muette égale à 1 si le revenu est inférieur à 50 000\$, 0 sinon ;²¹
- Sexe : variable muette égale à 1 si c'est un homme et 0 si c'est une femme ;
- Âge : variable qui correspond à l'âge de l'individu.

Tableau 4.35. Statistiques descriptives des variables socio-économiques utilisées dans l'estimation

Variables	Moyenne	Écart-type	Min.	Max.
Âge	41,71	12,04	21,00	70,00
Revenu_moyen	0,43	0,49	0,00	1,00
Sexe	0,83	0,38	0,00	1,00

Note : nombre de répondants = 122

Les résultats d'estimation d'un modèle logit à paramètres aléatoires sont rapportés dans le tableau 4.36. Dans les colonnes (2) et (4), on retrouve les valeurs des écarts-types associés aux coefficients des attributs de pêches. Le fait que ces écarts-types soient tous statistiquement significatifs nous conforte dans notre choix de recourir à un modèle à paramètres aléatoires. Les coefficients obtenus dans la colonne (1) illustrent les préférences générales des répondants pour les différents attributs sans la présence des variables socio-économiques. De manière générale, on constate que tous les attributs de pêche retenus dans notre étude sont statistiquement significatifs avec les signes attendus (Tableau 4.36, colonne (3)). Cela démontre la pertinence des attributs sélectionnés ainsi que le réalisme de leurs niveaux de variation.

Le coût associé à la distance qu'un individu doit parcourir pour se rendre à un site est statistiquement significatif avec un signe négatif. En effet, plus la distance est grande, moins l'individu ira pêcher vers ce site. La qualité de l'habitat des poissons a une importance significative au niveau du choix du site de pêche. Un individu préférera ne pas aller pêcher lorsque le site de pêche présente une qualité d'habitat des poissons moins bonne que celle du LSP. Par contre, il aura tendance à choisir un site de pêche où la qualité d'habitat des poissons est « meilleure » que celle du LSP. Bien que le coefficient associé à une amélioration « bien meilleure » de la qualité de l'habitat du poisson soit positif, il n'est cependant pas statistiquement significatif. Ceci peut s'interpréter par le fait que les individus considèrent une amélioration « bien meilleure » comme peu probable ou moins réaliste contrairement à une amélioration « meilleure ». Une situation similaire a été également observée dans les études de

²¹ La raison qui nous a poussé d'utiliser une variable muette au lieu d'une variable continue ici est que nous avons vu plus tôt dans nos résultats que le niveau absolu de revenu des ménages ne semble pas d'avoir une influence statistiquement significative sur le lieu de pêche choisi. De plus, la variable revenu peut seulement être incluse dans nos estimations via des termes croisés avec les attributs. Nous avons ainsi décidé d'utiliser simplement une variable muette qualitative de revenu (plus ou moins riche que la population moyenne du Québec) pour capter la différence dans la préférence pour les attributs entre les gens relativement riches et les gens relativement plus pauvres.

CMA avec la population générale, où la VAP pour une amélioration importante de l'habitat de poissons est légèrement moins bien évaluée qu'une amélioration moyenne.

Plus le temps pour capturer un poisson diminue par rapport à la situation au LSP, plus la probabilité d'aller pêcher vers ce site est élevée. Contrairement aux résultats trouvés avec la population générale, on constate ici que les conditions riveraines ont une influence statistiquement significative sur les préférences des pêcheurs. Plus les conditions riveraines d'un site s'améliorent par rapport au LSP, plus la probabilité d'aller pêcher vers ce site est élevée. L'achalandage exerce également une influence sur le choix du site. Un site qui présente plus de pêcheurs comparativement à la situation au LSP, a moins de chance d'être choisi pour la pêche. Par contre, un site qui présente moins d'achalandage par rapport au LSP a plus de chance d'être choisi. Cependant, cette dernière relation de causalité n'est pas statistiquement significative. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'achalandage actuel au LSP est satisfaisant pour les pêcheurs. Dans ce cas, il est possible que les pêcheurs n'accordent pas une importance significative à réduire davantage le nombre de pêcheurs actuels. Ils sont en quelque sorte indifférents entre la situation d'achalandage actuelle et celle avec moins d'achalandage. Par contre, ils ne souhaitent pas pêcher dans un site où le nombre de pêcheurs serait plus élevé que celui au LSP.

Dans le modèle (3), nous avons effectué des croisements de certaines variables socio-économiques avec les attributs environnementaux qui avaient une influence statistiquement significative sur la VAP. On constate que certaines variables socio-économiques ont une influence statistiquement significative sur les préférences des individus pour les attributs de pêche du LSP. La préférence pour la longueur des poissons diminue avec l'âge de l'individu. Les pêcheurs avec un revenu supérieur ou égal à 50 000 \$ ont tendance à s'intéresser moins à la détérioration de l'habitat des poissons comparativement aux autres. Les hommes quant à eux accordent plus d'importance à la longueur des poissons comparativement aux femmes.

Tableau 4.36. Résultats du modèle Logit à paramètres aléatoires

Variables	(1) Moyenne	(2) Écart-type coefficients	(3) Moyenne	(4) Écart-type coefficients
distance_cout	-0,0196***		-0,0194***	
Constant	2,549***		2,604***	
hab_poissons1	0,228	1,288***	0,969	1,183***
hab_poissons2	0,410**	0,653**	1,321*	0,653**
hab_poissons3	-1,021***	-1,359***	0,875	1,180***
Temps_capture	0,590***	0,817***	0,863	-0,714***
Longueur_poissons	0,0223***	0,0181***	0,0316***	-0,0172***
cond_riv	0,0369***	0,0495***	0,0448	0,0521***
Achalandag1	0,302	1,168***	0,945	0,889***
Achalandag2	-0,772***	-0,935***	-1,506**	-0,649**
age_poissons3			-0,0168	
age_poissons1			-0,0205	
age_poissons2			-0,0269	
age_Tempscapture			-0,00637	
age_Longueurpoissons			-0,000474**	
age_condriv			-0,000276	
age_Achalandag1			-0,0228	
age_Achalandag2			0,0207	
revmoyen_poissons3			-0,223	
revmoyen_poissons1			-0,183	
rev_moyen_poissons2			-1,028**	
revmoyen_Tempscapture			0,440	
revmoyen_Longueurpoissons			-0,00391	
revmoyen_condriv			0,0106	
revmoyen_Achalandag1			0,488	
revmoyen_Achalandag2			-0,0346	
sexe1_poissons3			-0,0628	
sexe1_poissons1			-0,0136	
sexe1_poissons2			-0,414	
sexe1_Tempscapture			-0,114	
sexe1_Longueurpoissons			0,0132**	
sexe1_condriv			-0,00589	
sexe1_Achalandag1			0,186	
sexe1_Achalandag2			-0,153	
Nombre d'individus	126	126	122	122
Observations	3402	3402	3294	3294

Note : Les résultats d'estimation rapportés dans ce tableau sont basés sur le modèle de Logit à Paramètre Aléatoire, qui consiste à estimer des coefficients pour quelques variables clés des valeurs spécifiques à chaque individu. Dans notre estimation, ces variables clés sont Hab_poissons1, Hab_poissons2, Hab_poissons3, Hab_oiseaux1, Hab_oiseaux2, Hab_oiseaux3, Qualité_eau1, Qualité_eau2, Conditions riveraines, Statut_unesco Ramsar. Pour ces variables, nous avons ainsi dans le tableau de résultats les valeurs moyennes ainsi que l'écart-type qui illustrent la distribution de ces valeurs de coefficients individuelles. Pour épargner d'espace, seulement les valeurs estimées de coefficients (valeur moyenne ou l'écart-type de sa distribution) sont rapportées et leur signification statistique sont illustrée par les *, plus précisément, *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Tel qu'expliqué dans la partie méthodologique, la méthode des choix multi-attributs offre la possibilité de déduire la volonté à payer pour les changements marginaux de chaque attribut. Pour les pêcheurs, notre estimation se focalise sur les conditions de pêche du LSP. En se basant

sur les résultats d'estimation du modèle de Logit à paramètres aléatoires, nous pouvons calculer la valeur des VAP pour les différents attributs selon leur niveau d'amélioration (Tableau 4.37).

Tableau 4.37. VAP pour les différents attributs selon leur niveau d'amélioration

Attributs	Niveaux	VAP marginale (\$)
Habitat poisson	Moins bon	-52,02
	Meilleur	20,91
	Bien meilleur	0,00
Temps de capture	50% réduction	15,04
	33% réduction	10,03
	1% réduction	0,30
Longueur de poissons	20% plus gros	22,74
	50% plus gros	56,85
	100% plus gros	113,70
	1% plus gros	1,14
Conditions riveraines	10% meilleures	18,82
	20% meilleures	37,64
	1% meilleures	1,88
Achalandage	moins de pêcheurs	0,00
	plus de pêcheurs	-39,34

Nous pouvons voir que pour les différents attributs, les pêcheurs expriment des VAP plus importantes pour des améliorations plus grandes. Si une détérioration de la condition de l'habitat des poissons entraîne une VAP négative (interprétée comme une demande de compensation), l'amélioration de l'habitat des poissons entraîne quant à elle une augmentation de la VAP. Les pêcheurs du LSP ne souhaitent pas une présence plus importante d'autres pêcheurs, ce qui se traduit par une VAP négative pour un achalandage plus important de pêcheurs. Ils sont prêts à accepter 39,34 \$ pour supporter la présence de plus de pêcheurs que présentement sur un site.

Ils se préoccupent également de la qualité de l'habitat des poissons. Comme on peut l'observer, ils sont prêts à accepter 52,02 \$ pour supporter une nouvelle situation qui se détériore et seront prêts à payer 20,91 \$ pour que celle-ci s'améliore. On constate également que les pêcheurs sont prêts à payer plus pour avoir des poissons plus grands plutôt que d'avoir moins de temps d'attente. Leur VAP pour 1% d'augmentation dans la longueur des poissons est de 1,14 \$, versus 0,30 \$ pour 1% de réduction de temps d'attente avant une capture. Leur VAP est encore plus élevée lorsqu'il s'agit des conditions riveraines. Ils sont prêts à payer 1,88 \$ pour une augmentation de 1% des conditions riveraines. Comme souligné plus haut, dans la mesure où les coefficients associés à une amélioration bien meilleure de l'habitat des poissons et à moins d'achalandage ne sont pas statistiquement significatifs, nous considérons que les VAP associées à ces niveaux d'amélioration sont nulles.

Nous présentons dans le tableau 4.38, les évolutions des VAP pour différents attributs selon les caractéristiques socio-économiques des pêcheurs. Toutes les cases en jaune sont des situations où les caractéristiques socio-économiques ont un impact sur le niveau de VAP. Ceci est directement lié à la significativité statistique des variables socio-économiques dans le modèle de choix multi-attributs.

Tableau 4.38. VAP pour les attributs de pêche selon les caractéristiques socio-économiques

Variables	Habitat poisson 1	Habitat poisson 2	Temps de capture	Longueur de poisson	Conditions riveraines	Achalandage
Pêcheur type	-52,02	20,91	15,04	56,85	37,64	-39,34
Homme	-52,02	20,91	15,04	1,29	37,64	-39,34
Femme	-52,02	20,91	15,04	0,61	37,64	-39,34
Age=30	-52,02	20,91	15,04	1,46	37,64	-39,34
Age=40	-52,02	20,91	15,04	1,22	37,64	-39,34
Age=50	-52,02	20,91	15,04	0,97	37,64	-39,34
Age=60	-52,02	20,91	15,04	0,73	37,64	-39,34
Age=70	-52,02	20,91	15,04	0,48	37,64	-39,34
Revenu<50 000\$	-53,04	20,91	15,04	56,85	37,64	-39,34
Revenu>=50 000\$	0,00	20,91	15,04	56,85	37,64	-39,34

Note 1: le calcul de valeur d'accès pour différents profils sociodémographiques suppose que tous les autres caractéristiques sauf celle qui nous intéresse sont maintenues au niveau d'un pêcheur québécois représentatif. Seule la valeur de la caractéristique visée est modifiée.

Note 2 : Habitat poisson 1= amélioration ; habitat poisson 2 = plus grande amélioration ; temps de capture = 50% réduction ; longueur de poissons (50% plus gros) ; conditions riveraines (20% meilleures) ; achalandage (plus de pêcheurs).

Note 3 : les cases en jaune signifient que les variables sont significatives.

Dans l'optique de comparaison avec les valeurs d'usage obtenues de la méthode d'évaluation contingente, nous pouvons calculer à partir des éléments obtenus du tableau 4.37 la VAP globale pour le scénario d'amélioration importante utilisé dans l'évaluation contingente. Cet exercice est illustré dans le tableau 4.39. Selon le calcul, en moyenne un pêcheur québécois est prêt à payer environ 70,19 \$/an pour que les conditions de pêche du LSP correspondent à la situation décrite dans notre scénario hypothétique d'amélioration importante. Une observation très intéressante est que la VAP calculée selon la méthode des choix multi-attributs pour le scénario type est proche de celle rapportée par la méthode d'évaluation contingente (70,19 \$ vs. 95,66 \$).

Tableau 4.39. Valeur totale du LSP pour la pêche blanche

Population des pêcheurs du LSP (A)		10 478 personnes
VAP moyenne pour une amélioration des conditions de pêche telles que décrites dans le scénario hypothétique de l'étude de choix multi-attributs		
Scénario hypothétique: amélioration importante	Moyenne par pêcheur	Valeur totale pour les pêcheurs d'hiver du LSP
Habitat pour les poissons :	Non-significatif=0	0 \$/an
Amélioration bien meilleure		
Temps de capture : 50% de réduction	15,04 \$/pêcheur	157 598,14 \$/an
Longueur de poissons : 50% plus gros	56,85 \$/pêcheur	595 708,41 \$/an
Condition riveraine : 20% d'augmentation	37,64 \$/pêcheur	394 414,50 \$/an
Achalandage : plus de pêcheurs	-39,34 \$/pêcheur	-412 228,12 \$/an
Valeur totale	70,19 \$/ménage	735 492,93 \$/an

Comme nous avons focalisé cette partie de l'étude sur les pêcheurs (les utilisateurs des SE liés aux activités de pêche du LSP), la valeur étudiée par les deux méthodes devrait être relativement similaire puisqu'elles sont toutes les deux basées sur le même fondement théorique, soit le modèle de l'utilité aléatoire de McFadden (1974). Cette convergence des résultats démontre une bonne cohérence entre les deux méthodes et illustre la robustesse de nos résultats. Tel que présenté au tableau 4.59, en extrapolant cette valeur à l'ensemble des pêcheurs d'hiver du LSP, nous obtenons une valeur totale de LSP, valeurs d'usage et non-usage confondues de 735 mille dollars.

4.3. Coûts de mise en œuvre des mesures d'adaptation

Cette section présente les résultats du travail visant à estimer les coûts de mise en œuvre des sept mesures d'adaptation aux changements climatiques, retenues dans notre étude via plusieurs rencontres focus-groupes avec des experts de différents domaines. Les sous-sections qui suivent présentent les résultats pour chacune des mesures et une agrégation est réalisée par la suite.

4.3.1. Restaurer les zones riveraines et la plaine inondable autour du lac Saint-Pierre afin de réduire l'empiètement par les activités humaines

De la Chenelière et al. (2014) indiquent une dégradation du littoral du LSP à hauteur de 5 000 hectares d'habitats printaniers en 1997. Cette dégradation des habitats ainsi que la mauvaise qualité de l'eau aurait conduit à une chute spectaculaire de 86% du nombre de perchaudes en une décennie. Ils estiment qu'au moins 2 500 ha devraient être restaurés pour éviter une dégradation supplémentaire de la situation. Afin d'améliorer la situation, la restauration de 5 000 ha serait ainsi nécessaire.

Pour le calcul des coûts de restauration de 5 000 ha, nous reprenons en partie les travaux de Dumas et Brodeur (2014) (Annexe 8), auxquels nous ajoutons de nouvelles données en provenance des coûts réels observés dans les projets similaires de plus petite taille. Les coûts considérés concernent : 1) l'acquisition de servitudes réelles ou de propriété ; 2) la restauration de terres cultivées en zone naturelle ; 3) la réfection de ponceaux pour la libre circulation des poissons ; 4) la restauration de cours d'eau et la plantation d'arbres ; 5) le contrôle du phragmite (roseau commun) ; et 6) la réhabilitation d'aménagements endigués pour environ 900ha.

En dehors des points 1) et 5), nous considérons les valeurs fournies en Annexe 8 par Dumas et Brodeur (2014) comme adéquates pour notre analyse. Concernant la valeur marchande supérieure uniformisée pour les terres situées en zone inondable, selon Dumas et Brodeur (2014), celle-ci était d'approximativement 10 000 \$/ha en 2010. Par contre, il est possible que toutes ces terres n'aient pas à être achetées. En effet, si on parvient à 50% des surfaces faisant l'objet d'une entente de conservation, comme cela s'est fait dans le cadre du Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE) (MRNF, 2008), le coût pourrait être réduit de moitié, soit environ 5 000 \$/ha à amortir sur une période de 20 ans. Cependant, considérant ici une période d'analyse de 50 ans, il est probable que les ententes conclues ne pourront pas toutes être renouvelées au bout de 20 ans, mais peut-être seulement la moitié, auquel cas il sera nécessaire de dépenser 12,5 M\$ supplémentaires en dollars constant de 2012.

Pour ce qui est du contrôle du phragmite, la restauration de 1 hectare en plantant des arbustes peut coûter entre 20 000 et 84 000 \$ selon les efforts à investir. De plus, un coût annuel d'entretien est à prévoir d'environ 4 000 \$. En se basant sur des travaux de restauration effectués dans d'autres localités du Québec (e.g. projet de restauration du ruisseau de feu), nous posons l'hypothèse que le contrôle du phragmite concerne 5 à 10% du total à restaurer. Pour 5 000 ha sur 50 ans cela donne un coût total compris entre 63 et 126 M\$.

L'analyse de sensibilité pour la restauration de la plaine inondable autour du LSP est ici basée sur un taux d'entente de conservation compris entre 0 et 100% et sur un taux de contrôle du phragmite entre 5 et 10%.

Pour ce qui est de la restauration des zones riveraines, nos calculs de coûts sont basés sur les budgets de restauration de plusieurs rivières et ruisseaux en milieux agricoles (ex.: les ruisseaux Désy-Sylvestre, Marais noir, Tranchemontagne, Grandpré). Selon les budgets dépensés pour ces projets, il est estimé que les coûts sur 50 ans incluent l'achat de servitudes, des travaux de restauration et d'aménagements fauniques ainsi que des travaux d'entretien. Ces différents projets indiquent des coûts par kilomètre de rive restaurée compris entre 135 000 \$ et 217 500 \$. En considérant que 413,3 km de rives sont à restaurer dans les bassins versants du LSP (voir Annexe 9 pour le détail des calculs), le coût sur 50 ans de ces activités est ainsi compris entre 55,8 et 90 M\$. Les coûts obtenus sont fournis dans le tableau 4.40.

En fonction des valeurs basses et hautes des différents intervalles présentés plus haut, des scénarios optimistes et pessimistes sont établis. Le scénario médian se situe quant à lui à mi-

chemin entre ces valeurs. Cette façon de faire sera répétée pour les différentes mesures d'adaptation présentées.

Tableau 4.40. Coûts de restauration des zones riveraines et de la plaine inondable sur 50 ans (2015-2064)

	Scénario optimiste	Scénario médian	Scénario pessimiste
Restauration des zones riveraines	55,8 millions \$	72,9 millions \$	90 millions \$
Restauration de la plaine inondable	200,6 millions \$ (40 120 \$ par ha)	290 millions \$ (57 990 \$ par ha)	337,7 millions \$ (67 530 \$ par ha)
Total	256,4 millions \$	362,9 millions \$	427,7 millions \$

4.3.2. Modifier les pratiques agricoles en zone inondable et dans le bassin versant du lac Saint-Pierre

Nos estimations de coûts sont ici largement basées sur les données fournies par le rapport du FNQ-UPA (2011) ainsi que sur les données du MAPAQ (2013) pour Prime-vert. Dans le rapport du FNQ-UPA (2011), l'amélioration de la qualité de l'eau et des habitats fauniques en milieu agricole a été conduite à travers 10 projets de gestion de l'eau sur 10 rivières et leurs bassins versants couvrant 55 600 ha. Ces projets ont été financés sur 5 ans à hauteur de 9,1 M\$ (dont un peu plus de la moitié pour des modifications de pratiques agricoles) et ont permis l'élaboration de modèles durables d'aménagements agriculture-faune. Au total, 483 agriculteurs ont été impliqués dans ces projets. En extrapolant ces données pour les bassins versants du LSP, soit un territoire trois fois plus vaste, et en considérant que ces activités soient à répéter cinq fois au cours des 50 prochaines années, le coût estimé serait de 75 M\$. Il s'agit cependant d'un coût minimum, car de nombreuses activités sont menées sur la base du bénévolat et que certains agriculteurs pourraient bénéficier d'aide du gouvernement. En effet, selon les données du MAPAQ (2013), les aides pour chaque agriculteur peuvent atteindre jusqu'à 405 000 \$ (e.g. aménagements, pertes de production). Selon une hypothèse située à un niveau élevé d'aide, il est possible de considérer que 1 500 agriculteurs installés dans les bassins versants du LSP puissent bénéficier de ces aides avec chacun une aide de 500 000 \$ sur une période 50 ans (i.e. 750M\$). Selon une hypothèse basse, le montant de l'aide pour chaque agriculteur serait de seulement 2 000 \$ (i.e. 7,5M\$) alors que pour une hypothèse moyenne ce montant serait de 20 000 \$ (i.e. 75M\$). Le tableau 4.41 indique le coût total de ces activités.

Tableau 4.41. Coûts des modifications des pratiques agricoles sur 50 ans (2015-2064)

	Scénario optimiste	Scénario médian	Scénario pessimiste
Modifications des pratiques agricoles	37,5 millions \$	150 millions \$	825 millions \$

4.3.3. Augmenter l'efficacité et la capacité des municipalités dans le traitement des eaux usées

Aujourd'hui, près de 99% des eaux usées qui se jettent dans un réseau d'égout sur le territoire du Québec sont reliées à un système de traitement des eaux usées (MDDEFP, 2012). Cependant, une quantité considérable de ces eaux n'est pas traitée par un système de traitement

de niveau secondaire, tel que recommandé par le règlement pancanadien (Gazette du Canada, 2010). En effet, malgré les bénéfices apportés par le traitement secondaire, il existe un décret déclarant que le règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées ne s'applique pas au Québec (Gazette du Canada, 2015). Sans amélioration de la qualité de l'eau et avec l'augmentation des températures liées aux changements climatiques, une augmentation importante des algues vertes se produira.

En se basant sur le rapport fourni par le MDDEFP (2012) sur le projet de règlement des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées, on sait que la mise à niveau des 767 ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées (OMAE) du Québec pour répondre au projet de règlement de stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales aurait un coût de 9,4 milliards de dollars sur 50 ans. Ces coûts comprennent les coûts pour les laboratoires, les municipalités et pour le gouvernement. Sachant que la population des bassins versants directs du LSP est d'environ 1,9 million d'habitants (20% du Québec), on peut considérer qu'un minimum de 76 OMAE devrait être mis à niveau pour améliorer rapidement la qualité des eaux retraitées dans ces bassins versants. Considérant que ce projet de règlement ne sera obligatoire qu'aux horizons 2020-2040, seule entre le quart et la moitié de ces coûts pour la région du LSP peut être considéré pour une mise à niveau rapide. Sur 50 ans cela donne un coût compris entre 445 et 890 M\$. Rappelons également que depuis les années 1980, le gouvernement a investi plus de 7Md\$ pour assainir les eaux usées municipales, soit environ 9,1M\$ par OMAE. Les coûts d'amélioration des capacités de retraitement des eaux usées issus de ces scénarios sont indiqués dans le tableau 4.42. La qualité minimale des effluents proposée correspond à celle des eaux usées ayant subi un traitement secondaire. Ces normes sont, sur la base de moyennes périodiques de 25mg/l pour la demande biochimique en oxygène après cinq jours, partie carbonée (DBO5C) et de 25 mg/l pour les matières en suspension (MES) (MDDEFP, 2012).

Tableau 4.42. Coût d'amélioration du retraitement des eaux usées sur 50 ans (2015-2064)

	Scénario optimiste	Scénario médian	Scénario pessimiste
Retraitement des eaux usées	445 millions \$	667,5 millions \$	890 millions \$

4.3.4. Protéger et restaurer des habitats refuges pour les espèces en difficulté

Selon le MRNF (2008), sur les 18 sites aménagés et protégés au LSP entre 1987 et 2007, les frais directs de restauration et de protection ont été de 7 851 926 \$ pour 5 092 hectares, soit une moyenne de 1 542 \$/ha. Selon cette même source, pour l'ensemble du Québec, ces coûts sont de 24 305 902 \$ pour 26 217 hectares, soit 927 \$/ha. Nous n'avons pas ici le montant des frais indirects pour les projets du LSP, par contre nous avons le pourcentage de ces frais rapportés aux montants investis pour la protection et la restauration du PCHE. Les frais indirects couvrent l'évaluation et le suivi, les communications et la coordination, soit environ 31,06% du total des montants investis pour la protection et la restauration des sites. Au total, les frais de protection et de restauration par hectare au LSP seraient ainsi de 2 021 \$/ha. À noter que ces

projets incluent des acquisitions et des ententes de conservation, mais que nous ne connaissons pas le nombre d'hectares acquis.

Les activités de restauration comprennent, entre autres, la construction d'ouvrages de régulation du niveau d'eau, la mise en eau de rigoles et de fossés, l'implantation de couverts de nidification, l'installation d'unités de pompage pour gérer le retrait des eaux en fonction des besoins de la faune et de l'agriculture, l'installation de passes à poisson, la gestion des cultures et le confinement du bétail pour protéger les berges, la construction de voies migratoires pour les poissons et la plantation d'arbres (MRNF, 2008). À titre d'exemple, le MRNF (2008) fait référence à un programme de nichoirs sur un site pour 172 550 \$. De leur côté, Mingelbier et Douguet (1999) font également référence à des marais et étangs aménagés et endigués, ainsi qu'à des haltes migratoires.

Pour davantage protéger les espèces en difficulté, des efforts considérables restent à produire. De ce fait, nos hypothèses de coût sont basées sur des activités de protection couvrant entre 5 000 et 15 000 hectares (tableau 4.43).

Tableau 4.43. Coût de protection et de restauration des habitats refuges pour les espèces en difficultés sur 50 ans (2015-2064)

	Scénario optimiste (5 000 hectares)	Scénario médian (10 000 hectares)	Scénario pessimiste (15 000 hectares)
Protection et restauration des habitats refuges	10,1 millions \$	20,2 millions \$	30,3 millions \$

4.3.5. Appliquer un moratoire sur l'excavation future du chenal de navigation pour protéger les habitats aquatiques de faible profondeur

Le coût de la mise en œuvre de cette mesure est nul. Les autres coûts potentiels seront reliés à son impact sur le trafic fluvial au cours des 50 prochaines années, qui risque d'entraîner une perte d'un volume important d'activité pour le transport fluvial, des pertes de taxes pour le gouvernement ainsi qu'un frein au développement des activités commerciales. Modéliser les conséquences d'un tel moratoire est cependant quasi-impossible dans le cadre de notre étude en raison des incertitudes considérables entourant ce scénario. Nous laissons ainsi le soin de faire cette partie d'évaluation à l'équipe travaillant sur la problématique du transport maritime.

4.3.6. Éduquer et sensibiliser le public

De nombreuses activités d'éducation et de sensibilisation du public peuvent être effectuées, que cela soit réalisé à travers de simples panneaux d'affichage, jusqu'au tourisme écologique en passant par les activités de sorties scolaires et la mise en place de centres communautaires. À titre d'exemple, le MRNF (2008) présente des dépenses de 74 500 \$ pour des affiches et

dépliants pour un seul projet de sensibilisation. De même, la mise en place du CRECA (centre de ressources éducatives et communautaires pour adultes) est estimée à 26 500 \$ (MRNF, 2008). Par contre, la mise en place de campagne d’affichage afin de sensibiliser la communauté et les touristes peuvent coûter plusieurs centaines de milliers de dollars. Sur une période de 50 ans, les activités à mener seront nombreuses et devront être répétées plusieurs fois. Un budget compris entre 500 000 \$ et 1 M\$ par an serait nécessaire pour mener ces activités à bien mais pourrait ne pas être suffisant pour atteindre le niveau de sensibilisation voulu (tableau 4.44).

Tableau 4.44. Coût d’éducation et de sensibilisation du public sur 50 ans (2015-2064)

	Scénario optimiste	Scénario médian	Scénario pessimiste
Éducation et sensibilisation	25 millions \$	50 millions \$	75 millions \$

4.3.7. Appliquer de façon plus stricte les lois et règlements en vigueur

La mise en œuvre plus stricte des lois et règlement pourrait contribuer à réduire la pression anthropique sur les SE du LSP. De fait, il existe déjà des agents en charge de faire respecter les lois et règlements en vigueur sur le territoire visé. Si ces lois et règlements étaient appliqués avec davantage de sévérité, des revenus supplémentaires pourraient être générés et investis dans l’emploi de nouveaux agents. Les rendements d’une telle politique étant généralement décroissants, il est à prévoir qu’au-delà d’un certain nombre d’agents employés que les revenus supplémentaires générés ne suffisent plus à rémunérer les nouveaux agents recrutés. On considère ainsi que le recrutement de nouveaux agents s’arrêterait une fois ce niveau atteint, conduisant ainsi à un coût nul pour la société de la mise en place de cette mesure.

4.3.8. Coût total des mesures d’adaptation

Les tableaux 4.45 et 4.46 retracent les différents coûts en considérant ou non un taux d’actualisation de 4% par an. Le tableau 4.47 reprend ces coûts uniquement pour le scénario médian en appliquant des taux d’actualisation de 2, 4 et 6%.

Tableau 4.45. Coût total des mesures d’adaptation sur 50 ans (2015-2064) sans actualisation

Mesures d’adaptation	Scénario optimiste (en millions \$)	Scénario médian (en millions \$)	Scénario pessimiste (en millions \$)
Restauration des zones riveraines	55,8	72,9	90,0
Restauration de la plaine inondable	200,6	290,0	337,7
Modification des pratiques agricoles	37,5	150,0	825,0
Retraitement des eaux usées	445,0	667,5	890,0
Protection et restauration des habitats	10,1	20,2	30,3
Moratoire surexcavation chenal	-	-	-
Éducation et sensibilisation	25,0	50,0	75,0
Application plus stricte des lois	0	0	0
Coût total	774,0	1 250,6	2 248

Tableau 4.46. Coût total des mesures d'adaptation sur 50 ans (2015-2064) ajustés avec un taux d'actualisation de 4% par an

Mesures d'adaptation	Scénario optimiste (en millions \$)	Scénario médian (en millions \$)	Scénario pessimiste (en millions \$)
Restauration des zones riveraines	24,9	32,6	40,2
Restauration de la plaine inondable	89,6	129,6	150,9
Modification des pratiques agricoles	16,8	67,0	368,6
Retraitement des eaux usées	198,8	298,2	397,7
Protection et restauration des habitats	4,5	9,0	13,5
Moratoire surexcavation chenal	-	-	-
Éducation et sensibilisation	11,2	22,3	33,5
Application plus stricte des lois	0	0	0
Coût total	345,8	558,7	1 004,4

Tableau 4.47. Coût total des mesures d'adaptation sur 50 ans (2016-2065) avec analyse de sensibilité basée sur différents taux d'actualisation (2, 4 et 6% par an) pour le scénario médian

Scénario médian	Taux de 2%	Taux de 4%	Taux de 6%
Coût total (en millions \$)	801,6	558,7	417,8

4.4. Analyse coûts-avantages

À la lumière des résultats trouvés dans les sections 4.1, 4.2 et 4.3, nous sommes en mesure de faire la synthèse des coûts et des bénéfices marchands et non marchands associés aux mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Le tableau 4.48 présente les variations de la valeur d'usage et de la valeur totale (usage + non-usage) du LSP grâce aux mesures d'adaptation aux changements climatiques. Les variations de ces valeurs sont présentées en deux catégories : la perte évitée grâce aux mesures qui empêchent les détériorations futures de la condition du lac sous les impacts des changements climatiques et les gains potentiels grâce à l'amélioration de la condition par rapport à la situation actuelle du lac. Toutes les deux situations sont basées sur les scénarios élaborés avec les experts pour nos enquêtes de terrain. En combinant les résultats des retombées économiques directes, de la valeur d'accès et les paiements pour le droit d'entrée annuel, pour le tourisme au LSP, nous obtenons une valeur d'usage totale de 433,6M\$/an (en valeur de dollar canadien de 2015, l'année de nos enquêtes de terrain) par rapport à la situation sans intervention. Ce montant est principalement constitué de la perte de valeur d'usage du LSP évitée. À des fins de comparaison, nous précisons également des valeurs correspondantes pour l'activité de la pêche blanche, qui doivent être en effet considérées comme une composante de la valeur totale présentée dans la colonne « population générale ».

Il est à noter que si nous n'utilisons ici que les valeurs d'usage pour l'analyse coûts-avantages, il faudrait aussi tenir compte du rapport entre valeur d'usage et de non-usage qui est d'environ

1 pour 7. En effet, la valeur d'usage pour un scénario avec intervention s'élève à 433,6 M\$/an, alors que la valeur de non-usage est de 2 990 M\$/an.

Tableau 4.48. Synthèse des valeurs du lac Saint-Pierre grâce aux mesures d'interventions proposées (en dollar de 2015)

Source des valeurs	Population générale	Pêche blanche
Pertes évitées en valeur d'usage	310,4 M\$/an	43,0 M\$
Retombées économiques	78,4 M\$/an	4,0 M\$
Valeur d'accès	232 M\$/an	39 M\$
Gains des mesures en valeur d'usage	123,2 M\$	3,7 M\$
Retombées économiques	25,2 M\$/an	2,7 M\$
VAP pour droit d'entrée annuel	98 M\$	1 M\$
Gains totaux en valeur usage	<u>433,6 M\$/an</u>	<u>46,7 M\$</u>
Gains en valeur totale (Usage+non-usage)	<u>2 990 M\$/an</u>	

Le tableau 4.49 présente la synthèse des coûts et des avantages en termes de valeur d'usage associés aux mesures d'adaptation, tous en valeur du dollar canadien de l'année 2012. Les mesures d'adaptations sont mise en place immédiatement à partir de l'année 2015. Le calcul des bénéfices totaux est basé sur deux différents scénarios qui prédisent deux différentes périodes de baisse du niveau d'eau, l'un entre 2015 et 2023 (scénario A) et l'autre entre 2040-2048 (scénario B). L'arrivée tardive de la baisse de niveau d'eau signifie des gains potentiels des mesures d'adaptation moins importants en raison de l'application d'un taux d'actualisation, cette réduction des gains est particulièrement grande dans le cas où un taux d'actualisation plus élevé s'applique (6%). Nous pouvons voir dans le tableau 4.49 que presque tous les scénarios possibles avec interventions (5 sur 6) génèrent des avantages totaux nets positifs. La seule exception est dans le cas « avec intervention » combinant l'arrivée de la baisse du niveau d'eau tardive, un taux d'escompte élevé et des coûts associés au scénario pessimiste, qui génèrent une perte de 43 M\$.

Les résultats des scénarios « avec interventions » contrastent avec la situation « sans interventions », où tous les scénarios entraînent une perte économique potentielle importante en terme de la valeur d'usage du LSP, qui varie entre -509 M\$ et -2 521 M\$.

Ce tableau de synthèse pose ainsi un portrait clair et sans ambiguïté : dans toutes les circonstances, les applications des mesures d'adaptations aux changements climatique sont économiquement rentables. Qui plus est, une telle conclusion serait renforcée si les valeurs de non-usage du LSP étaient incluses dans le calcul des avantages.

Tableau 4.49. Analyse coûts-avantages des mesures d'adaptation aux changements climatiques (en M\$ de l'année 2012)

	Avec interventions			Sans interventions ²		
taux d'escompte	2 %	4 %	6 %	2 %	4 %	6 %
<u>Scénario baisse de niveau d'eau 2015-2023 (scénario A)</u>						
Avantages totaux	3 521,88	3 271,14	3 049,92	-2 521,20	-2 341,70	-2 180,41
Coûts totaux ³						
optimiste	510,92	348,02	259,48	0	0	0
moyen	810,98	562,32	419,25	0	0	0
pessimiste	1 457,77	1 010,8	753,61	0	0	0
Avantages totaux nets¹	2 064,11	2 260,34	2 296,31	-2 521,20	-2 341,70	-2 180,41
<u>Scénario baisse de niveau d'eau 2040-2048 (scénario B)</u>						
Avantages totaux	2 146,69	1 227,06	710,62	-1 536,75	-878,44	-508,71
Coûts totaux						
optimiste	510,92	348,02	259,48	0	0	0
moyen	810,98	562,32	419,25	0	0	0
pessimiste	1457,77	1 010,8	753,61	0	0	0
Avantages totaux nets¹	688,92	216,26	-42,99	-1 536,75	-878,44	-508,71

1. le calcul des avantages totaux nets est basé sur les coûts totaux les plus pessimistes.

2. dans les scénarios « sans intervention », nous utilisons seulement les pertes des gains associés aux pertes des SE et de la pêche à cause des changements climatiques pour mesurer les variations potentielles des gains totaux issus des SE du LSP.

3. Les coûts totaux sont composés des coûts potentiels associés aux sept mesures d'adaptation identifiées. Un coût nul a été utilisé pour deux composants (moratoire de dragage et renforcement des politiques).

5. Discussion

La recherche que nous avons menée a permis de mesurer plusieurs types de valeurs pour le LSP. Nous avons construit deux questionnaires, l'un destiné à la population générale du Québec et un second dédié à un type particulier d'utilisateurs du lac, les pêcheurs sportifs en hiver. Une combinaison de trois méthodes d'analyse économétrique nous a aussi permis d'observer les comportements des répondants sous différents angles et d'obtenir des valeurs pour différents SE fournis par le lac.

Dans l'interprétation des résultats, nous devons toutefois demeurer prudents et tenir compte des approches retenues et des limites de nos observations. Tout d'abord, il convient de mentionner que les scénarios présentés aux répondants dans cinq des six questions d'évaluation économique (i.e. les méthodes du comportement contingent, de l'évaluation contingente et du choix multi-attributs pour les deux questionnaires) se sont concentrés sur les valeurs d'usage. En effet, dans la question du comportement contingent, des réponses à des scénarios d'évolution du lac sont venues compléter une collecte de données sur les habitudes de transports et les coûts de voyage associés à la fréquentation du lac. L'évaluation contingente s'est aussi centrée sur la valeur d'usage, car les scénarios hypothétiques demandaient aux répondants leur VAP pour un droit d'entrée au lac. Les non-utilisateurs du lac n'étaient donc pas concernés par la question.

Finalement, dans la méthode des choix multi-attributs, le Questionnaire 1, destiné à la population du Québec, a permis de mesurer la valeur de non-usage pour certains SE, tandis que dans le Questionnaire 2, les répondants ciblés étaient des utilisateurs du lac devant répondre à des questions d'utilité directe.

C'est donc dans l'utilisation de la méthode des choix multi-attributs dans le Questionnaire 1 que nous avons pu estimer les valeurs de non-usage du LSP, ou en d'autres mots, ce que sont prêts à déboursier les ménages québécois, non-utilisateurs du lac, pour en améliorer la résilience aux changements climatiques. Les résultats montrent que trois SE sont particulièrement valorisés : la qualité de l'eau (environ 60% de la valeur totale), l'habitat des poissons (23% de la valeur totale) et la préservation du statut international, que l'on peut associer à un SE culturel et patrimonial (17% de la valeur totale). En ne présentant pas de valeur significative, nous pouvons conclure que les SE de l'habitat des oiseaux et des conditions riveraines du Lac sont moins valorisés par la population. Nous avons deux explications pour cette non-significativité : une des raisons est que les répondants ne pensent pas que les impacts des changements climatiques soient importants sur ces deux attributs. L'autre est que les niveaux d'amélioration proposés ne sont pas assez importants pour inciter les répondants à payer.

La hiérarchisation des SE que nous avons trouvé est globalement représentative de la littérature sur le sujet. À titre d'exemple, dans la revue de littérature produite par Hall et al. (2004) pour les milieux agricoles et dans la méta-analyse réalisée par He et al. (2015) sur les milieux

humides, les auteurs montrent une tendance dans une valorisation plus importante pour la qualité de l'eau, suivie de la biodiversité.

Les valeurs de non-usage trouvées pour le LSP sont relativement élevées, un ménage étant prêt à payer plus de 800 \$/an pour une amélioration type du LSP. Un chiffre aussi grand présente possiblement un biais de double comptage entre les attributs car très probablement, une amélioration d'un attribut, par exemple celle de la qualité d'habitat du poisson ne serait pas réalisable sans que la qualité de l'eau soit améliorée, ainsi la stratégie de simplement additionner les VAP pour les améliorations des différents SE pourrait exagérer la valeur accordée par les répondants pour un scénario d'amélioration type. Toutefois, ils ne sont pas très différents des résultats obtenus par autres exercices de VAP menés au Québec pour des objets relativement similaires. En utilisant les méthodes d'évaluation contingente et de choix multi-attributs, He et al. (2014) rapportent que les ménages québécois sont prêts à payer entre 468 et 527 \$/an pour doubler la superficie des milieux humides du Sud du Québec en 2013. Qui plus, les SE les plus valorisés sont similaires à ceux trouvés pour le LSP, soit la qualité de l'eau et la biodiversité. Il en va de même pour un autre exercice de préférences exprimées mené au Manitoba et où l'amélioration de la qualité de l'eau, de la biodiversité et de deux autres SE des milieux humides a généré une VAP de 319 à 352 \$ (dollars de 2013) (Pattison et al., 2011).

Il aurait toutefois été intéressant de tester la robustesse des résultats de la valeur de non-usage en les comparant avec des résultats de l'évaluation contingente, comme cela a été réalisé dans l'enquête sur la pêche blanche. Dans celle-ci, le véhicule de paiement étant le même, nous avons été en mesure de comparer les résultats pour des questions similaires. Nous avons trouvé des valeurs relativement similaires : pour un même scénario d'amélioration des conditions de pêche au LSP, l'évaluation contingente a donné une valeur de 1 M\$/an, alors que les choix multi-attributs, un total de 0,74 M\$/an. Ces résultats convergents soulignent leur robustesse.

Dans les sections qui suivent, nous discuterons des résultats en présentant d'abord les résultats de l'analyse coûts-avantages, ensuite de leur intégration dans la prise de décision d'adaptation aux changements climatiques et finalement, des limites et enjeux méthodologiques de cette étude.

5.1. Justifications des mesures d'adaptation aux changements climatiques

Les résultats présentés à la Section 4.4 montrent clairement les avantages économiques d'une intervention rapide en matière d'adaptation aux changements climatiques. En effet, même si des coûts totaux en valeur présente (selon un taux d'escompte de 4%) représentent entre environ 348 M\$ et 1 010 M\$ (selon les scénarios) sur une période de 50 ans pour mettre en œuvre les sept mesures adaptatives retenues dans notre étude, dont deux mesures sont inclus avec un coût nul. L'amélioration du niveau de satisfaction des usagers du lac sera encore plus importante, variant entre 1 227-3 271M\$ (selon la période prédite de la chute du niveau d'eau du LSP). Non seulement ces investissements permettront de générer des avantages marchands mais ils permettront également des gains de la valeur d'accès. De plus, les analyses de

sensibilité présentées au tableau 4.49 en fonction des scénarios des coûts (d'optimiste à pessimiste) et de choix du taux d'actualisation (2, 4 et 6%) montrent également la robustesse de la conclusion sur la rentabilité positive des interventions. Selon toutes les circonstances, il est clair qu'appliquer les mesures d'adaptation identifiées dès maintenant pour contrer les futurs changements des conditions du LSP est l'option la plus rentable.

Qui plus est, dans le calcul central de notre analyse coût-bénéfice, nous avons choisi de n'utiliser que les valeurs d'usage dans l'analyse coûts-avantages. Toutefois, il faut également tenir compte dans la valeur totale (usage et non-usage) de cette dernière qui est non-négligeable²² Il est donc important de considérer les avantages économiques découlant des scénarios d'intervention face aux changements climatiques au LSP comme une fraction de leur valeur totale.

Dans une perspective plus globale, nos résultats ne sont pas surprenants à la lumière d'autres analyses économiques de l'intervention en matière de changements climatiques. L'une des plus importantes études à cet effet dans les dernières années est sans contredit le rapport de l'économiste anglais Nicholas Stern paru en 2006. Dans le *Rapport Stern sur l'économie des changements climatiques*, l'auteur pose que l'investissement actuel de 1% du PIB mondial pourrait éviter une récession importante, de l'ordre de 20% du PIB mondial, dans quelques décennies. Toutefois, dans une entrevue accordée au journal *The Guardian* en 2013, Stern confie avoir grandement sous-estimé les impacts et les coûts des changements climatiques²³. De façon similaire, Hanewinkel et al. (2013) mesurent que les changements climatiques pourraient faire diminuer la valeur économique des forêts européennes entre 14 et 50% d'ici la fin du siècle, soit plusieurs centaines de milliards d'euros.

Il n'en demeure pas moins que si certaines études ont été menées, le coût de l'inaction en matière de changement climatique est encore mal connu. Dans leur revue de littérature sur les coûts associés aux risques climatiques dans les villes, Hunt et Watkiss (2011) notent que certaines villes ont estimé les coûts de l'élévation du niveau de l'eau, de santé et de la ressource en eau. Toutefois, l'énergie, les transports et les infrastructures ne sont quasiment pas étudiés et cette absence d'information augmente les risques des impacts des changements climatiques. En fait, ce que l'on remarque est que la plupart des actions adaptatives à l'heure actuelle sont concentrées sur la sensibilisation du public et des décideurs (Hunt et Watkiss, 2011).

Au niveau des milieux humides, une étude de Brander et al. (2012) se base sur les travaux de Nichols (2004) pour estimer une perte de près de 740×10^3 ha de milieux humides en raison des changements climatiques en Europe entre 2000 et 2050. À l'aide d'une évaluation basée sur

²² Nous admettons ici que la valeur de non-usage estimée de nos analyses semble très élevée et qu'il se peut que des biais se présentent dans ce valeur. Il est néanmoins important de considérer au moins une partie de cette valeur car c'est une pratique largement acceptée dans la littérature d'évaluation d'inclure la valeur de non-usage des biens et services environnementaux et très souvent, la valeur de non-usage est plusieurs fois plus importante que la valeur d'usage.

²³ « I got it wrong on climate change – it's far, far worse » *The Guardian*, 26 janvier 2013

la technique du transfert de bénéfices par méta-analyse, ils trouvent que ces pertes s'élèvent à plus de 1MdUSD/an (dollars de 2003) pour un total de 11 SE.

Dans une mise à jour de leur étude globale sur la valeur des biomes du globe publiée en 1997, Costanza et al. (2014) estiment que sur la période séparant les deux études, les milieux humides d'eau douce ont perdu globalement une valeur de $2,7 \times 10^{12}$ USD/an (dollars de 2007) et ce, en raison de divers facteurs de pression comme la transformation des milieux et les changements climatiques.

Ces effets cumulatifs des facteurs de pression sont très importants et doivent être conjointement pris en compte dans la planification d'une action concertée pour la protection des milieux naturels. À titre d'exemple pour les milieux humides au Canada, Whitey et Van Kooten (2012) ont utilisé un modèle d'évolution du climat pour montrer que 37 à 56% des milieux humides de la région des cuvettes des prairies (i.e. une région de 715 000km² couvrant en partie les provinces du Manitoba, de la Saskatchewan, de l'Alberta et les États de l'Iowa, du Minnesota, du Montana, du Dakota du Sud et du Dakota du Nord) pourraient disparaître. Sur cette réduction, de 2 à 11% seraient directement liée aux effets du climat, alors que le changement d'utilisation des sols compterait entre 35 à 45%.

Les avantages économiques d'une action préventive s'ajoutent ici aux nombreuses démonstrations des avantages écologiques qui en découlent. Dans une analyse globale des impacts des changements climatiques sur une large gamme d'espèces communes et répandues, Warren et al. (2013) montrent que sans mesures d'adaptation et d'atténuation, $57 \pm 6\%$ des plantes et $34 \pm 7\%$ des animaux sont susceptibles de perdre plus de 50% de leur aire de répartition climatique actuelle d'ici 2080. Toutefois, sous certaines conditions, des mesures d'atténuation pourraient réduire les pertes entre 40 et 60%, dépendamment si les émissions culminent en 2016 ou 2030. Ainsi, afin de ne pas diminuer drastiquement la biodiversité et les SE, l'atténuation rapide et rigoureuse est essentielle et pourrait se traduire par un gain de quatre décennies pour l'adaptation au changement climatique.

De manière similaire, l'intervention précoce a la capacité de générer à la fois des bénéfices économiques et de santé publique. Dans une étude portant sur des stratégies de capture de méthane et de noir de carbone, Shindell et al. (2012) posent qu'une stratégie basée sur 14 mesures de mitigation serait avantageuse économiquement, le coût d'abattement étant autour de 250\$ la tonne et sa valeur marchande oscillant entre 700 et 5 000\$, mais qu'elle permettrait en plus d'augmenter la production alimentaire de 30 à 135 tonnes métriques via la réduction de l'ozone et éviterait entre 0,7 et 4,7M de morts prématurées dues à la pollution atmosphérique.

5.2. Implications des résultats dans les politiques publiques

Cette brève analyse de la littérature conforte donc à la fois les résultats de notre étude sur l'importance de l'action préventive au LSP et la pertinence de mener de telles études pour guider les décideurs dans leurs actions.

Il faut cependant mettre en perspective l'impact de nos résultats dans les sphères de décisions publiques et privées. En effet, le seul fait de générer de l'information nouvelle est loin d'être un

gage de réussite. Dans les cas à succès d'engagement et de mise en œuvre de stratégies de prévention, tels ceux de New York et Londres, certains éléments sont récurrents. Dans un premier temps, différentes études de cas en milieux urbains et ruraux montrent que l'engagement des parties prenantes à un stade précoce dans leurs évaluations des risques est essentiel (Hunt et Watkiss, 2011). Le développement de responsabilités institutionnelles spécifiques pour coordonner des recherches et actions dès le départ est aussi un élément majeur dans l'efficacité et la pérennité des mesures. Ce type d'implication est déterminant dans la création d'un *momentum* et de l'obtention des ressources pour poursuivre les analyses en profondeur des impacts sectoriels de l'adaptation climatique. En somme, la mesure des impacts des changements climatiques et de leur incertitude peut être intégrée formellement dans les processus d'aménagement et de prise de décision à la condition que des structures institutionnelles et une coordination existent.

Il convient donc de se demander si le cadre politique québécois possède les dispositifs institutionnels adéquats pour prendre en compte et mettre en œuvre les conclusions économiques telles que celles produites dans notre étude? Dans son *Plan d'action 2013-2020 en matière de changements climatiques*, le Gouvernement du Québec (2012) axe une grande partie de sa stratégie sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, que ce soit par l'instauration d'un marché du carbone, la réduction du transport des personnes et marchandises ou encore par des innovations technologiques. Ces dispositifs ne sont toutefois pas adaptés à des dynamiques locales et écosystèmes particuliers comme le LSP.

Afin de renforcer la résilience de la société québécoise aux changements climatiques, le Plan d'action prévoit soutenir les efforts pour conserver la biodiversité et les SE offerts par les écosystèmes. Pour se faire, le Plan d'action se base sur deux priorités, l'une sur la connaissance et la gestion des ressources hydriques et l'autre sur l'actualisation des outils d'évaluation, de protection et de gestion de la biodiversité et des écosystèmes. Cette dernière priorité fait intervenir une dimension particulièrement en lien avec notre étude :

« Par ailleurs, la valeur monétaire des services écologiques n'ayant pas été estimée à ce jour, elle est rarement prise en compte dans les processus décisionnels utilisés, notamment en matière d'aménagement du territoire. Cette lacune sur le plan de nos connaissances constitue une menace réelle pour la protection et la conservation de notre environnement naturel, qui revêt une importance capitale pour le bien-être et la prospérité de notre société. Les changements climatiques étant susceptibles d'accroître la pression subie par la biodiversité et les écosystèmes, le PACC 2020 soutiendra la conception de nouveaux outils visant à estimer la valeur monétaire des services écologiques qu'ils génèrent, de façon à favoriser leur conservation et à préserver ainsi les bénéfices qu'ils nous offrent. » (Gouvernement du Québec, 2012, p. 40)

Malgré l'intérêt croissant qu'ils suscitent, les instruments intégrant la notion de la valeur des SE, tels que les paiements pour services écosystémiques (PSE)²⁴, sont encore loin d'être les

²⁴ Selon Wunder (2005), les paiements pour SE sont des transactions volontaires entre un ou des fournisseurs et bénéficiaires concernant des SE prédéfinis et qui font l'objet d'ententes conditionnelles. L'archétype du paiement

stratégies politiques dominantes dans la conservation de la biodiversité et la protection du milieu. Au Québec, l'utilisation de politiques publiques économiques basées sur les redevances pour SE en est encore à ses premiers balbutiements (voir la revue de Dupras et Klein, 2015). À l'échelle nationale et internationale, la variété des PSE montre qu'ils sont encadrés dans des contextes institutionnels spécifiques et que ceux-ci constituent le critère principal de succès ou d'échec de l'instrument (Dupras et Klein, 2015). Cette dimension institutionnelle étant très importante, il sera intéressant de voir si des programmes ou politiques reconnaissant la valeur des SE seront soutenus dans les prochaines années. À cet effet, les résultats que nous présentons dans cette étude pourraient servir à établir la valeur des redevances à être versées pour différents SE fournis par le LSP ou encore à justifier une action sur la mise en œuvre de mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Au-delà de la dimension politique, les barrières institutionnelles et structurelles limitent certes de façon importante l'action de prévention et d'adaptation aux changements climatiques, mais elles ne doivent pas faire oublier les obstacles psychologiques inhérents aux individus. En effet, bien que de nombreuses personnes s'engagent dans la lutte aux changements climatiques, cette tendance n'est ni majoritaire ni probante pour juguler la problématique. Selon Gifford (2011) sept catégories de barrières psychologiques expliquent ce frein à l'action : la compréhension limitée du problème, les différentes idéologies incompatibles avec une attitude pro-environnementale, les comparaisons avec d'autres personnes, les coûts économiques irrécupérables, le manque de confiance envers les experts et les autorités, les risques perçus du changement et les changements comportementaux positifs, mais insuffisants. Les obstacles structurels et institutionnels doivent donc être contournés chaque fois que possible, mais le changement institutionnel ne sera pas suffisant s'il n'est pas enchâssé de manière forte dans des dynamiques d'acceptabilité sociale et de volonté de changement probante des communautés. Ces conclusions mettent en exergue la nécessité de poursuivre les efforts de communications et de sensibilisation environnementale au LSP.

En ce sens, si dans notre enquête, une forte proportion des pêcheurs et usagers ont souligné l'importance à leurs yeux des changements climatiques en général et les problèmes environnementaux au LSP, des efforts supplémentaires doivent être réalisés pour rendre compte des impacts potentiels des changements climatiques sur la santé du Lac. En effet, dans une étude publiée en 2005, Godmaire et Sauvé ont rencontré des pêcheurs et autres usagers du Lac pour évaluer leurs connaissances des problèmes et enjeux environnementaux au LSP. Les principaux points soulevés ont été les bas niveaux d'eau, les dommages causés par la navigation maritime et de plaisance, le dragage des sédiments, la surpêche, la diminution des populations de poissons, le braconnage, la présence d'obus au fond du Lac, la pollution industrielle et celle liée à l'épuration des eaux usées, l'introduction et la prolifération d'espèces envahissantes et la disparition d'espèces indigènes, la pollution diffuse liée à l'agriculture et l'expansion de l'écotourisme. Il n'y a toutefois pas eu mention du danger que pourraient représenter les changements climatiques. Ainsi, si certains des éléments cités par Godmaire et

pour SE est une intégration d'un « service-externalité », un effet externe environnemental non marchand provenant d'activités, dans la logique des instruments de marché (Karsenty, 2013).

Sauvé (2005) sont liés de façon intime aux changements climatiques, la compréhension du lien entre les deux n'a pas été démontrée par les usagers.

5.3. Limites et défis méthodologiques

En ce qui concerne les défis méthodologiques rencontrés, nous pouvons souligner quelques points qui doivent être considérés avec attention dans l'interprétation des résultats.

Tout d'abord, il faut garder en tête que les méthodes de préférences exprimées sont des méthodes d'évaluation de scénarios hypothétiques et que des biais fondamentaux leur sont inhérents. On recense dans la littérature une série de biais potentiels pour ces méthodes (voir Dupras et al., 2013a pour le détail des méthodes de préférences exprimées). L'un de ces biais est le biais hypothétique où l'on pose que le répondant sachant qu'il répond à une enquête hypothétique ne répondra pas nécessairement de la même manière que s'il devait effectivement payer pour la variation du bien proposé dans le questionnaire.

Si des études ont trouvé une convergence entre les résultats des préférences exprimées et révélées (Carson, 1996, Alpízar et al., 2003, Carson et al., 2001), d'autres ont montré le contraire (List et Gallet, 2001, Little et Berrens, 2004, Murphy et al., 2005). Ceci ramène à la notion de validité de construction de l'enquête qui est liée à la mesure dans laquelle la théorie économique explique les choix et le comportement empirique des répondants (Akter et al., 2008). Comme le soulignent Carson et Groves (2007), la perception par le répondant que l'enquête est hypothétique ne donnera pas forcément des résultats hypothétiques. Ils soulignent plutôt que la question pertinente est de savoir si l'enquête est perçue par les participants comme « conséquente ». Dans une récente étude, Vossler et al. (2012) s'attardent aussi à la question des « conséquences » (consequentiality en anglais) en faisant intervenir un modèle de théorie des jeux. Leurs résultats suggèrent la possible révélation des préférences et VAP réels des répondants par des questions hypothétiques, à condition que les participants considèrent leurs décisions comme ayant des chances d'influencer la réalité (e.g. les politiques publiques). Bien que les travaux de Carson et Groves (2007) et Vossler et al. (2012) semblent indiquer une conséquentialité dans les VAP, l'interprétation de leur résultat doit demeurer prudente et appelle à des recherches futures afin de bien mesurer les effets des biais hypothétiques.

Qui plus est, la VAP des agents économiques se réfère en grande partie à la perception qu'ils ont du bien ou du service et non pas nécessairement à sa fonctionnalité écologique. En ce sens, l'application de ces méthodes exige une attention particulière afin d'éviter ou d'atténuer cet effet. Cette considération de la représentativité des écosystèmes et SE évalués s'applique à l'exemple du LSP où l'écosystème aux caractéristiques et fonctions variées n'est pas compris avec le même degré de finesse entre les répondants.

Dans le cadre de notre étude, un élément vient mettre en exergue la difficulté de compréhension des subtilités environnementales pour le répondant. En effet, nous avons noté dans certaines portions des enquêtes une insensibilité des répondants face aux niveaux d'amélioration proposés pour le LSP. À titre d'exemple, dans le questionnaire sur la pêche blanche, les répondants ont affirmé valoriser davantage le scénario d'amélioration moyenne des conditions

de pêches (2,79M\$/an) qu'une amélioration importante (2,74M\$/an) (Tableau 4.25). Nous observons une situation similaire dans la portion choix multi-attributs du Questionnaire 1 où l'amélioration moyenne de la qualité de l'habitat du poisson est plus fortement valorisée que l'amélioration importante (210\$/an vs 196\$/an - Tableau 4.12). Nous avons trois explications potentielles à ces résultats.

En premier lieu, il est possible que le répondant n'identifie pas de différences significatives entre une amélioration moyenne et une amélioration importante telles qu'elles ont été présentées dans notre étude. Pour l'individu, les différences entre les deux niveaux d'amélioration ne sont peut-être pas suffisamment grandes pour qu'on observe une variation significative de son bien-être ou de sa satisfaction. Dans ce cas, le biais hypothétique ci-haut mentionné a potentiellement biaisé nos résultats.

En second lieu, ce résultat pourrait être lié au biais potentiel lié à l'absence de concentration de l'individu. En effet, un manque de concentration peut entraîner un biais dans le jugement ou l'appréciation des deux situations d'interventions. Dès lors, il est possible que la différence proposée entre les deux scénarios d'intervention n'ait pas été détectée par le répondant. Cette situation est plausible dans la mesure où nos questionnaires étaient longs, ce qui a été confirmé par un taux d'abandon relativement élevé et par des commentaires en ce sens de répondants à l'AFC du LSP.

En troisième lieu, il est possible que le scénario avec une amélioration réponde mieux aux attentes des individus, notamment à cause de la garantie explicite de la suppression d'un moratoire pour la perchaude. En effet, dans le passé, la perchaude était l'une des espèces de poissons la plus appréciée par les pêcheurs. Compte tenu de la médiatisation liée à l'instauration d'un moratoire sur la perchaude, il est possible que les Québécois soient prêts à payer plus pour une intervention où ils auront la garantie que le moratoire sera levé plutôt que pour une intervention qui ne présente pas de manière précise la levée du moratoire.

Dans un autre ordre d'idées, un enjeu méthodologique que nous avons rencontré lors de l'étude est lié à l'effort d'échantillonnage. Bien que l'enquête en ligne soit aujourd'hui considérée comme la meilleure approche pour des études comme celle menée ici (voir Lindhrem et Navrud 2010 et Potoglou et al., 2012), nous avons rencontré beaucoup de difficultés dans le recrutement des participants. D'abord pour l'enquête pour la population du Québec, si le panel recruté par la firme SSI était d'un nombre élevé de répondants et représentatif de la population du Québec, le pourcentage de répondants ayant visité le LSP dans la dernière année s'est avéré restreint (165 sur 2 361 répondants). Ce nombre n'a pas affecté l'enquête par choix multi-attributs destinée à l'ensemble de la population, mais s'est avéré limitant pour les deux autres méthodes, destinées aux usagers du Lac.

Dans le cas de la pêche blanche, puisqu'il n'existe pas de bases de données commerciales d'adresses courriel pour rejoindre directement les pêcheurs, nous avons été dans l'obligation d'utiliser des stratégies alternatives pour faire en sorte que les répondants se rendent sur le site internet hébergeant l'enquête. Pour ce faire, nous avons embauché des étudiants pour solliciter directement les pêcheurs à l'aide de dépliants d'invitation (Annexe 4) et nous avons travaillé avec l'ASC du LSP pour nous aider dans l'affichage et la diffusion de notre enquête chez des

commerçants de la région (Annexe 7). Cette stratégie n'a malheureusement pas permis de recruter un grand nombre de répondants et seulement un peu plus d'une centaine auront au final participé à notre étude. Qui plus est, ces efforts de recrutement ont été en plus affectés par la longueur de nos questionnaires qui a généré des taux d'abandon plus élevés que ce qui était envisagé.

Au final, ces échantillons de faible taille font en sorte que nous n'avons pas pu identifier autant de variables significatives dans l'explication des VAP que ne nous l'aurait permis un plus grand échantillon.

6. Conclusion générale

Le lac Saint-Pierre est un écosystème unique, reconnu internationalement, et dont l'importance écologique, économique et sociale est primordiale pour tout le Québec. En raison de plusieurs facteurs de pression environnementaux, la santé du lac est menacée et sa résilience face aux menaces futures, les changements climatiques en tête, questionnée. D'un point de vue économique, bien que le LSP soit reconnu pour diverses activités commerciales et de plaisance, sa réelle contribution à la qualité de vie des communautés et aux activités économiques est encore méconnue.

Afin de pallier au manque de représentativité économique des services écosystémiques offerts à la population québécoise par le lac Saint-Pierre, nous avons entrepris une étude en deux volets nous permettant d'estimer les valeurs d'usage et de non-usage du lac. Nous avons construits deux questionnaires, l'un destiné à la population générale du Québec et l'autre aux pêcheurs sportifs pratiquant la pêche blanche, où nous avons utilisé trois méthodes d'analyse économique des biens environnementaux : le comportement contingent, une méthode combinant analyse des dépenses réelles et estimées, et l'évaluation contingente et les choix multi-attributs, deux techniques bien connues d'analyse des préférences exprimées. À l'aide de revues de littérature, d'animation de groupes-sondes et de scénarios d'évolution climatique au lac Saint-Pierre, nous avons élaboré deux scénarios d'évolution du lac dans un contexte de changements climatiques. En considérant la situation actuelle, un scénario représentait l'évolution du Lac sans intervention d'adaptation et de prévention des changements climatiques, alors que le second proposait des interventions.

Un questionnaire en ligne, combiné à des efforts d'échantillonnage variés, nous a permis de rejoindre plus de 2 300 répondants à l'échelle québécoise et plus de 150 pêcheurs sportifs. Leurs réponses nous ont permis d'effectuer des estimations économiques. Nous avons d'abord pu mesurer que les retombées économiques de la pêche blanche et des activités récréotouristiques sont actuellement de 6,2 et 168 M\$/an. La valeur d'usage du lac, soit la valeur d'accès pour les répondants, équivaut quant à elle à 48 M\$/an pour la pêche blanche et à 407 M\$ pour les autres activités. Ces valeurs combinées équivalent à la valeur actuelle du lac Saint-Pierre en terme de valeur d'usage, soit 575 M\$/an.

Dans un scénario où les changements climatiques entraîneraient une dégradation de la qualité environnementale du lac, nous estimons la diminution des retombées économique des toutes les activités récréotouristiques confondues à 78,4 M\$ et celle de la satisfaction des usagers à 232M\$, qui somment en une perte annuelle de 310,4 M\$. Dans l'enquête de la pêche blanche, la diminution des retombées économique est à 4 M\$ et celle de la satisfaction des pêcheurs à 39 M\$, pour un total de perte annuelle de 43 M\$/an. Ces réductions des valeurs d'usage sont expliquées par une baisse de fréquentation projetée du lac autant pour la pêche blanche que pour les autres activités récréotouristiques.

En contrepartie, la mise en œuvre des mesures d'adaptation ferait en sorte que l'affluence au lac serait augmentée, ce qui représente des gains en retombées économiques, comparativement

aux valeurs actuelles, de 25,2 M\$ (toutes activités confondues) et de 2,74 M\$ (pêche blanche) et en valeur d'accès du lac qui mesure l'amélioration de la satisfaction des usagers de 98 M\$ (toutes activités confondues) ou de 1 M\$ (pêche blanche).

Dans une optique d'analyse coûts-avantages, nous avons utilisé la technique des prix de marché pour calculer le coût des cinq des mesures d'adaptation aux changements climatiques retenues dans l'étude, qui permettraient de limiter les impacts environnementaux au Lac et en préserver la qualité des services écosystémiques fournis aux communautés. Nous avons estimé ce coût à 15-45 M\$/an (selon scénarios de coûts) pendant 50 ans, soit une valeur présente totale variant entre 348 M\$ et 1 010 M\$ (selon les scénarios). En comparant ces coûts aux avantages économiques que fournirait la mise en œuvre des mesures d'adaptation, qui varient entre 1 227 et 3 271 M\$ (selon la période prédite de la chute du niveau d'eau du LSP), il est clair que les avantages économiques des mesures d'intervention identifiés dépassent largement les coûts. Les analyses de sensibilité selon les scénarios de coûts (d'optimiste à pessimiste) et selon les choix de taux d'actualisation (2, 4 et 6%) montrent également une bonne stabilité des résultats sur la rentabilité positive des mesures des interventions. Selon toutes les circonstances, appliquer les mesures d'adaptation identifiées dès maintenant pour contrer les futurs changements des conditions du LSP est l'option la plus pertinente. Qui plus est, dans une perspective de valeur totale des actifs naturels, il faut considérer que leur valeur économique représente non seulement leur valeur d'usage, mais également leur valeur de non-usage, pour laquelle nos estimations ont dévoilé des améliorations potentielles très importantes. Cette dernière, si également ajoutée dans nos analyses coût-bénéfices, renforcerait sans aucun doute notre conclusion sur la rentabilité des mesures d'adaptation identifiées.

En conclusion, nous avons montré qu'en plus de son caractère naturel et récréotouristique exceptionnel, le lac Saint-Pierre est également un important actif économique pour le Québec, dans la mesure où il fournit des services écosystémiques uniques. Il serait important que ces valeurs, marchandes et non marchandes, soient mieux reconnues et intégrées aux processus de prise de décisions publiques et privées, notamment en ce qui a trait aux stratégies d'adaptation aux changements climatiques.

7. Références bibliographiques

Adger, WN., Arnell NW. and Tompkins EL. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15: 77–86.

Adamowicz, W., Boxall, P., Williams, M., Louviere, J., (1998). Stated preference approaches for measuring passive use values: choice experiments and contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economics* 80, 64e75

Alpizar, F., Carlsson, F., Martinsson, P., 2003. Using Choice Experiments for Non-Market Valuation. *Economic Issues* 8 (1), 83-110.

Akter, S., Bennett, J., Akhter, S. 2008. Preference Uncertainty in Contingent Valuation. *Ecological Economics* 67, 345-351.

Angus, D. (2012) Valuing ecosystem services in the Salmon River Watershed, British Columbia: a choice experiment approach, School of Resource and Environmental Management, Faculty of Environment, Simon Fraser University.

Arrow, K., Solow, R., Portney, P.R., Leamer, E.E., Radner, R., Schuman, H. (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation

Asconit, Biotope, Credoc, Pareto. (2009). Évaluation des services rendus par les écosystèmes en France, Application du Millenium Ecosystem Assessment à la France. Etude exploratoire, MEEDDM.

Barko, J.W., J.D. Madsen et T.D. Wright. (1999). Ecological Effects of Water Level Reductions in the Great Lakes Basin.

Barabé, A.; Bourgeois, J. C.; Trudel, R. (1995). Ecotourism at Lac Saint-Pierre. *Ecodecision* No.15 pp. 91-94.

BCDM Conseil Inc. (2005a). Rapport III : La pêche sportive au lac Saint-Pierre en 2003. Pêche sur la glace : évaluation des retombées économiques. Pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche sur la faune, Québec. 67 p.

BCDM Conseil Inc. (2005b). Rapport IV : La pêche sportive au lac Saint-Pierre en 2003. Pêche en eau libre : évaluation des retombées économiques. Pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche sur la faune, Québec. 89 p.

Berryman, D., S. Primeau, Y. Richard et J. St-Onge, (1996). Le bassin de la rivière Saint-François : état de l'écosystème aquatique et contamination par les substances toxiques – rapport synthèse. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Envirodoq n° EN960256, rapport n° EA-5, 47 p.

Bibeault, J.-F. et D. Rioux. (2004). Sensibilité et vulnérabilité aux variations des 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, 60 pages.

Bonnieux F., Desaignes B. (1998), *Economie et politiques de l'environnement*, Paris, Dalloz.

- Borghi, J. et Jan, S. (2008). Measuring the benefits of health promotion programmes: Application of the contingent valuation method. *Health Policy*, 14 p. Article in Press
- Boxall, P.C. and B. MacNab. (2000). Exploring the preferences of wildlife recreationists for features of boreal forest management: a choice experiment approach. *Canadian Journal of Forest Research* 30(12):1931-1941.
- Boyer, C., D. Chaumont, I. Chartier et A.G. Roy, (2010). Impact of climate change on the hydrology of Saint-Lawrence tributaries. *Journal of Hydrology*, 384 : 65-83.
- Brahic, É. et Terreux, J.-P. (2009). Évaluation économique de la biodiversité : Méthodes et exemples pour les forêts tempérées. Paris, Éditions Quae, 199 p.
- Brander, L.M., Bräuer, I., Gerdes, H., Ghermandi, A., Kuik, O., Markandya, A., Navrud, S., Nunes, P.A.L.D., Schaafsma, M., Vos, H., Wagtendonk, A. (2012) Using Meta-Analysis and GIS for Value Transfer and Scaling Up: Valuing Climate Change Induced Losses of European Wetlands. *Environ Resource Econ* (2012) 52:395–413 DOI 10.1007/s10640-011-9535-1
- Brodeur, P., M. Mingelbier et J. Morin. (2004). Impacts des variations hydrologiques sur les poissons des marais aménagés du Saint-Laurent fluvial. *Le Naturaliste canadien*, 128 (2) :66-77.
- Brooks, R.T. et M. Hayashi (2002). Depth-area-volume and hydroperiod relationships in ephemeral (vernal) forest pools in Southern New England », *Wetlands*, vol. 22, p.247-255.
- Carignan, R. (2004). *Le Lac Saint-Pierre en péril*, Québec Science.
- Cameron, T., G. Poe, R. Ethier, and T. Schulze. (2002). Alternative Non-Market Value-Elicitation Methods: Are the Underlying Preferences the Same? *Journal of Environmental Economics and Management* 44: 391–425.
- Carson, R.T., 1996. Contingent Valuation and Revealed Preference Methodologies: Comparing the Estimates for Quasi-Public Goods. *Land Economics* 72 (1), 80–99.
- Carson, R.T., Flores, N., Meade, N., 2001. Contingent Valuation: Controversies and Evidence. *Environmental & resource Economics* 19 (2), 173-210.
- Carson, R.T. and Groves, T., 2007. Incentive and informational properties of preference questions. *Environmental and Resource Economics* 37 (1), 181-210.
- Casselman, J. M. & C. A. Lewis, (1996). Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 161–174.
- Catling, P.M., Mitrow, G. (2011) The recent spread and potential distribution of *Phragmites australis* subsp. *australis* in Canada. *Canadian-Field Naturalist*, 125, 95–104.
- Centre d'analyse stratégique (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Rapport de travail, 378p.

Chenelière, V., Brodeur, P., Mingelbier, M. (2014) Restauration des habitats du lac Saint-Pierre : un prérequis au rétablissement de la perchaude. *Le Naturaliste canadien*, Volume 138, numéro 2, été 2014, p. 50-61

Christie M, Hanley, N and Hynes S. (2007). Valuing enhancements to forest recreation using choice experiments and contingent behaviour methods. *Journal of Forest Economics*. 13(2), 75-102.)

Collard, A., Villeneuve, F., Dombrowski, P., Couture, R. (2010) Portrait faunique du Centre-du-Québec, Rapport préparé par la Fédération québécoise des Chasseurs et pêcheurs, Région 17, pour la Commission Régionale sur les Ressources Naturelles et le Territoire du Centre-du-Québec

Croley, T.E. (2003). Great Lakes Climate Change Hydrologic Assessment, I.J.C. Lake Ontario — St-Lawrence River Regulation Study, National Oceanic and Atmospheric Administration, Technical Memorandum GLERL-126.

Dansereau, P. (1945). Essai de corrélation sociologique entre les plantes supérieures et les poissons de la beine du lac Saint-Louis. *Revue canadienne de biologie*, 4: 369-417.

Dachary-Bernard J. (2004). Une évaluation économique du Paysage : une application de la méthode des choix multi-attributs aux Monts d'Arrée, *Économie et Statistique*, 373, p. 57-80

De la Chenelière, V, Brodeur, P et Mingelbier, M. (2014). Restauration des habitats du lac Saint-Pierre : un prérequis au rétablissement de la perchaude. *Le naturaliste canadien*, 138(2) : 50-61.

Desjarlais, C., Bourque, A., Décoste, R., Demers, C., Deschamps, P., Lam, K.-H. (2004). S'adapter aux changements climatiques. Ouranos. ISBN 2-923292-00-6

Desgranges, J.-L., J. Ingram, B. Drolet, J. Morin, C. Savage et D. Borcard. (2006). Modeling the bird response to water level changes in the Lake Ontario — St. Lawrence River hydrosystem, *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 113, p. 329-365.

DeShazo, J. R., 2002. "Designing Transactions Without Framing Effects in Iterative Question Formats," *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 43, issue 3, pages 360-385

Direction de la faune et des habitats (DFH) (1998). Lac Saint-Pierre, Québec. Information Sheet on Ramsar Wetlands, Ramsar Information Sheets and maps, (en ligne) <http://sites.wetlands.org/reports/ris/4CA036.html?CFID=3f525c69-b63a-4b19-ae4f-1442e5899a15&CFTOKEN=0>

Doherty, E., Murphy, G., Hynes, S., Buckley, C. (2014). Valuing ecosystem services across water bodies: results from a discrete choice experiment. *Ecosyst Serv* 7:87–97

Dombrowski, P., D. Dolan et D. Leroux, (2000). Étude des fluctuations des niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent : Niveaux printaniers favorisant la sauvagine au lac Saint-Pierre. Faune et Parcs Québec et Environnement Canada, Service canadien de la faune, 78 pages + annexes.

Doyon, B., É. Dallaire, N. Roy, A. Morin et J.-P. Côté. (2004). Estimation des dommages résidentiels consécutifs aux crues du fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada, Service météorologique du Canada, Section Hydrologie, Sainte-Foy. Rapport technique RT-133, 41 pages.

DSS Management consultants Inc. (2010). Technical Report : Valuation of ecological goods and services in Canada's natural resources sectors. Environnement Canada. 43 p.

Dumas, R. et Brodeur, P. (2014). Estimation des coûts de restauration de la zone littorale du lac Saint-Pierre. Communication personnelle, MFFP.

Dupras, J., Revéret, J.P. et He, J. (2013a). L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques : Un guide méthodologique pour une augmentation de la capacité à prendre des décisions d'adaptation. Ouranos, 225.p (http://www.ouranos.ca/media/publication/273_RapportReveret2013.pdf)

Dupras, J., Michaud, C., Charron, I., Mayrand, K., Revéret, J-P. (2013b). Le capital écologique du Grand Montréal : Une évaluation économique de la biodiversité et des écosystèmes de la Ceinture verte. Rapport préparé par le Groupe AGÉCO pour la Fondation David Suzuki et Nature-Action Québec.

Dupras J., Klein B., 2015, « L'intégration des services écosystémiques dans des dispositifs politiques au Québec », in Dupras, J. et Revéret, J.P., Nature et Économie: un regard sur les écosystèmes du Québec, Presses de l'Université du Québec, p. 251-265.

École Polytechnique de Montréal. (2003). Impacts of Water Level Fluctuations in the St. Lawrence River on Water Treatment Plant Operation. Présenté à la Commission mixte internationale, par la Chaire industrielle CRSNG en eau potable, A. Carrière et B. Barbeau, sous la supervision de T. McAuley (CMI) et de D. Pélouin (Communauté métropolitaine de Montréal). 208 pages.

Environnement Canada. (2004). Quand l'Habitat est-il suffisant? Cadre d'orientation pour la revalorisation de l'habitat dans les secteurs préoccupants des Grands Lacs. Deuxième édition.

Environnement Canada, Service canadien de la faune, région de l'Ontario. Downsview, Ontario. 80 p.

Environnement Canada, (1997). Capsules-éclair sur l'état du Saint-Laurent : Le fleuve... en bref. Environnement Canada, Région du Québec, Saint-Laurent Vision 2000, Québec, 104 p.

Fagherazzi, L., R. Guay et T. Sassi (2005). Climate Change Analysis of the Ottawa River System, rapport remis à la Commission mixte internationale — Lake Ontario-St. Lawrence River study on discharge regulation, 72 p.

Farber, S., Costanza, R., Childers, D.J., Erickson, F., Gross, K., Grove, M., Hopkinson, C.S., Kahn, J., Pincetl, S., Troy, A., Warren, P., Wilson, M., 2006. Linking ecology and economics for ecosystem management. *BioScience* 56, 121–133.

Field, B. et N. Olewiler (2011). *Environmental Economics*. 3^e édition, McGraw-Hill.

Fischer, R.A. (2000). Width of riparian zones for birds. EMRRP Technical Notes Collection (TN EMRRP-SI-09), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

FFQ-UPA (2011). Programme de mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole. Bilan des activités 2005-2010. Fondation de la Faune du Québec et Union des Producteurs Agricoles. 44 p. ISBN 978-2-550-61338-1.

Frenette, J.-J., M. Arts, J. Morin, D. Gratton et C. Martin (2006). Hydrodynamic control of the underwater light climate in fluvial Lac Saint-Pierre, *Limnology and Oceanography*, vol. 51, p. 2632-2645.

Gardner Pinfold Consulting. (2003). Final Report. Groupe de travail technique sur la navigation de plaisance et le tourisme. 87 pages et annexes

Genty, A., (2005). Du concept à la fiabilité de la méthode du transfert en économie de l'environnement : un état de l'art. *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, n° 77, p. 5-32.

Gifford, R. (2011) The dragons of inaction: Psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *American Psychologist*, Vol 66(4), 290-302.
<http://dx.doi.org/10.1037/a0023566>

Godmaire, H., Sauvé, L. (2005) Une problématique d'éducation à la santé environnementale au Lac Saint-Pierre – Exploration de la dimension socioculturelle. *Éducation relative à l'environnement* 5, p. 15-32.

Gonzalez, A., Albert, C., Rayfield, B., Dumitru, M., Dabrowski, A., Bennett, E.M., Cardille, J., Lechowicz, M.J. (2013) Corridors, biodiversité, et services écologiques: un réseau écologique pour le maintien de la connectivité et une gestion résiliente aux changements climatiques dans l'Ouest des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ouranos, Montréal.

Groupe conseil Genivar inc. (2005). Étude des impacts socioéconomiques : La sauvagine en migration dans le Québec méridional, particulièrement la Grande Oie des neiges et la Bernache du Canada. Environnement Canada, 63 pages et annexes.

Gunduz, N. et Torsney, B. (2006). Some advances in optimal designs in contingent valuation studies. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 136, pp. 1153-1165.

Haab, T.C., McConnell, K.E. (2002). *Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-market Valuation*. Edward Elgar, Northampton, MA.

Hall, N.D., B.B. Stuntz, and L. Schweiger. (2007). Climate Change and Great Lakes Water Resources. Report by the National Wildlife Federation. Available at http://online.nwf.org/site/DocServer/Climate_Change_and_Great_Lakes_Water_Resources_Report_FI.pdf?docID=2442.

Hall C., McVittie A., Moran D. (2004) What does the public want from agriculture and the countryside? A review of evidence and methods, *Journal of Rural Studies*, vol. 20, p. 211–225.

Hanewinkel, M., Cullman, D.A., Scelhaas, M.J., Nabuurs, G.J., Zimmermann, N.E. (2013) Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change* 3, 203–207. doi:10.1038/nclimate1687

Hartmann, H. C. (1990). Climate change impacts on Laurentian Great Lakes levels. *Climatic Change*, 17, 49-67.

He, J., Moffette, F., Fournier, R., Revéret, J.P., Théau, J., Dupras, J., Boyer, J.P., Varin, M. (2015) Meta-Analysis for the Transfer of Economic Benefits of Ecosystem Services Provided by Wetlands within Two Watersheds in Quebec, Canada. *Wetland Ecology and Management* 23 (4) : 707-725.

He, J., Reveret, J-P., Moffette, F., Boyer, J-P. et Dupras, J. (2013). Utilisation d'une méta-analyse pour le transfert de bénéfices : étude de cas des milieux humides des bassins versants des rivières Yamaska et Bécancour. In : Dupras et al. (dir.). *L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques : Un guide méthodologique pour une augmentation de la capacité à prendre des décisions d'adaptation*. Ouranos, 225.p

He, J., Dupras, J. et Poder, T. (2014). The Value of Wetlands in Quebec: a comparison between Contingent Valuation and Choice Experiment. Communication présentée lors du 5th World Congress of Environment and Natural Resource Economics, Istanbul, Turquie.

Hernandez M., P. Charland, J. Nolet et M. Arès, 2007. Potentiel de séquestration du carbone par des pratiques agroforestières dans le bassin versant de la rivière L'Ormière au Québec. Préparé pour le Programme d'atténuation des gaz à effet de serre pour le secteur agricole canadien, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa, ON , 58 p

Huard, D. (2015). Étude économique régionale des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques : le fleuve Saint-Laurent. Ouranos, 40p.

Hudon, C. (2004) Shift in wetland composition and biomass following low-level episodes in the St. Lawrence River: looking into the future. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61, 603–617.

Hudon, C. (1997). Impact of water-level fluctuations on St. Lawrence River aquatic vegetation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54 : 2853-2865.

Hudon, C., J.-P. Amyot et C. Plante. (2003a). Répartition verticale des communautés de plantes aquatiques en fonction des variations de niveau du Saint-Laurent. Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique remis à la Commission mixte internationale.

Hudon, C., Armellin, A., Gagnon, P., Patoine, A., 2010. Variations of water temperature and level in the St. Lawrence River (Quebec, Canada): effects on three common fish species. *Hydrobiologia* 647, 145–161.

Hudon, C. and R. Carignan. (2008). Cumulative impacts of hydrology and human activities on water quality in the St. Lawrence River (Lake Saint-Pierre, Quebec, Canada). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 65 (6): 1165-1180.

Hudon, C., P. Gagnon, C. Vis, J.-P. Amyot et D. Rioux. (2003b). Models for Submerged Vegetation and Related Environmental Changes Induced by Discharge (Water Level) Variations in the St. Lawrence River (Québec, Canada). Rapport présenté à la Commission mixte internationale dans le cadre de l'Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent par le Groupe de travail technique sur l'environnement.

Huff, A. and Thomas, A. (2014). Lake Superior Climate Change Impacts and Adaptation. Prepared for the Lake Superior Lakewide Action and Management Plan – Superior Work Group.

Huggins K., J.-J. Frenette et M.T. Arts. (2004) « Nutritional quality of biofilms with respect to light regime in Lake Saint-Pierre (Québec, Canada) », *Freshwater Biology*, vol. 49, p. 945-959.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policy Makers. World Meteorological Organisation, Geneva.

Jean, M. et G. Létourneau. (2011). Changements dans les milieux humides du fleuve Saint-Laurent de 1970 à 2002. Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau, Rapport technique no 511. Montréal, Québec. 302 p.

Johnston, R.J. et Thomassin, P.J., (2010). Willingness to pay for water quality improvements in the United States and Canada: Considering possibilities for international meta-analysis and benefit transfer. *Agricultural and Resource Economics Review*, vol. 39, n° 1, p. 114-131.

Kling, G.W., K. Hayhoe, L.B. Johnson, J.J. Magnuson, S. Polasky, S.K. Robinson, B.J. Shuter, M.M. Wander, D.J. Wuebbles et D.R. Zak, (2003). Confronting Climate Change in the

Gazette du Canada (2015). Décret déclarant que le règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées ne s'applique pas au Québec. Disponible au : <http://gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2015/2015-03-21/html/reg3-fra.php>, consulté le 23 août 2015.

Gazette du Canada (2010). Résumé de l'étude d'impact de la réglementation. Disponible au : <http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2010/2010-03-20/html/reg1-fra.html>, consulté le 23 août 2015.

Great Lakes Region, Impacts on Our Communities and Ecosystems, The Union of Concerned Scientists et The Ecological Society of America, 104 p.

Kort, H., M. Collins et D. Ditsch, (1998). A review of soil erosion potential associated with biomass crops. *Biomass and Bioenergy*, 14 : 351-359.

Lancaster, K., (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economics* 74, 217-231.

Langlois, C., Lapierre, L., Léveillé, M., Turgeon, P., et Ménard, C. (1992). Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du lac Saint-Pierre, Rapport technique, Zone d'intérêt prioritaire n°11, 236 p.

Lantz, V., Boxall, P., Kennedy, M. and Wilson, J. (2010) Valuing Wetlands in Southern Ontario's Credit River Watershed: a Contingent Valuation Analysis. The Pembina Institute and Credit Valley Conservation

Lefavre, D. (2005). Effet des changements climatiques sur les niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent entre Montréal et Québec, Projections pour les années 2050, rapport préparé pour le Comité de concertation navigation du Plan d'action Saint-Laurent phase 4, Institut Maurice-Lamontagne, Direction des Sciences océaniques, 34 p.

Lessard, M., (1991). Analyse multidimensionnelle et discontinuités spatiales des communautés de poissons du lac Saint-Pierre et de l'archipel de Sorel. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en Sciences de l'Environnement, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, 220 p.

Lindhrem, H. and S. Navrud. 2011. Are Internet Surveys an Alternative to Face-to-Face Interviews in Contingent Valuation? *Ecological Economics* 70: 1628-1637.

List, J.A., Gallet, C.A., 2001. What Experimental Protocol Influence Disparities between Actual and Hypothetical Stated Values? Evidence from a Meta-Analysis. *Environmental & resource Economics* 20 (3), 241-54.

Little, J., Berrens, R., 2004. Explaining Disparities between Actual and Hypothetical Stated Values: Further Investigation Using Meta-Analysis. *Economics Bulletin* 3 (6), 1-13.

Loomis, J.B. (1987). Balancing Public Trust Resources of Mono Lake and Los Angeles' Water Right. *Water Resources Research* 23(4):1449-1456.

Limoges, B. (2009). Biodiversité, services écologiques et bien-être humain. *Le naturaliste canadien*, vol. 133, n° 2, p. 15-19.

Lin, C.H., R.N. Lerch, R.J. Kremer, H.E. Garrett et M.F. Georges, (2007). Stimulated rhizodegradation of atrazine by selected plant species. Dans : Actes du congrès – 10e Congrès nord-américain d'agroforesterie, Québec, QC, 10-13 juin 2007, AFTATA, p. 95-105.

Lofgren, B.M., Quinn, F.H., Clites, A.H., Assel, R.A., Eberhardt, A.J., Luukkonen, C.L., (2002). Evaluation of potential impacts on Great Lakes water resources based on climate scenarios of two GCMs. *J. Great Lakes Res.* 28, 537–554.

Longfield, S. A. & Macklin, M. G. (1999) The influence of recent environmental change on flooding and sediment fluxes in the Yorkshire Ouse basin. *Hydrol. Processes* 13, 1051–1066.
Lucas, M.C. et E. Baras. (2001). *Migration of Freshwater Fishes*. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK.

Luce, R.D., (1959). *Individual Choice Behavior: a Theoretical Analysis*. Wiley, New York.

MAPAQ (2013). Prime-vert 2013-2018. Disponible au : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/estrie/journal/novembre2013/Pages/Prime-Vert2013-2018.aspx>, consulté le 23 août 2015.

Marchand, D., Sanderson, M., Howe, D. et Alpaugh, C. (1988). Climatic Change and Great Lakes Levels: The Impact on Shipping, *Climatic Change*, 12:107-133.

Martin, D., D. Bélanger, P. Gosselin, J. Brazeau, C. Furgal et S. Déry. (2005). Les changements climatiques, l'eau potable et la santé humaine au Nunavik : stratégies d'adaptation, rapport préparé pour le Fonds d'action pour le changement climatique, projet A563, 80 p.

Massé, G. et J.-R. Mongeau. (1974). Répartition géographique des poissons, leur abondance relative et bathymétrie de la région du lac Saint-Pierre. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec. District de Montréal, Service de l'aménagement de la faune. Rapport technique 06-01.

McBean, E. and H. Motiee. (2008). Assessment of impact of climate change on water resources: a long term analysis of the Great Lakes of North America. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 12:239-255.

McFadden, D., (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour. In: Zarembka, P. (Ed.), *Frontiers of Econometrics*. Academic Press, London, pp. 105-142.

McPherson, M., C. Nielsen et K. Proudlock. (2009). Élaboration de normes de niveau 1 (normes généralisées fondées sur l'habitat) pour les écozones des régions agricoles du Canada. Rapport de synthèse no 3 de l'Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales. Environnement Canada. Gatineau, Québec. 152 p.

MDDEFP (2012). Étude d'impact économique portant sur le projet de règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées. Disponible au : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/ouvrages-municipaux/etude-econo20121112.pdf>, consulté le 23 août 2015.

Millenium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. In MEA. Millenium Ecosystem Assessment. <http://www.maweb.org/documents/document.356.aspx.pdf>.

Mingelbier, M. et Douguet, T. (1999). Répertoire-synthèse des aménagements fauniques de la plaine inondable du lac Saint-Pierre, Direction de la faune et des habitats, Société de la faune et des parcs du Québec, Québec, 85 p.

Mingelbier, M. et J. Morin. (2005). Modélisation numérique 2D de l'habitat des poissons du Saint-Laurent fluvial pour évaluer l'impact des changements climatiques et de la régularisation. *Le Naturaliste canadien*, 129 : 96-102.

Mingelbier, M., Trencia, G., Dumas, R., Dumas, B., Mailhot, Y., Bouchard, C., Manolesco, D.C. Brodeur, P., Hudon, C. et Ouellette, G. (2001). Avis scientifique concernant la mortalité massive des carpes dans le Saint-Laurent durant l'été 2001, Société de la faune et des parcs du Québec, Ministère de l'Environnement du Québec, Biodôme de Montréal, Environnement Canada, 22 p.

Mingelbier, M., Reyjol, Y., Dumont, P., Mailhot, Y., Brodeur, P., Deschamps, D. et Côté, C. (2008). Les communautés de poissons d'eau douce dans le Saint-Laurent, fiche synthèse Plan Saint-Laurent, 2e éd., ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 8 p.

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEF) (2013). Le Lac Saint-Pierre, un joyau à restaurer. Gouvernement du Québec.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2015). Stratégie d'intervention pour l'avenir du Lac Saint-Pierre. Disponible au : www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/lac-st-pierre/

Mitchell, R.C. et Carson, R.T. (1989). Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Publié par Resources for the Future, Wahington D.C., USA.

Monette S., A.D. Dallaire, M. Mingelbier, D. Groman, C. Uhland, J.-P. Richard, G. Paillard, L.M. Johannson, D.P. Chivers, H.W. Ferguson, F.A. Leighton et E. Simko. (2006) « Massive mortality of common carp (*Cyprinus carpio carpio*) in the St. Lawrence River in 2001: Diagnostic investigation and experimental reproduction of a lymphocytic encephalitis », *Veterinary Pathology*, vol. 43, p. 302-310.

Morin, J. et A. Bouchard (2000). Les bases de la modélisation du tronçon Montréal /Trois-Rivières. Rapport scientifique SMC-Hydrométrie RS-100. Environnement Canada, Sainte-Foy, 56 p.

Mortsch, L.D. (1998). Assessing the impact of climate change on the Great Lakes shoreline wetlands. *Climate Change* 40: 391–416.

Mortsch, L.D., Quinn, F.H., (1996). Climate change scenarios for Great Lakes Basin ecosystem studies. *Limnol. Oceanogr.* 41, 903–911.

Moy, P., G. Clark, D. Hart, D. Mickelson, A. Luloff, K. Angel, K. Barrett, C. Wu, and S. Boldt. (2010). Coastal Communities Working Group Report. Wisconsin Initiative on Climate Change Impacts.

Municonsult (2002a). plan directeur de développement écotouristique de la réserve mondiale de la biosphère du lac-saint-pierre, Réserve mondiale de la biosphère du lac Saint-Pierre,

MRNF (2008). Le PCHE au Québec. Bilan 1987-2007. 20 ans de partenariats au profit de la sauvagine et de la biodiversité. ISBN 978-2-923725-03-1.

MRNF (2008). Le PCHE au Québec. Bilan 1987-2007. 20 ans de partenariats au profit de la sauvagine et de la biodiversité. ISBN 978-2-923725-03-1.

Municonsult (2002b). Réserve de la biosphère du lac Saint-Pierre, habitats, ressources fauniques et exploitation, Réserve mondiale de la biosphère du lac Saint-Pierre, Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, [en ligne], http://www.biospherelac-st-pierre.qc.ca/content/PDF/section_documentation/plan_directeur/ANNEXE5.pdf.

Murphy, J.J., Allen, P.G., Stevens, T.H., Weatherhead, D., 2005. A Meta- Analysis of Hypothetical Bias in Contingent Valuation. *Environmental & resource Economics* 30 (3), 313-25.

Nicholls RJ (2004) Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: changes under the SRES climate and socio-economic scenarios. *Glob Environ Chang* 14:69–86.

Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, [en ligne], <http://www.biospherelac-st-pierre.qc.ca/content/index.html>

Ouellet, V., M. Mingelbier, A. Saint-Hilaire et J. Morin, (2010). Frequency analysis as a tool for assessing adverse conditions during a massive fish kill in the St. Lawrence River, Canada. *Water Quality Research Journal of Canada*, 45 : 47-57.

Ouranos (2010). Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques. Guide destiné au milieu municipal québécois, Montréal (Québec), 48 p.

Ouranos (2015). Vers l'adaptation aux changements climatiques : stratégies d'adaptation. Disponible au : <http://adaptation.ouranos.ca/fr/adaptation/vulnerabilites-impacts/ecosystemes-et-biodiversite/adaptation/>

Pascal, M. (2010). Impacts sanitaires du changement climatique en France – Quels enjeux pour l'InVS ? Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, 54 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr

Pattison, J., Boxall, P.C. and Adamowicz, W.L. (2011). The Economic Benefits of Wetland Retention and Restoration in Manitoba. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, vol. 59, n° 2, p. 223-244.

Payne, B.A. et M. Lapointe. (1997). Channel morphology and lateral stability: Effects on distribution of spawning and rearing habitat for Atlantic salmon in a wandering cobble-bed river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54 : 2627-2636.

Picard, M-C. (2013). Impacts des changements climatiques sur les Premières Nations du Québec. Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador

Poder T.G. et Réveret J-P. L'analyse coûts-avantages et la prise de décision publique. In J. Dupras et J-P. Réveret « Nature et économie: Un regard sur les écosystèmes du Québec ». Chapitre 12. Presse de l'Université du Québec. ISBN 978-2-7605-4223-5.

Post, W. (1998). Reproduction of Least bittern in a managed wetland. *Colonial Waterbirds*, 21 (2) : 268-273.

Potoglou, D., P. S. Kanaroglou and N. Robinson. 2012. Evidence on the comparison of telephone and internet surveys for respondent recruitment. *The Open Transportation Journal*. 2012, 6: 11-22.

Prowse, T.D. et M. Conly (éd.). (1996). Impacts of Flow Regulation on the Aquatic Ecosystem of the Peace and Slave Rivers. Northern River Basins Study, Edmonton, Alberta. Northern River Basins Study Synthesis Report No. 1, 168 pages.

Reveret, J.-P., Charron, I. et St-Arnaud, R. M. (2008). Réflexions sur les méthodes d'estimation de la valeur économique des pertes d'habitats fauniques. Québec, Groupe Agéco pour le

ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction du développement socio-économique, des partenariats et de l'éducation, 54 p.

Rissling, L. (1996). The causes and impacts of 1980s high and low water levels on the tourism and recreation sector of Lake Huron and Lake Erie. In L. Mortsch & B. Mills (eds.) Great Lakes - St. Lawrence Basin Project Progress Report #1 Adapting to the impacts of climate change and variability. Burlington, Ontario: Environment Canada, 94-97

Sanders, L., R. Walsh and J. Loomis. (1990). Toward Empirical Estimation of the Total Value of Protecting Rivers. Water Resources Research, Vol 26

Sanderson, M. (1987). Répercussions d'un changement de climat sur la navigation et la production d'électricité dans les Grands Lacs. Sommaire du changement climatique SCC 87-03, Environnement Canada, Ottawa (Ont.), 20 p.

Schindler, D., Bayley, S., Parker, B., Beaty, K., Cruikshank, D., Fee, E., Schindler, E. et Stainton, M. (1996). The effects of climatic warming on the properties of boreal lakes and streams at the Experimental Lakes Area, northwestern Ontario, Limnology and Oceanography, 41(5):1004-1017.

Schlosser, I.J. (1998). Fish recruitment, dispersal, and trophic interactions in a heterogeneous lotic environment. OEcologia, 113 : 260-268.

Shindell, D, Kuylenstierna, JCI, Faluvegi, G, Milly, G, Emberson, L, Hicks, K, Vignati, E, Van Dingenen, R, Janssens-Maenhout, G, Raes, F, Pozzoli, L, Amann, M, Klimont, Z, Kupiainen, K, Höglund-Isaksson, L, Anenberg, SC, Muller, N, Schwartz, J, Streets, D, Ramanathan, V, Oanh, NTK, Williams, M, Demkine, V & Fowler, D (2012) Simultaneously mitigating near-term climate change and improving human health and food security. Science, vol 335, no. 6065, pp. 183-189., 10.1126/science.1210026

Shlozberg, R., Dorling, R., Spiro, P. (2014). Low Water Blues An Economic Impact Assessment of Future Low Water Levels in the Great Lakes and St. Lawrence River. Council of the Great Lakes Region and Mowat Centre Ontario's Voice on Public Policy

Souchon, Y., F. Trocherie, E. Fragnoud et C. Lacombe. (1989). Les modèles numériques des microhabitats des poissons : application et nouveaux développements. Revue des sciences de l'eau, 2 : 807-830.

Steen, D. et J.P. Gibbs. (2002). Interactions among waterbird diversity, wetland characteristics and water-level management in the Lake Ontario–St. Lawrence River region. State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, New York, USA. Rapport non publié.

Stern, N., 2007. The economics of climate change: The Stern review. Cambridge University Press, ISBN: 9780521700801

Talbot, André (dir.). (2006). Enjeux de la disponibilité de l'eau pour le fleuve Saint-Laurent – Synthèse environnementale. Environnement Canada, Montréal

TEEB (2010). L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité : Intégration de l'Économie de la nature. Unesynthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB. In

Programme des Nations Unies pour l'environnement. Programme des Nations Unies pour l'environnement. http://www.unep.org/pdf/TEEB_FR.pdf (Page consultée le 11 septembre 2012).

Thibault, A., (2008). Comité consultatif conjoint pour la gestion des stocks de poissons au lac Saint-Pierre (CCCGP): bilan et recommandations. 45 p.

Timmerman, P. et A. Grima (1988). Les perspectives économiques liées aux répercussions de la variabilité et du changement climatique : rapport sommaire, Sommaire du changement climatique SCC 88-04, Environnement Canada, Ottawa (Ont.), 7 p.

Tougas-Tellier, M.-A., J. Morin, D. Hatin et C. Lavoie. (2013). Impacts des changements climatiques sur l'expansion du roseau envahisseur dans les frayères du fleuve Saint-Laurent, Québec, 53 p.

Train, K., (1998). Recreation demand models with taste differences over people. *Land Economics* 74 (2), 230-240.

Tyndall, J. et J. Coletti, 2000. Air quality and shelterbelts : odour mitigation and livestock production : a literature review, Final project report. USDA National Agroforestry Center Project #4124-4521-48-3209, Lincoln, NE , 74 p.

UK National ecosystem assessment (UK NEA) (2011). Synthesis of the Key Findings. Information Press, Oxford, [En ligne].
<http://uknea.unepwcmc.org/Resources/tabid/82/Default.aspx>.

UNESCO (2000), Réserve de biosphère du lac Saint-Pierre, Formulaire de proposition de réserve de biosphère, 75 pp. [en ligne],
http://www.biosphereresearch.ca/bibliography_for_UNESCO.htm.

Vossler, C.A., Doyon, M., Rondeau, D., 2012. Truth in Consequentiality: Theory and Field Evidence on Discrete Choice Experiments. *American Economic Journal: Microeconomics* 4 (4), 145-171.

Walther, G.-R., E. Post, P. Convey, A. Menzel, C. Parmesan, T.J.C. Beebee, J.-M. Fromentin, O. Hoegh-Guldberg et F. Bairlein. (2002). « Ecological responses to recent climate change ». *Science*, 416 : 389-395.

Warren, R., VanDerWal, J., Price, J., Welbergen, J.A., Atkinson, I., Ramirez-Villegas, J., Osborn, T.J., Jarvis, A., Shoo, L.P., Williams, S.E., Lowe, J. (2013). Quantifying the benefit of early climate change mitigation in avoiding biodiversity loss. *Nature Climate Change* 3, 678–682. doi:10.1038/nclimate1887

Watson, D., Adamowicz, W.L., Boxall, P.C. (1993). An Economic Analysis of Recreational Fishing and Environmental Quality Changes in the Upper Oldman River Basin. Project Report 93-01. Department of rural economy, University of Alberta. Edmonton, Alberta. 77 p.

Wattage P, Mardle S (2008) Total economic value of wetland conservation in Sri Lanka identifying use and non-use values. *Wetlands Ecology and Management* 16 (5): 359-369.

Webster, A., Gagnon-Lebrun F., Desjarlais C., Nolet J., Sauvé C., Uhde S. (2008). L'évaluation des avantages et des coûts de l'adaptation aux changements climatiques. Rapport préparé pour Ouranos.

Welcomme, R.L. (1979). Fisheries Ecology of Floodplain Rivers. Longman Inc., New York.

Withey, P. and G.C. van Kooten, 2012. The Effect of Climate Change on Wetlands and Waterfowl in Western Canada: Incorporating Cropping Decisions into a Bioeconomic Model, *Natural Resource Modeling*, 26 (3): 305-330.

Wilcox, D.A., T.A. Thompson, R.K. Booth, and J.R. Nicholas. (2007). Lake-Level Variability and Water Availability in the Great Lakes: U.S. Geological Survey Circular 1311.

Wilson, S. (2008). Lake Simcoe Basin's Natural Capital: The Value of the Watershed's Ecosystem Services. Report Submitted to David Suzuki Foundation The Friends of the Greenbelt Foundation & The Lake Simcoe Region Conservation Authority

Annexe 1. Questionnaire destiné à la population générale

Enquête sur la valeur économique des écosystèmes et de la pêche au Lac Saint-Pierre

(Version population générale)

BIENVENUE et MERCI POUR VOTRE INTÉRÊT

Ce questionnaire veut connaître votre intérêt pour la préservation **des services écosystémiques²⁵ et de la pêche au Lac Saint-Pierre**. Ces services correspondent à ceux rendus par la nature, tels que la régulation des crues, la purification de l'eau, le contrôle de l'érosion, etc. Ces services sont actuellement menacés par plusieurs problèmes de pollutions (municipales, agricoles, etc.). De plus, les changements climatiques risquent d'accentuer leurs dégradations dans les prochaines décennies. Ainsi des mesures d'adaptation doivent être prises rapidement pour assurer le bon fonctionnement de l'écosystème du Lac Saint-Pierre.

Cette étude est financée par Ressources Naturelles Canada et le Consortium Ouranos, un organisme dédié à la recherche sur les changements climatiques.

Ce questionnaire est divisé en 3 sections et le temps nécessaire pour y répondre est d'environ 15-20 minutes. Nous vous remercions pour votre collaboration. Vos réponses demeureront anonymes. Les informations recueillies dans le cadre de cette étude ne serviront qu'à des fins scientifiques. Les données obtenues seront détruites 10 ans après la fin de cette étude. Vous êtes libre de vous retirer de cette étude en tout temps. Par contre, une fois le questionnaire soumis, il ne sera plus possible de se retirer, car aucune information permettant de vous identifier n'aura été recueillie.

Pour toute question ou commentaire, vous pouvez contacter l'équipe de recherche au 1-819-821-8000 ou au numéro sans frais 1-800-267-8337 poste 62360 ou jie.he@usherbrooke.ca

Le Comité d'éthique de la recherche Lettres et sciences humaines de l'Université de Sherbrooke a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi. De plus, il approuvera au préalable toute révision et toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement, ainsi qu'au protocole de recherche.

Vous pouvez parler de tout problème éthique concernant les conditions dans lesquelles se déroule votre participation à ce projet avec l'équipe du projet ou expliquer vos préoccupations à M. Olivier Laverdière, président du Comité d'éthique de la recherche Lettres et sciences humaines, en communiquant par l'intermédiaire de son secrétariat au numéro suivant : 1-800-267-8337 poste 62644, ou par courriel à : cer_lsh@USherbrooke.ca.

²⁵ Les services écosystémiques réfèrent aux bénéfices que soutirent les sociétés humaines de la nature. C'est un concept relativement récent qui vise à concevoir les écosystèmes en une série d'attributs, vecteurs de bien-être, qui rendent la vie possible à l'être humain (Boyd et Banzhaf, 2005).

CONSENTEMENT:

Le fait de répondre au questionnaire constitue un consentement libre à participer au projet de recherche.

Il est important que vous répondiez à toutes les questions en y **exprimant votre point de vue.**
Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse !

INTRODUCTION

Avant de commencer, veuillez répondre à ces trois questions de base concernant le Lac Saint-Pierre

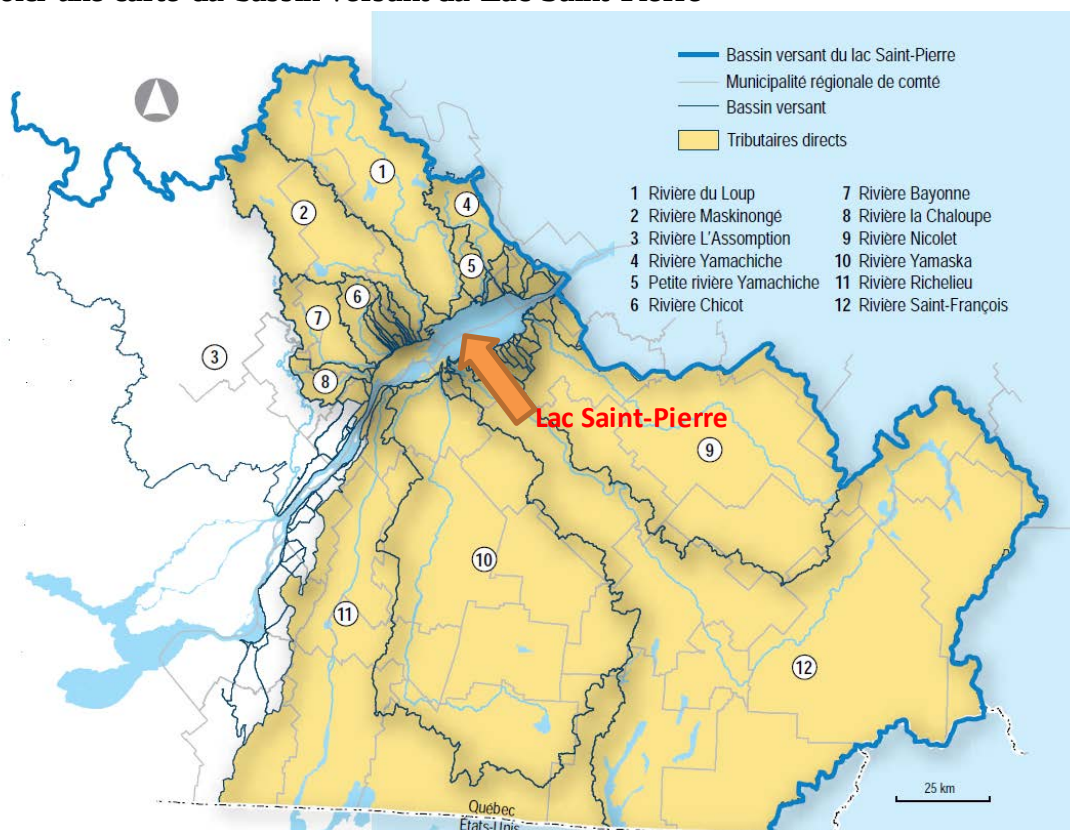
Connaissez-vous le Lac Saint-Pierre ?

- ☐ Non, c'est la première fois que j'entends parler de ce lac.
- ☐ Oui, j'en ai déjà entendu parler, mais je ne l'ai jamais visité
- ☐ Oui, je le connais et je l'ai déjà visité dans le passé
- ☐ Oui, je le connais très bien et je le visite fréquemment

Voici une courte introduction sur le Lac Saint-Pierre

Le Lac Saint-Pierre, situé entre les villes de Sorel-Tracy et de Trois-Rivières, est le dernier élargissement majeur du fleuve Saint-Laurent avant son estuaire. Le Lac Saint-Pierre occupe une superficie de 480 km². On y observe une profondeur dépassant rarement 3 m sauf dans le chenal maritime en son centre où elle atteint 11,3 m. Le Lac Saint-Pierre est la plus vaste plaine d'inondation en eau douce au Québec, près de 50 % des milieux humides du Saint-Laurent s'y trouvent. Près de 75% de la population québécoise habite dans le grand bassin versant du Lac Saint-Pierre, dont le tiers (soit 1,9 millions de personnes) peuple les bassins versants des rivières qui s'y jettent.

Voici une carte du bassin versant du Lac Saint Pierre



Source : MDDEFP, 2013

Selon vous, quelles sont les activités pratiquées au Lac Saint-Pierre ?

(Plusieurs réponses possibles)

- A. De la navigation : le chenal au milieu du Lac Saint-Pierre fait partie de la voie de transport maritime du fleuve Saint-Laurent
- B. Des productions agricoles dans les plaines inondables (maïs, soya, etc.)
- C. L'observation d'oiseaux
- D. La pêche en eau libre (avril à octobre) et la pêche sur glace (décembre à mars)
- E. La randonnée pédestre/le cyclisme aux abords du lac
- F. Des sports aquatiques (baignade, voile, canoë, kayak, etc.)
- G. La cueillette de champignons, fruits sauvages et autres produits comestibles aux abords du lac
- H. Du camping, de la villégiature près du lac
- I. Chasse (sauvagine, chevreuil...)
- J. Piégeage (rat musqué, raton laveur...)
- K. Pêche commerciale
- L. Sports nautiques motorisé (incluant Ski-nautique)
- I. Je ne connais pas assez bien le lac Saint-Pierre
- J. Autre(s), précisez :

Le Lac Saint-Pierre fournit à la population qui habite aux alentours et dans les bassins versants concernés une vaste gamme des services écosystémiques, tels que la purification de l'eau, le contrôle de l'érosion des rives, la production de nourriture, de jolis paysages, etc. Certains écosystèmes sont également sources de loisirs et apportent de l'emploi et des revenus dans le secteur touristique. En dehors de ses nombreuses pourvoiries, cette région compte également un refuge d'oiseaux migrateurs (Nicolet) ainsi qu'une réserve écologique (Marcel-Léger).





Saviez-vous que le Lac Saint-Pierre est reconnu comme une zone humide d'importance au niveau international ?

- A. Oui, je le savais
- B. Non, je ne savais pas

En 1999, le Lac Saint-Pierre a été reconnu zone humide d'importance internationale selon la convention Ramsar et en 2001 il a été identifié comme Réserve Mondiale de la Biosphère par l'UNESCO. Le Lac Saint-Pierre est situé en plein centre d'un couloir majeur de migration. La diversité des milieux (plaine inondable, eau libre, marais, marécages, îles, milieux agricoles et forestiers) en fait un site exceptionnel où 288 espèces d'oiseaux, soit 72 % des espèces d'eau douce du Québec, ont été observées dont 168 qui nichent dans la région du lac Saint-Pierre. De même, 79 espèces de poissons sont présentes, dont le Chevalier cuivré, anciennement Suceur cuivré, qui n'existe qu'au Québec. Le littoral du Lac Saint-Pierre abrite également 67 espèces fauniques et floristiques considérées comme sensibles.



PREMIÈRE SECTION :

VOTRE OPINION SUR L'ENVIRONNEMENT

1. Quelles actions bénéfiques pour l'environnement pratiquez-vous, et à quelle fréquence ?

Actions environnementales	Jamais	Rarement <u>< 5 fois par an</u>	A l'occasion <u>5-10 fois par an</u>	Souvent <u>≥10 fois par an</u>	Toujours <u>Presque chaque semaine</u>
Recyclage	0	0	0	0	0
Compostage	0	0	0	0	0
Économie d'eau (toilette à faible consommation d'eau, jet de douche à faible débit, etc.)	0	0	0	0	0
Mode de transport moins polluant (co-voiturage, transport en commun, vélo, etc.)	0	0	0	0	0
Efficacité énergétique (chauffage contrôlé, ampoules fluorocompactes, isolation, etc.)	0	0	0	0	0
Don à un organisme environnemental	0	0	0	0	0
Achat de produits locaux	0	0	0	0	0

2. Parmi les activités suivantes, lesquelles pratiquez-vous et à quelle fréquence?

ACTIVITES EN NATURE	Jamais	Rarement <u>< 5 fois/an</u>	A l'occasion <u>5-10 fois /an</u>	Souvent <u>>10 fois /an</u>	Toujours <u>Presque chaque semaine</u>
Randonnée en nature (marche, raquette, ski de fond, etc.)	0	0	0	0	0
Observation de la nature (oiseaux, etc.)	0	0	0	0	0
Chasse	0	0	0	0	0
Piégeage	0	0	0	0	0
Cyclisme	0	0	0	0	0
Motoneige ou VTT	0	0	0	0	0
Pêche (en eaux libres et/ou sur glace)	0	0	0	0	0
Baignade et/ou plongée dans les lacs et rivières	0	0	0	0	0
Canoë, kayak, bateau non motorisé, kite-surf, etc.	0	0	0	0	0
Bateau motorisé (incluant ski nautique)	0	0	0	0	0
Autres, veuillez préciser	0	0	0	0	0

3. Avez-vous déjà pratiqué ces activités au Lac Saint-Pierre ?

ACTIVITÉS EN NATURE	Jamais	Rarement < 5 fois par an	A l'occasion 5-10 fois par an	Souvent >10 fois par an	Toujours Presque chaque semaine
Randonnée en nature (marche, raquette, ski de fond, etc.)	O	O	O	O	O
Observation de la nature (oiseaux, etc.)	O	O	O	O	O
Chasse	O	O	O	O	O
Piégeage	O	O	O	O	O
Cyclisme	O	O	O	O	O
Motoneige ou VTT	O	O	O	O	O
Pêche (en eaux libres et/ou sur glace)	O	O	O	O	O
Baignade et/ou plongée dans les lacs et rivières	O	O	O	O	O
Canoë, kayak, bateau non motorisé, kite-surf, etc.	O	O	O	O	O
Bateau motorisé (incluant ski nautique)	O	O	O	O	O
Autres, veuillez préciser	O	O	O	O	O

4. Combien de fois avez-vous visité le Lac Saint-Pierre pendant les derniers 12 mois ? (une visite = un déplacement de votre résidence au lac Saint Pierre, résidences principale et secondaire confondues)

A. Environ _____ fois

B. Je n'ai pas visité le lac Saint Pierre dans les 12 derniers mois → allez à la question 9

C. Je ne me souviens plus → allez à la question 9

5. Pourriez-vous indiquer la durée de votre dernière visite au Lac Saint-Pierre (la durée= le temps entre le moment où vous quittez votre résidence et le moment où vous y revenez) ?
_____ jour(s)

6. Vous étiez _____ personnes, dont _____ enfants et _____ adultes.

7 Vous étiez

A. En famille

B. Avec des amis

8. Indiquez, svp, dans le tableau suivant les dépenses liées à votre dernière visite (tous les membres du groupe confondus)

Item	Dépenses (en \$)
Frais de transport (essence, location de	

voiture, péage, stationnement, mise à l'eau, etc.)	
Nourriture (épicerie, restaurant, boissons etc.)	
Hébergement (hôtel, motel, location de chalet, camping, autres)	
Matériel/équipements	
Achat de droit d'accès/permis/forfait	
Autres dépenses, précisez _____	
Total	(qui se calcule automatiquement)

9. Avez-vous déjà entendu parler des problèmes de détérioration du Lac Saint-Pierre (pollution, érosion des rives, espèces de poisson/oiseaux en situation précaire, cyanobactéries, etc.) ces dernières années ?

- A. Oui, j'en ai entendu parler
- B. Oui, je l'ai même vécu personnellement
- C. Non, je n'en ai pas entendu parler

10. Selon vous, ces problèmes environnementaux sont :

- A. Très préoccupants
- B. Préoccupants
- C. Un peu préoccupants
- D. Pas du tout préoccupants
- E. Je ne sais pas

11. Avez-vous entendu parler des effets potentiels des changements climatiques au Québec?

- A. Oui, j'en ai entendu parler
- B. Non, je n'en ai pas entendu parler

12. Selon vous, globalement ces effets dus aux changements climatiques sont :

- A. Positifs pour le Québec
- B. Neutres pour le Québec
- C. Négatifs pour le Québec
- D. Je ne sais pas
- E. Je ne crois pas à l'histoire des changements climatiques

13. Selon vous, qui peut le plus contribuer à une amélioration de la situation en matière d'environnement ?

(Maximum 3 choix avec l'ordre d'importance)

Ordre d'importance (1=le plus important, 3=le moins important)	Vos choix
1	
2	

3	
---	--

- A. Les gouvernements
- B. Les entreprises
- C. Les organismes sans but lucratif
- D. Les individus comme vous
- E. Aucun
- F. Je ne sais pas

DEUXIÈME SECTION: LE FUTUR DU LAC SAINT-PIERRE

L'écosystème du Lac Saint-Pierre est profondément affecté par les activités humaines. Bien que la qualité de l'eau se soit largement améliorée depuis les années 80, la moitié des bassins versants du Lac Saint-Pierre est toujours considérée comme très polluée. De plus, les activités humaines (agriculture, villégiature, etc.) continuent à empiéter sur la plaine inondable et les rives du lac et entraînent des pertes d'habitats pour la faune et la flore. Un déclin général des populations de poissons est ainsi observé depuis les années 90. La situation est devenue si critique qu'un moratoire sur la pêche à la perchaude a été instauré en 2012.

Les changements climatiques risquent de rendre la situation encore plus difficile. Les modèles hydrologiques prévoient ainsi une baisse du niveau d'eau du Lac Saint-Pierre de 30 à 40 cm en moyenne dans les 40 prochaines années, ce qui équivaut à une réduction de 10 à 13% de sa profondeur moyenne actuelle de 3 m. Une telle diminution du niveau d'eau du Lac Saint Pierre ressemblera beaucoup à certaines importantes variations du niveau d'eau déjà observées dans le passé, tel que pendant le printemps et l'été 2001 (c.f. les photos de comparaison entre 2000 et 2001). Cette baisse moyenne de 10-13% sera accompagnée par des variations saisonnières des niveaux d'eau (des étiages et des crues) plus importantes et plus hâtives.



11 août 2000 près de Pointe du Lac
(Source : Chistiane Hudon, Environnement Canada)



31 juillet 2001 près de Pointe du Lac (0.71m de réduction)
(Source : Chistiane Hudon, Environnement Canada)

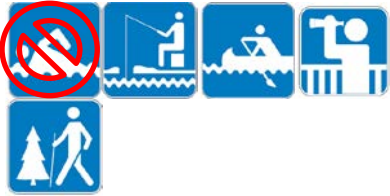
Une telle situation risque d'avoir des répercussions négatives sur les services écosystémiques fournis par le Lac Saint-Pierre, telles que :

1. **La réduction de la qualité des habitats naturels pour les poissons : (en savoir d'avantage)** Les changements climatiques réduiront la superficie et la qualité des frayères et des refuges des certains espèces, modifieront les patrons de migration des espèces, favoriser l'apparition d'algues nuisibles, accentuer les problèmes de pollution dans l'eau, favoriser l'arrivée de certaines espèces envahissantes, exposer des poissons dans des conditions extrêmes pouvant mener plus fréquemment à des mortalités, etc.
2. **La réduction de la qualité des habitats naturels pour les oiseaux : (en savoir d'avantage)** Les changements climatiques risquent de réduire la qualité des berges, l'accessibilité à la nourriture, la superficie des refuges et des lieux de reproduction, d'accroître la fréquence des épisodes de botulisme aviaire et de modifier les patrons de migration, en particulier pour les oiseaux migrateurs.
3. **La réduction de la qualité de l'eau : (en savoir d'avantage)** les changements climatiques risquent d'affaiblir la capacité de filtration d'eau des milieux humides, de favoriser la prolifération des algues et d'accentuer les impacts négatifs de l'érosion des sédiments et des contaminants (nitrates, composés azotés, pesticides, polluants

municipaux et industriels).

4. **La détérioration de la condition riveraine pour le paysage, l'accessibilité à l'eau et pour les activités récréotouristiques : (en savoir d'avantage)** les changements climatiques risquent de provoquer le dépérissement des forêts riveraines, l'invasion par des plantes exotiques et de modifier la composition de la communauté végétale des rives et ainsi réduire la qualité du paysage, l'accessibilité à l'eau (assèchement à certains mises à l'eau) et l'espace disponible pour des activités récréotouristiques comme la baignade, le canotage ou la planche à voile, l'observation de la faune, etc.
5. **La menace sur le statut de réserve mondiale de la biosphère de l'UNESCO et de site Ramsar : (en savoir d'avantage)** La désignation d'un statut de réserve mondiale est basée sur la qualité des écosystèmes. Compte tenu des risques de la perte de qualité des aspects décrits plus haut, le Lac Saint-Pierre pourrait perdre ces désignations.

1. Supposons que sans intervention, la condition du Lac Saint Pierre continuera à se détériorer sous la pression des changements climatiques (CC):

	Aujourd'hui	Sans intervention
Qualité d'habitat pour les poissons	En détérioration 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalent à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale	En détérioration accélérée 1. Augmentation du nombre d'espèces de poissons à statut précaire 2. Restriction de la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies
Qualité d'habitat pour les oiseaux	Risque de détérioration Douze (12) espèces d'oiseaux vulnérables ou menacés, équivalent à 4% des 288 espèces existant sur le lac	En détérioration Augmentation du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire, modification des communautés d'oiseaux et apparition d'espèces plus typiques des régions du sud
Qualité de l'eau	Moyenne Baignade interdite au sud du Lac 	Mauvaise (sud) Seules les activités sans contact avec l'eau sont permises 
Condition riveraine (le paysage, l'accessibilité à l'eau et pour les activités récréotouristiques)	Situation actuelle	Une réduction de l'espace disponible d'environ 20% par rapport à la situation actuelle
Statut de réserve mondiale de la biosphère de l'UNESCO et de site Ramsar	Maintenu	Menacé

Dans cette situation sans intervention, voudriez-vous toujours visiter le Lac Saint-Pierre ?

A. Oui

B. Non → allez à la question 3

C. Pas certain → allez à la question 3

2. Si oui, combien de fois par an continueriez-vous à le visiter ? _____ fois/an → allez à la question 4

3. Si vous avez répondu « non » ou « pas certain », pouvez-vous nous en indiquer les raisons ?

La dégradation est trop importante, je ne pense pas que cela vaut la peine d'y aller encore	☐
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus d'information	☐
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus de temps pour réfléchir	☐
Je doute de la crédibilité d'une telle dégradation	☐
Je n'ai jamais visité le Lac Saint-Pierre, la possibilité que je le visite est encore moindre si sa situation se dégrade dans le futur	☐
Je ne crois pas à l'histoire des changements climatiques	☐
Je privilégie d'autres lacs plus proches de ma région	☐
Autre, veuillez préciser:	

Dans ce contexte de changements climatiques, il est important de réduire rapidement les pressions exercées par les activités humaines pour aider les écosystèmes à mieux faire face aux changements à venir. Pour ce faire, les gouvernements provinciaux et fédéraux réfléchissent en ce moment sur une série de mesures d'adaptation aux changements climatiques dans le but d'empêcher les détériorations, voire d'améliorer la situation du Lac Saint-Pierre. Ces mesures sont :

1. Restaurer les zones riveraines et la plaine inondable autour du Lac Saint-Pierre afin de réduire l'empiètement par les activités humaines
2. Modifier les pratiques agricoles en zone inondable et dans le bassin versant du Lac Saint-Pierre
3. Augmenter l'efficacité et la capacité du traitement des eaux usées par les municipalités
4. Protéger et restaurer des habitats refuges pour les espèces menacées ou vulnérables
5. Appliquer un moratoire sur le dragage futur du chenal de navigation pour protéger les habitats aquatiques de faible profondeur
6. Éduquer et sensibiliser le public
7. Appliquer de façon plus stricte les lois et règlements en vigueur

4. Si le gouvernement décidait de prendre ces mesures pour amoindrir les impacts des activités humaines et assurer une meilleure adaptation du lac Saint-Pierre aux changements climatiques, sa situation pourrait hypothétiquement devenir comme suit :

	Aujourd'hui	Avec intervention
Qualité d'habitat pour les poissons	En détérioration 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalent à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale	En amélioration importante 1. <u>Importante diminution</u> du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. <u>Augmentation du potentiel de pêche sportive</u> comparativement à la situation actuelle.
Qualité d'habitat pour les oiseaux	Risque de détérioration Douze (12) espèces d'oiseaux vulnérables ou menacés, équivalent à 4% des 288 espèces existant sur le lac	En amélioration importante <u>Une importante diminution</u> du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire et retour de certains oiseaux migrateurs.
Qualité de l'eau	Moyenne Baignade interdite au sud du lac 	Bonne <u>Toutes</u> les activités avec et sans contact avec l'eau sont permises : 
Condition riveraine	Situation actuelle	Maintien de la condition riveraine actuelle
Statut de réserve mondiale de la biosphère de l'UNESCO et de site Ramsar	Maintenu	Maintenu

Dans ce cas-là, voudriez-vous visiter le Lac Saint-Pierre ?

- A. Oui
- B. Non → allez à la question 6
- C. Pas certain → allez à la question 6

5. Si oui, combien de fois ? _____ fois/an → allez à la question 7.

6. Si vous avez répondu « non » ou « pas certain », pouvez-vous nous en indiquer les raisons ?
→ allez à la section 3

L'amélioration suggérée me semble peu probable	O
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus d'information	O
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus de temps pour réfléchir	O
Je ne crois pas à l'histoire des changements climatiques	O
Je ne vais jamais visiter le Lac Saint-Pierre	O
Je privilégie d'autres lacs plus proches de ma région	O
Autre, veuillez préciser:	

7. Considérant les difficultés économiques actuelles à l'échelle provinciale et mondiale, pour financer la mise en place de ces mesures, le gouvernement pourrait décider d'imposer un passe annuel de X dollars. Il s'agirait d'un droit d'accès pour tous les types d'utilisateurs (navigation de plaisance, chasse, pêche, piégeage, randonnée, observation de la faune, cyclisme, etc.). Dans ce cas, seriez-vous toujours prêt(e) à aller visiter le Lac Saint-Pierre ?

(X=10, 20, 30, 50, 80, 150, 300, 500\$/par an)

- A. Oui → allez à la question 8
- B. Non → allez à la question 9
- C. Pas certain → allez à la question 9

8. Si oui, combien de fois par an ? _____ fois/an

9. Si vous avez répondu « non » ou « pas certain », pouvez-vous nous en indiquer les raisons ?

Le droit d'entrée est trop cher	☐
Je ne devrais pas avoir à payer pour résoudre un problème causé par d'autres	☐
Je n'ai pas les moyens de payer pour l'amélioration de l'environnement	☐
Je ne crois pas que le gouvernement va dépenser les fonds de manière adéquate	☐
Ce doit être le gouvernement qui paie pour l'ensemble des travaux	☐
Une augmentation de la taxe foncière municipale des régions autour du lac serait plus pertinente	☐
Une augmentation de taxe/impôt provincial serait plus pertinente	☐
Ce devrait être les agriculteurs qui payent	☐
Autres	☐
Si autre, veuillez préciser:	

10. Quelles que soient vos réponses aux questions précédentes, si la situation s'offrait à vous de procéder à un paiement réel pour financer la restauration du Lac Saint-Pierre, par exemple sous la forme d'un don à une association à but non lucratif, seriez-vous prêt à faire ce paiement réel ?

Oui, je serais prêt à faire un paiement réel → allez à la question 11

Non, je ne serais pas prêt à faire un paiement réel → allez à la question 12

11. Quel est le montant du paiement réel que vous seriez prêt à effectuer à chaque année ?
 ____ CAD/an → allez à la section 3

12. Pourquoi ne seriez-vous pas prêt à faire un paiement réel ?

Je préfère le statut quo	☐
Je n'ai pas les moyens de payer	☐
Trop de sollicitations, j'en ai assez de donner	☐

Je ne crois pas que les fonds seront dépensés de manière adéquate	O
Je ne connais pas le lac Saint-Pierre	O
Je n'habite pas dans cette région	O
Il y a d'autres domaines plus urgents en termes de financement	O
Le gouvernement doit prioriser cet enjeu dans l'allocation de ses propres budgets	O
Autres raisons	O
Si autres raisons, veuillez préciser:	

Dans ce contexte de changements climatiques, il est important de réduire rapidement les pressions exercées par les activités humaines pour aider les écosystèmes à mieux faire face aux changements à venir. Pour ce faire, les gouvernements provinciaux et fédéraux réfléchissent en ce moment sur une série de mesures d'adaptation aux changements climatiques dans le but d'empêcher les détériorations, voire d'améliorer la situation du Lac Saint-Pierre. Ces mesures sont :

- Restaurer les zones riveraines et la plaine inondable autour du Lac Saint-Pierre afin de réduire l'empiètement par les activités humaines
- Modifier les pratiques agricoles en zone inondable et dans le bassin versant du Lac Saint-Pierre
- Augmenter l'efficacité et la capacité du traitement des eaux usées par les municipalités
- Protéger et restaurer des habitats refuges pour les espèces en menacées ou vulnérables
- Appliquer un moratoire sur le dragage futur du chenal de navigation pour protéger les habitats aquatiques de faible profondeur
- Éduquer et sensibiliser le public
- Appliquer de façon plus stricte les lois et règlements en vigueur

Les différentes combinaisons de ces mesures (nommées par la suite intervention A, B, C, etc.) pourraient améliorer à différents niveaux les cinq aspects qui mesurent la qualité de l'écosystème du Lac Saint-Pierre:

- La qualité des habitats naturels pour les poissons,
- La qualité des habitats naturels pour les oiseaux,
- La qualité de l'eau,
- La condition des rives,
- Le statut de réserve mondiale;

mais elles s'associent à un certain coût à payer.

La situation « sans intervention » représente le scénario où le coût serait nul, mais où les cinq aspects de l'écosystème du Lac Saint-Pierre continueraient à se détériorer sous la pression des activités humaines et des changements climatiques.

Dans chacun des cinq tableaux suivant, nous illustrons les changements associés à la situation « sans intervention » et ceux associés à deux interventions visant à améliorer la condition du Lac

Saint-Pierre. Nous vous demandons de faire six fois de suite un choix entre la situation sans intervention et deux scénarios d'intervention spécifique.

13. Quel projet préférez-vous ?

Si vous choisissez l'intervention A ou B, vous devrez payer une taxe provinciale dont le seul but serait d'aider à mettre en place ces interventions. Aucun paiement ne sera demandé pour le choix du cas « sans intervention », cependant la condition du lac Saint-Pierre continuera à se dégrader sous la pression des activités humaines et des changements climatiques, dégradant ainsi leurs fonctions écologiques comme mentionné dans le tableau.			
	Sans intervention	Intervention A	Intervention B
Qualité d'habitat pour les poissons	Détérioration accélérée 1. Augmentation du nombre d'espèces de poissons à statut précaire 2. Restriction à la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies	Amélioration 1. Diminution des espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies 2. Suppression du moratoire sur la pêche à la perchaude.	Amélioration importante 1. Diminution importante du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies 2. Augmentation du potentiel de pêche sportive comparativement à la situation actuelle
Qualité d'habitat pour les oiseaux	Détérioration Augmentation du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire, modification des communautés d'oiseaux et apparition d'espèces plus typiques des régions du sud	Amélioration importante Importante diminution des espèces oiseaux à statut précaire et retour de certains oiseaux migrateurs	Amélioration Diminution des espèces d'oiseaux à statut précaire et maintien de la composition des communautés d'oiseaux
Qualité de l'eau	Mauvaise Seules les activités sans contact avec l'eau sont permises : 	Moyenne Baignade interdite au sud du lac 	Bonne Toutes les activités avec et sans contact avec l'eau sont permises : 
Condition riveraine	20% de réduction des espaces par rapport à la situation actuelle	10% de réduction des espaces par rapport à la situation actuelle	0% de réduction des espaces par rapport à la situation actuelle
Statut de l'UNESCO et de site Ramsar	Menacé	Maintenu	Maintenu
Coût (taxe provinciale pour mettre en place ces mesures)	0\$/an par ménage	20\$/an par ménage	250\$/an par ménage

14. Si les projets promettent différents résultats. Quel projet préférez-vous ?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Interventions C et D.

15. Si les projets promettent différents résultats. Quel projet préférez-vous ?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Interventions E et F.

16. Si les projets promettent différents résultats. Quel projet préférez-vous ?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Interventions G et H.

17. Si les projets promettent différents résultats. Quel projet préférez-vous ?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Interventions I et J.

Les niveaux de variations potentielles :

	Niveau
Qualité d'habitat pour les poissons	- Amélioration importante 1. <u>Diminution importante</u> du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. <u>Augmentation du potentiel de pêche sportive</u> comparativement à la situation actuelle. - Amélioration 1. <u>Diminution</u> du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. <u>Suppression du moratoire</u> sur la pêche à la perchaude. - Maintien (en dégradation) 1. <u>Huit espèces de poissons menacées</u>, équivalent à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. <u>La perchaude fait l'objet d'un moratoire</u> de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale - Dégradation accélérée 1. <u>Augmentation</u> du nombre d'espèces de poissons à statut précaire 2. <u>Restriction à la pêche</u> sportive et commerciale dans les prochaines décennies
Qualité d'habitat pour les oiseaux	- Amélioration importante <u>Diminution importante</u> des espèces d'oiseaux à statut précaire et retour de certains oiseaux migrateurs - Amélioration <u>Diminution</u> des espèces d'oiseaux à statut précaire et maintien de la composition des communautés d'oiseaux - Maintien (risque de dégradation) Douze (12) espèces d'oiseaux considérées vulnérables ou menacées, équivalent à 4% des 288 espèces existant sur le lac - Dégradation <u>Augmentation</u> du nombre d'espèces d'oiseaux à statut précaire, modification des communautés d'oiseaux et apparition d'espèces plus typiques des régions du sud
Qualité de l'eau	-Bonne -Moyenne -Mauvais
Condition riveraine	- Une augmentation de 20% - Une augmentation de 10% - Maintien - Une diminution de 10% - Une diminution de 20%
Statut	Perdu/maintenu
Coût	X\$/an (X=10, 20, 30, 50, 80, 150, 300, 500\$)
Je choisis	_____

18. Si vous avez choisi la situation « sans intervention » une ou plusieurs fois, répondez à la prochaine question. Si vous n'avez jamais choisi la situation « sans intervention », passez directement à la section suivante.

Le coût des projets est trop élevé	O
L'argent devrait plutôt servir à des priorités comme la santé et l'éducation	O
Je ne devrais pas avoir à payer pour résoudre un problème causé par d'autres	O
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus d'information/de temps	O
Je doute de la crédibilité d'une telle dégradation	O

Je doute de la crédibilité des améliorations suggérées par les interventions	☐
Je ne visiterai jamais le Lac Saint-Pierre	☐
Je ne crois pas que le gouvernement va dépenser les fonds de manière adéquate	☐
Le gouvernement doit prioriser cet enjeu dans l'allocation de ses propres budgets	☐
Ce devrait être les agriculteurs des régions reliées qui font des efforts pour réduire leurs pollutions	☐
Ce devrait être les municipalités autour du Lac et dans les bassins versants qui font des efforts pour réduire leurs pollutions	☐
Je privilégierais d'autres lacs plus proches de ma région	☐
Autres	☐
Si autre, veuillez préciser:	

19. Quelles que soient vos réponses aux questions précédentes, si la situation s'offrait à vous de procéder à un paiement réel pour financer la restauration du Lac Saint-Pierre, par exemple sous la forme d'un don à une association à but non lucratif, seriez-vous prêt à faire ce paiement réel ?

Oui, je serais prêt à faire un paiement réel → allez à la question 11

Non, je ne serais pas prêt à faire un paiement réel → allez à la question 12

20. Quel est le montant du paiement réel que vous seriez prêt à effectuer à chaque année ?
_____CAD

21. Pourquoi ne seriez-vous pas prêt à faire un paiement réel ?

Je préfère le statu quo	☐
Je n'ai pas les moyens de payer	☐
Trop de sollicitations, j'en ai assez de donner	☐
Je ne crois pas que les fonds seront dépensés de manière adéquate	☐
Je ne connais le Lac Saint-Pierre	☐
Je n'habite pas dans cette région	☐
Il y a d'autres domaines plus urgents en termes de financement	☐
Autres raisons	☐
Si autres raisons, veuillez préciser:	

TROISIÈME SECTION : VOTRE PROFIL

Voici quelques questions pour nous aider à dresser le profil socioéconomique des répondants.

1. Vous êtes :

Un homme: ☐ Une femme: ☐

2. Quel est votre âge :

- ☐ Moins de 18 ans
- ☐ Entre 18 et 24 ans
- ☐ Entre 25 et 34 ans
- ☐ Entre 35 et 44 ans
- ☐ Entre 45 et 54 ans
- ☐ Entre 55 et 64 ans
- ☐ Entre 65 et 74 ans
- ☐ 75 ans ou plus
- ☐ Je préfère ne pas répondre à cette question

3. Quelle situation vous décrit le mieux ?

- ☐ Seul(e) sans enfant(s)
- ☐ Seul(e) avec enfant(s)
- ☐ En couple sans enfant(s)
- ☐ En couple avec enfant(s)
- ☐ Avec des parents ou colocataires
- ☐ Autre situation _____

4. Combien de personnes y-a-t-il dans votre foyer (vous incluant) :

_____ personnes, dont _____ ont moins de 18 ans

5. Quel est le dernier niveau de scolarité que vous avez atteint ?

- Primaire ☐
- Secondaire ☐
- DEP ☐
- Collégial ☐
- Universitaire ☐

6. Veuillez indiquer votre type d'emplois :

- ...Temps plein, _____ heures par semaine ☐
- ...Temps partiel, _____ heures par semaine ☐

7. Quelle est votre occupation principale actuelle ?

N.B. ON PARLE D'EMPLOI RÉMUNÉRÉ SEULEMENT. Même si vous êtes en congé sabbatique, de maternité, de maladie ou d'accident de travail, veuillez préciser votre EMPLOI. Si vous êtes incertain(e) de la catégorie qui s'applique à vous, choisissez "Autre" et décrivez votre emploi.

Employé de bureau ☐

- Personnel spécialisé dans la vente ☐
- Personnel spécialisé dans les services ☐
- Producteur agricole ☐
- Travailleur manuel ☐
- Ouvrier spécialisé / Semi-spécialisé ☐
- Travailleur des sciences & technologies ☐
- Professionnel ☐
- Gestionnaire/Administrateur/Propriétaire ☐
- Travailleur autonome ☐
- Au foyer ☐
- Retraité (pré-retraité, rentier) ☐
- Sans emploi (Assurance-emploi, assisté social,...) ☐
- Autre - spécifiez ☐

8. Parmi les catégories suivantes, laquelle reflète le mieux le REVENU total de votre ménage avant impôt pour l'année 2013 ?

- ...9 999 \$ et moins ☐
- ...entre 10 000 \$ et 29 999 \$ ☐
- ...entre 30 000 \$ et 49 999 \$ ☐
- ...entre 50 000 \$ et 74 999 \$ ☐
- ...entre 75 000 \$ et 99 999 \$ ☐
- ...entre 100 000 \$ et 149 999 \$ ☐
- ...entre 150 000 \$ et plus ☐

9. Quel est votre code postal au complet ? _____

10. Depuis quand résidez-vous à cette adresse ? _____

11. Où avez-vous passé la plus grande partie de votre vie :

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ En milieu urbain
- ☐ Dans un village
- ☐ En campagne
- ☐ En bordure d'un lac ou d'un cours d'eau

12. Êtes-vous locataire ou propriétaire de votre logement ?

- Locataire ☐
- Propriétaire ☐

13. Possédez-vous (votre famille) un chalet sur le Lac Saint-Pierre ?

- Oui ☐
- Non ☐

14. Avez-vous acheté des permis de pêche provincial durant les derniers 5 ans ?

- Oui, tous les ans ☐
- Oui, mais pas tous les ans ☐

Non ☐

15. Pouvez-vous indiquer le lieu d'achat de votre dernier permis de pêche ?

- A. À un dépositaire de ma région de résidence
- B. À la pourvoirie où je vais pêcher
- C. autres, veuillez préciser_____

16. Avez-vous acheté des autorisations de pêche de l'Aire faunique communautaires du Lac Saint Pierre durant les derniers 5 ans ?

- Oui, tous les ans ☐
- Oui, mais pas tous les ans ☐
- Non ☐

17. De manière générale, vous estimez que votre état de santé est :

- Très mauvais ☐
- Mauvais ☐
- Moyen ☐
- Bon ☐
- Très bon ☐

18. Souffrez-vous d'un problème de santé qui vous empêche à faire des activités récréotouristiques comme vous voulez?

- Oui ☐
- Non ☐
- Ne sais pas ☐

19. Croyez-vous que les activités récréotouristiques contribuent à améliorer votre état de santé?

- Oui ☐
- Non ☐
- Ne sais pas ☐

MERCI BEAUCOUP DE VOTRE COLLABORATION

Annexe 2. Questionnaire destiné aux pêcheurs sportifs en hiver

Enquête sur la valeur économique des écosystèmes et de la pêche au lac Saint-Pierre

(Version Pêche Blanche)

BIENVENUE et MERCI POUR VOTRE INTÉRÊT

Ce questionnaire vise à connaître votre intérêt pour la préservation **des services écosystémiques²⁶ et de la pêche au lac Saint-Pierre**, qui sont actuellement menacés par plusieurs problèmes de pollution. De plus, les changements climatiques risquent d'accentuer leur dégradation dans les prochaines décennies. Ainsi, des mesures d'adaptation doivent être prises rapidement pour assurer le bon fonctionnement du système écologique du lac.

Cette étude est menée par des chercheurs de l'Université de Sherbrooke et de l'Université du Québec en Outaouais, avec la collaboration du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et de l'Aire faunique communautaire du lac Saint-Pierre. Elle est financée par Ressources naturelles Canada et le consortium Ouranos, un organisme dédié à la recherche sur les changements climatiques.

Ce questionnaire est divisé en 4 sections et le temps nécessaire pour y répondre est d'environ 15 à 20 minutes. Nous vous remercions pour votre collaboration. Vos réponses demeureront confidentielles. Les informations recueillies dans le cadre de cette étude ne serviront qu'à des fins scientifiques. Les données obtenues seront détruites 10 ans après la fin de cette étude. Vous êtes libre de vous retirer de cette étude en tout temps. Par contre, une fois le questionnaire soumis, il ne sera plus possible de se retirer, car aucune information permettant de vous identifier n'aura été recueillie.

À la fin du questionnaire, vous serez invité à participer à un tirage pour gagner un des deux prix d'une valeur de 250\$. La participation à ce tirage est optionnelle. Pour participer, vous devrez communiquer votre adresse courriel à la fin du sondage. Votre adresse courriel ne sera accessible qu'aux membres de l'équipe de recherche. Si vous nous donnez votre accord, votre adresse pourra également servir à vous contacter pour une étude ultérieure sur l'environnement. La date limite pour participer au tirage est le 31 mars 2015. Chaque gagnant sera contacté par courriel par la responsable de l'équipe de recherche dès que les résultats seront connus.

²⁶ Les services écosystémiques réfèrent aux bénéfices que soutirent les sociétés humaines de la nature. C'est un concept relativement récent qui vise à concevoir les écosystèmes en une série d'attributs, vecteurs de bien-être, qui rendent la vie possible à l'être humain (Boyd et Banzhaf, 2005).

Pour toute question ou commentaire, vous pouvez contacter l'équipe de recherche au 1-819-821-8000, au numéro sans frais 1-800-267-8337 poste 62360 ou à jie.he@usherbrooke.ca

Le Comité d'éthique de la recherche Lettres et sciences humaines de l'Université de Sherbrooke a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi. De plus, il approuvera au préalable toute révision et toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement, ainsi qu'au protocole de recherche.

Vous pouvez parler de tout problème éthique concernant les conditions dans lesquelles se déroule votre participation à ce projet avec l'équipe du projet ou expliquer vos préoccupations à M. Olivier Laverdière, président du Comité d'éthique de la recherche Lettres et sciences humaines, en communiquant par l'intermédiaire de son secrétariat au numéro suivant : 1-800-267-8337 poste 62644, ou par courriel à: cer_lsh@USherbrooke.ca.

CONSENTEMENT:

Le fait de répondre au questionnaire constitue un consentement à participer au projet de recherche.

Il est important que vous répondiez à toutes les questions en y **exprimant votre point de vue. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse !**

PREMIÈRE SECTION :

VOS ACTIVITÉS DE PÊCHE BLANCHE/SUR GLACE

1. Pratiquez-vous la pêche blanche/sur glace (période d'activité : décembre-mars)?

- A. Oui
- B. Non

2. Veuillez indiquer tous les équipements de pêche blanche que vous possédez.

- A. Cabane à pêche
- B. Brimbales
- C. Ligne à dandiner
- D. Sonar
- E. GPS
- F. Tarière
- G. Leurres artificiels
- H. Motoneige
- I. VTT
- J. Autres : précisez_____

3. Pratiquez-vous la pêche blanche au lac Saint-Pierre?

- A. Oui
- B. Non ➔ allez à la question 20

4. Depuis quand pratiquez-vous la pêche blanche au lac Saint-Pierre ?

- A. Depuis un an
- B. 1-5 ans
- C. 5-10 ans
- D. 10-20 ans
- E. 20 ans et plus

5. Avez-vous acheté un permis de pêche du Québec ?

- A. Oui, j'en achète chaque année
- B. Oui, j'en ai acheté un pour la présente saison
- C. Non, je ne possède pas de permis, mais je vais parfois à la pêche avec des amis/proches ➔ allez à la question 9

6. Pouvez-vous indiquer le lieu d'achat de votre dernier permis de pêche ?

- A. À un dépositaire de ma région de résidence
- B. À la pourvoirie ou au centre de pêche où je vais pêcher
- C. autres, veuillez préciser_____

7. Avez-vous acheté des autorisations de pêche de l'Aire faunique communautaire du lac Saint-Pierre au cours des derniers 5 ans ?

- Oui, tous les ans ☐
- Oui, mais pas tous les ans ☐
- Non ☐

8. Pouvez-vous préciser le type d'autorisation que vous avez acheté pour la présente saison de pêche?

- A. Journalière
- B. Saisonnière
- C. Annuelle

9. Depuis le début de la présente saison de pêche blanche, combien de fois avez-vous pêché au lac Saint-Pierre ?

_____fois? → si 0 fois allez à la question 20.

10. Pouvez-vous indiquer la date et les heures de votre dernière sortie de pêche au lac Saint-Pierre pendant la présente saison de pêche blanche? _____Mois_____Jour

Date et heure de début des activités de pêche :

Date et heure de fin des activités de pêche :

11. Vous étiez _____ personnes lors de votre dernière sortie de pêche au lac Saint-Pierre ? _____ personnes ont pêché, dont _____ possèdent leur propre permis ?

12. Lors de votre dernière sortie de pêche au lac Saint-Pierre, avez-vous fait affaire avec :

- A. Une pourvoirie
- B. Un centre de pêche
- C. Un guide de pêche
- D. Aucune de ces réponses, j'accède au lac par mes propres moyens

13. Indiquez dans le tableau suivant les dépenses totales liées à votre dernière sortie de pêche blanche au lac Saint-Pierre (toutes les personnes voyageant ensemble confondues)

Item	Dépenses (en \$)
Frais de transport (essence, location de voiture, péage, stationnement, etc.)	
Nourriture (épicerie, restaurant, boissons, etc.)	
Hébergement (hôtel, motel, location de chalet, etc.)	
Matériel/équipements	
Achat de droit d'accès	
Achat de permis	
Achat de poisson-appâts	
Service de guide de pêche	
Location de cabane de pêche	

Achat de forfait de pêche	
Autres dépenses, précisez _____	
Total	

14. Utilisez-vous des poissons-appâts pour la pêche blanche au lac Saint-Pierre?

- A. Oui, à chaque sortie de pêche
- B. Oui, parfois
- C. Oui, à chaque sortie de pêche, mais en combinaison avec l'utilisation de la dandinette
- D. Non, je n'utilise que la dandinette

15. Veuillez indiquer le nombre de poissons par espèce que vous avez pêché lors de votre dernière sortie de pêche blanche au lac Saint-Pierre.

No.		Nombre conservé	Nombre remis à l'eau
1	Perchaude (pêche interdite)		
2	Bar rayé (pêche interdite)		
3	Esturgeon (pêche interdite)		
4	Doré noir		
5	Doré jaune		
6	Grand brochet		
7	Maskinongé		
8	Achigan		
9	Lotte		
10	Baret		
11	autre _____		
12	autre _____		
	Total		

16. Lors de votre dernière sortie de pêche au lac Saint-Pierre, cherchiez-vous des espèces en particulier? (Veuillez indiquer les trois espèces que vous recherchiez par ordre décroissant d'importance en utilisant les numéros utilisés à la question précédente)

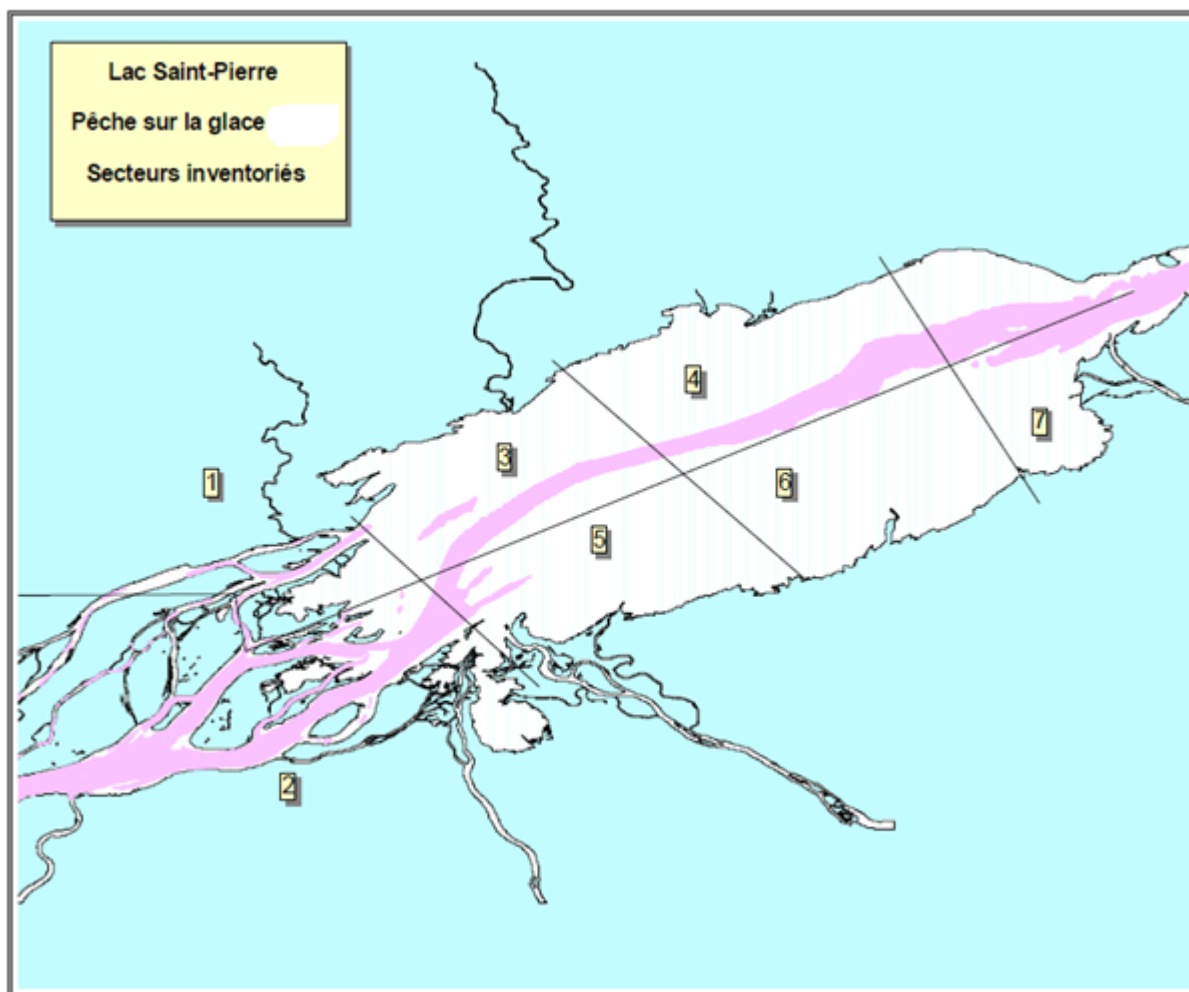
- A. Oui, 1^{er} choix _____, 2^e choix _____, 3^e choix _____ (en ordre décroissance d'importance)
- B. non

17. En comparaison avec vos expériences de pêche des années précédentes, comment trouvez-vous la qualité de la pêche cette année sur le lac Saint-Pierre ? Cochez la case appropriée pour chacun des critères.

Situation	Nombre de captures	Longueur des poissons pêchés	Qualité d'habitat des poissons (superficie, qualité des plaines inondables, qualité de l'eau, etc.)	Accessibilité aux sites de pêche (chemins praticables, condition de la glace, etc.)	Achalandage (Présence d'autres pêcheurs, d'autres utilisateurs du lac, etc.)
Bien meilleure					
Un peu meilleure					

Inchangée					
Un peu moins bonne					
Beaucoup moins bonne					

18. Veuillez indiquer, pour chaque secteur du lac Saint-Pierre illustré à la carte suivante, les lieux où vous avez pratiqué la pêche blanche pendant la présente saison de pêche ainsi que le nombre de voyages effectués. Ensuite, cotez les lieux de pêche que vous avez visités selon les critères suivantes (A= très satisfaisant, B=satisfaisant, C= neutre, D=peu satisfaisant, E= pas du tout satisfaisant) pour chacun des 5 critères.



	Nb de visites			Critères (A= très satisfaisant, B=satisfaisant, C= neutre, D=peu satisfaisant, E= pas du tout satisfaisant)			
				Nombre de captures	Longueur des poissons pêchés	Qualité d'habitat des poissons (superficie/qualité des plaines inondables, qualité de l'eau, etc.)	Accessibilité aux sites de pêche (chemins praticables, condition de la glace, etc.)
Site 1	janvier	février	mars				
Site 2							

Site 3							
Site 4							
Site 5							
Site 6							
Site 7							

19. Veuillez indiquer le numéro du site que vous avez fréquenté lors de votre dernière sortie de pêche au lac Saint-Pierre (voir carte)._ _____

20. Pour vous, la pêche est :

- A. Une passion
- B. Un loisir
- C. Une façon de passer le temps en famille/avec les amis
- D. Un passe-temps comme une autre activité pendant les congés
- E. Un travail (activité commerciale)

21. Laquelle de ces deux situations préférez-vous?

- A. Un grand nombre de poissons pêchés, peu importe la taille
- B. Un petit nombre de poissons pêchés, mais de grande taille

22. Êtes-vous préoccupé par l'abondance et la condition de certaines espèces ?

- A. Oui Précisez : _____
- B. Non

23. Qualifiez l'évolution de la fréquence de vos sorties de pêche blanche au lac Saint-Pierre au cours des 5 dernières années ?

- A. À la hausse
- B. Stable
- C. À la baisse
- D. Ne s'applique pas, c'était ma première sortie de pêche au lac Saint-Pierre

.

DEUXIÈME SECTION :

VOTRE OPINION SUR LES PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX AU LAC SAINT-PIERRE

1. Avez-vous déjà entendu parler des problèmes environnementaux auxquels fait face le lac Saint-Pierre (pollution, érosion des rives, espèces exotiques envahissantes, espèces de poissons/oiseaux menacées, cyanobactéries)?

- A. Oui, j'en ai entendu parler
- B. Non, je n'en ai pas entendu parler

2. Avez-vous déjà entendu parler du moratoire sur la pêche à la perchaude qui a été instauré depuis 2012 au lac Saint-Pierre?

- A. Oui, j'en ai entendu parler
- B. Non, je n'en ai pas entendu parler

3. Selon vous, ces problèmes d'environnement sont :

- A. Très préoccupants
- B. préoccupants
- C. Peu préoccupants
- D. Pas préoccupants
- E. Je ne sais pas

4. Ces problèmes environnementaux affectent-ils vos activités de pêche blanche au lac Saint-Pierre?

- A. Oui, ils les affectent beaucoup
- B. Oui, ils les affectent un peu
- C. Non, ils ne les affectent pas beaucoup
- D. Non, ils ne les affectent pas
- E. Je ne sais pas

5. Avez-vous entendu parler des effets potentiels des changements climatiques au Québec?

- A. Oui, j'en ai entendu parler
- B. Non, je n'en ai pas entendu parler

6. Selon vous, les effets des changements climatiques seront en général:

- A. Positifs pour le Québec
- B. Neutres pour le Québec
- C. Négatifs pour le Québec
- D. Je ne sais pas
- E. Je ne crois pas aux changements climatiques

7. Saviez-vous que le lac Saint-Pierre est reconnu comme une zone humide d'importance au niveau international ?

- A. Oui
- B. Non

8. Selon vous, qui peut le plus contribuer à une amélioration de la situation en matière d'environnement ? (maximum 3 choix)

- A. Les gouvernements
- B. Les entreprises
- C. Les organismes sans but lucratif
- D. Les individus comme vous
- E. Aucun
- F. Je ne sais pas

9. À part la pêche blanche, quelles sont les autres activités que vous pratiquez, et à quelle fréquence?

ACTIVITÉS EN NATURE	Jamais	Rarement < 5 fois par an	A l'occasion 5-10 fois par an	Souvent >10 fois par an	Toujours Presque chaque semaine
Randonnée en nature (marche, raquette, ski de fond, etc.)	O	O	O	O	O
Observation de la nature (oiseaux, etc.)	O	O	O	O	O
Chasse	O	O	O	O	O
Piégeage	O	O	O	O	O
Cyclisme	O	O	O	O	O
Motoneige ou VTT	O	O	O	O	O
Baignade et/ou plongée dans les lacs et rivières	O	O	O	O	O
Canoë, kayak, bateau non motorisé, kite-surf, etc.	O	O	O	O	O
Bateau motorisé (incluant ski nautique)	O	O	O	O	O
Autres, veuillez préciser	O	O	O	O	O

10. Quelles actions bénéfiques pour l'environnement pratiquez-vous, et à quelle fréquence ?

Actions environnementales	Jamais	Rarement < 5 fois par an	A l'occasion 5-10 fois par an	Souvent >10 fois par an	Toujours Presque chaque semaine
---------------------------	--------	-----------------------------	----------------------------------	----------------------------	------------------------------------

Recyclage	0	0	0	0	0
Compostage	0	0	0	0	0
Economie d'eau (toilette à faible consommation d'eau, jet de douche à faible débit, etc.)	0	0	0	0	0
Mode de transport moins polluant (co-voiturage, transport en commun, vélo, etc.)	0	0	0	0	0
Efficacité énergétique (chauffage contrôlé, ampoules fluorocompactes, isolation, etc.)	0	0	0	0	0
Don à un organisme environnemental	0	0	0	0	0
Achat de produits locaux	0	0	0	0	0

TROISIÈME SECTION: LE FUTUR DU LAC SAINT-PIERRE

L'écosystème du lac Saint-Pierre est profondément affecté par les activités humaines. Bien que la qualité de l'eau se soit largement améliorée depuis les années 80, la moitié des rivières qui se jettent dans le lac Saint-Pierre sont toujours considérées comme très polluées. De plus, les activités humaines (agriculture, villégiature, développement urbain, etc.) continuent à empiéter sur la plaine inondable et les rives du lac, ce qui entraîne des pertes d'habitats pour la faune et la flore. Un déclin de plusieurs espèces de poissons est ainsi observé depuis les années 90. La situation est devenue si critique qu'un moratoire sur la pêche à la perchaude a été instauré en 2012.

Les changements climatiques risquent de rendre la situation encore plus difficile. Les modèles hydrologiques prévoient ainsi une baisse du niveau d'eau du lac Saint-Pierre de 30 à 40 cm en moyenne dans les 40 prochaines années, ce qui équivaut à une réduction de 10 à 13% de sa profondeur moyenne actuelle de 3 m. Une telle diminution du niveau d'eau du Lac Saint-Pierre ressemblera beaucoup à certaines importantes variations du niveau d'eau déjà observées dans le passé, telles que celle observée au printemps et à l'été 2001 (c.f. les photos pour une comparaison entre 2000 et 2001). Cette baisse moyenne de 10-13% sera accompagnée par des variations saisonnières des niveaux d'eau (des étiages et des crues) plus importantes et plus hâtives.



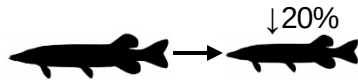
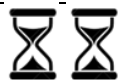
1 août 2000 près de Pointe-du-Lac
(Source : Christiane Hudon, Environnement Canada)



1 août 2001 près de Pointe-du-Lac (0.71 m de réduction)

Une telle situation est susceptible d'avoir des répercussions négatives sur les populations de poissons et la qualité de la pêche au lac Saint-Pierre : Les changements climatiques risquent de réduire la superficie des milieux humides et la qualité de l'eau, ainsi que de détériorer la qualité d'habitat pour les poissons (temps plus long pour capturer un poisson et taille de poisson plus petite), d'affecter la condition des rives (une accessibilité aux sites de pêche plus restreinte) et de rendre nécessaire des restrictions supplémentaires à la pêche (moratoires).

1. Supposons que **sans intervention**, la condition du lac Saint-Pierre continuera à se **détériorer** sous la pression des activités humaines et des changements climatiques:

	Aujourd'hui	Sans intervention
Qualité d'habitat des poissons	<u>En détérioration</u> 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalant à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale.	 <u>En détérioration accélérée</u> 1. Augmentation du nombre d'espèces à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. Maintien de la restriction de la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies
Longueur des poissons pêchés	 Situation actuelle	 20% plus petite
Temps pour capturer un poisson	 Situation actuelle	 2 fois plus de temps
Condition riveraine (accessibilité aux sites de pêche, condition de glace)	Situation actuelle	10% de réduction de l'espace disponible par rapport à la situation actuelle
Achalandage	 Situation actuelle	 Moins de pêcheurs que la situation actuelle

Si la situation du lac Saint-Pierre est comme décrite dans le scénario « sans intervention », voudriez-vous aller pêcher au lac Saint-Pierre pendant la saison de la pêche blanche?

- A. Oui → allez à la question 2
- B. Non → allez à la question 3
- C. Pas certain → allez à la question 3

2. Si oui, environ combien de fois par saison? _____ fois/saison → allez à la question 4

3. Si vous avez répondu non ou pas certain, pouvez-vous nous en indiquer les raisons ?

J'ai déjà réduit ma fréquentation au cours des dernières années	0
La détérioration est trop importante, je ne pense pas que cela vaille la peine d'y aller encore	0
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus d'information	0
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus de temps pour réfléchir	0
Je doute de la crédibilité d'une telle dégradation	0

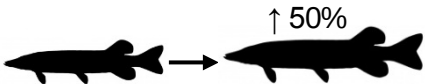
De toute façon je n'ai jamais pêché au lac Saint-Pierre, ainsi c'est encore moins possible si sa situation se dégrade dans le futur	0
Je ne crois pas aux changements climatiques	0
Je privilégierai d'autres sites de pêche, entre autres ceux plus près de ma région	0
Je ne connais pas la situation actuelle au lac Saint Pierre, ainsi j'ai de difficulté à imaginer la situation décrite dans le scénario « sans intervention »	0
Autre, veuillez préciser:	

Dans ce contexte, il est important de réduire rapidement les pressions exercées par les activités humaines pour aider les écosystèmes à mieux faire face aux changements à venir. Pour ce faire, les gouvernements provinciaux et fédéraux réfléchissent en ce moment à **une série de mesures d'adaptation aux changements climatiques dans le but de réduire les pressions sur le lac Saint-Pierre**, voire d'en améliorer la situation. Ces mesures sont :

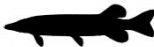
- Restaurer les zones riveraines et la plaine inondable autour du lac Saint-Pierre afin de réduire l'empiètement par les activités humaines
- Modifier les pratiques agricoles en zone inondable et dans le bassin versant du lac Saint-Pierre
- Augmenter l'efficacité et la capacité du traitement des eaux usées par les municipalités
- Protéger et restaurer des habitats refuges pour les espèces menacées ou vulnérables
- Appliquer un moratoire sur le dragage futur du chenal de navigation pour protéger les habitats aquatiques de faible profondeur
- Éduquer et sensibiliser le public
- Appliquer de façon plus stricte les lois et règlements en vigueur

4. Si le gouvernement décidait de prendre ces mesures pour amoindrir les impacts des activités humaines et assurer une meilleure adaptation du lac Saint-Pierre aux changements climatiques, la condition de pêche au lac Saint-Pierre pourrait devenir comme décrite dans le tableau suivant :

1. scénario (Amélioration importante)

	Aujourd'hui	Avec intervention
Qualité d'habitat des poissons	<u>En détérioration</u> 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalant à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale.	 <u>En amélioration importante</u> 1. Réduction du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. Suppression de la restriction de pêche dans les prochaines décennies.
Longueur des poissons pêchés	 Situation actuelle	 50% plus grande
Temps pour capturer un poisson	 Situation actuelle	 Moitié moins de temps
Condition riveraine (accessibilité aux sites de pêche, condition de glace)	Situation actuelle	20% d'augmentation de l'espace disponible par rapport à la situation actuelle
Achalandage	 Situation actuelle	 Plus de pêcheurs que la situation actuelle

2. scénario (Amélioration)

	Aujourd'hui	Avec intervention
Qualité d'habitat des poissons	<u>En détérioration</u> 1. Huit espèces de poissons menacées, équivalant à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale.	 <u>En amélioration</u> 1. Réduction du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. Réduction de la restriction de la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies.
Longueur des poissons pêchés	 Situation actuelle	 20% plus grande
Temps pour capturer un poisson	 Situation actuelle	 Un tiers (1/3) de temps en moins
Condition riveraine (accessibilité aux sites de pêche, condition de glace)	Situation actuelle	10% d'augmentation de l'espace disponible par rapport à la situation actuelle
Achalandage	 Situation actuelle	 Plus de pêcheurs que la situation actuelle

Dans ce cas-là, voudriez-vous venir pêcher au lac Saint-Pierre pendant la saison de pêche blanche?

- A. Oui → allez à la question 5
 B. Non → allez à la question 6
 C. Pas certain → allez à la question 6

5. Si oui, environ combien de fois à chaque saison ? _____ fois/saison → allez à la question 7.

6. « Si vous avez répondu non ou pas certain, pouvez-vous nous en indiquer les raisons ? → allez à la question 10

L'amélioration suggérée me semble peu probable	O
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus d'information	O
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus de temps pour réfléchir	O
Je ne crois pas aux changements climatiques	O
Je privilégierais d'autres sites de pêche, entre autres ceux plus près de ma	O

région	
Je ne connais pas la situation actuelle au lac Saint Pierre, ainsi j'ai de la difficulté à imaginer la situation décrite dans le scénario « sans intervention »	0
Autre, veuillez préciser:	

7. Considérant les difficultés économiques actuelles à l'échelle provinciale et mondiale, pour financer la mise en place de ces mesures, le gouvernement pourrait décider d'imposer un droit d'accès supplémentaire aux sites de pêche du lac Saint-Pierre de X dollars par saison. Ce droit d'accès s'appliquerait à tous les types d'utilisateurs (navigation de plaisance, chasse, pêche, piégeage, randonnée, etc.). Dans ce cas, seriez-vous toujours prêt(e) à venir pêcher au lac Saint-Pierre?

(X=10, 20, 30, 50, 80, 150, 300, 500\$/par an)

- A. Oui → allez à la question 8
- B. Non → allez à la question 9
- C. Pas certain → allez à la question 9

8. Si oui, combien de visites par saison ? _____ fois/saison (considérant que ce tarif supplémentaire ne serait payé qu'une seule fois, à la première visite) → allez à la question 10

9. « Si vous avez répondu non ou pas certain, pouvez-vous nous en indiquer les raisons ? → allez à la question 10

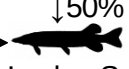
Le droit d'accès est trop cher	0
L'argent devrait plutôt servir à d'autres priorités, comme la santé	0
Je ne devrais pas avoir à payer pour résoudre un problème causé par d'autres	0
Je n'ai pas les moyens de payer pour l'amélioration de l'environnement	0
Je ne crois pas que le gouvernement va dépenser les fonds de manière adéquate	0
Ce devrait être le gouvernement qui paie	0
Une augmentation de la taxe foncière municipale des régions autour du lac serait plus pertinente	0
Une augmentation de taxe/impôt provincial serait plus pertinente	0
Ce devrait être les agriculteurs qui payent	0
Je pourrai aller pêcher dans d'autres sites qui n'exigent pas un tel droit d'accès	0
Autres	0
Si autre, veuillez préciser:	

Dans cette section, différents sites de pêche vous seront présentés, chacun sera décrit par les 6 caractéristiques illustré dans le tableau ainsi que par la distance à voyager depuis chez vous. Ces sites sont présentés par paire et chaque paire est accompagnée par le choix de « ne pas aller pêcher ». Pour chaque paire de sites, veuillez supposer que ce sont les seuls deux sites de pêche que vous pouvez choisir lors de votre prochain voyage de pêche. Nous voudrions que vous indiquiez votre choix parmi ceux proposés.

Supposons que les sites proposés dans le tableau suivant sont les DEUX SEULS sites de pêche disponibles :

10. Quel site préféreriez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

A. Site A B. Site B C. Je n'irai pas pêcher

Pour aller pêcher sur le site A ou B, vous devrez payer le coût de transport de votre résidence principale jusqu'au site, ainsi que des frais d'hébergement si nécessaire. Aucun coût de voyage ne sera nécessaire si vous choisissez de « ne pas pêcher ».		
	Site A	Site B
Distance depuis votre résidence principale	50 km	75 km
Qualité d'habitat des poissons	Meilleure  qu'au lac Saint Pierre	Moins bonne  qu'au lac Saint Pierre
Longueur des poissons pêchés	 →  ↓ 50% 50% plus petite qu'au lac Saint Pierre	 →  ↓ 20% 20% plus petite qu'au lac Saint Pierre
Temps pour capturer un poisson	 Un tiers (1/3) de temps en moins qu'au lac Saint Pierre	 2 fois plus de temps qu'au lac Saint Pierre
Condition riveraine (accessibilité aux sites de pêche, condition de glace)	10% meilleure qu'au lac Saint Pierre	Similaire au lac Saint Pierre
Achalandage	 Plus de pêcheurs qu'au lac Saint Pierre	 Similaire au lac Saint Pierre

11. Quel site préféreriez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites C et D.

12. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites E et F.

13. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites G et H.

14. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites I et J.

15. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites K et L.

16. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites M et N.

17. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites O et P.

18. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites Q et R.

	Niveaux
Distance depuis votre résidence principale	10 km, 20 km, 35km, 50km, 75 km, 100 km, 150 km, 200 km, 300km, 400km et 500km
Qualité d'habitat des poissons	Moins bonne/même qualité/meilleure/bien meilleure qu'au lac Saint Pierre
Longueur des poissons pêchés	50% plus petite, 20% plus petite, similaire, 20%, 50%, 100%, 200% plus grande par rapport au lac Saint Pierre
Temps pour capturer un poisson	2/3 en moins, la moitié moins, 1/3 en moins, même temps, 1,5 fois plus, 2 fois plus par rapport au lac Saint Pierre
Condition riveraine (accessibilité aux sites de pêche, condition de glace)	10% moins bonne, similaire 10% meilleure, 20% meilleure que la situation actuelle du lac Saint-Pierre
Achalandage	Moins de pêcheurs qu'au lac Saint-Pierre, Similaire au lac Saint-Pierre , Plus de pêcheurs qu'au lac Saint-Pierre

19. Si vous avez choisi de « ne pas aller pêcher » une ou plusieurs fois, répondez à la prochaine question. Sinon, passez directement à la section suivante.

Les sites proposés ne m'intéressent pas	O
Je ne comprends pas bien les questions, j'ai besoin de plus d'information	O
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus de temps pour réfléchir	O
Je doute de la crédibilité des sites proposés	O
Je connais peu la situation actuelle au lac Saint Pierre, ainsi j'ai de la difficulté à comparer avec les autres sites	O

Autres	0
Si autre, veuillez préciser:	

QUATRIÈME SECTION : VOTRE PROFIL

Voici quelques questions pour nous aider à dresser votre profil socioéconomique.

1. Vous êtes :

Un homme: ☐ Une femme: ☐

1. Quel est votre âge :

- ☐ Moins de 18 ans
- ☐ Entre 18 et 24 ans
- ☐ Entre 25 et 34 ans
- ☐ Entre 35 et 44 ans
- ☐ Entre 45 et 54 ans
- ☐ Entre 55 et 64 ans
- ☐ Entre 65 et 74 ans
- ☐ 75 ans ou plus
- ☐ Je préfère ne pas répondre à cette question

3. Quelle situation vous décrit le mieux ?

- ☐ Seul(e) sans enfant(s)
- ☐ Seul(e) avec enfant(s)
- ☐ En couple sans enfant(s)
- ☐ En couple avec enfant(s)
- ☐ Avec des parents ou colocataires
- ☐ Autre situation _____

4. Combien de personnes y-a-t-il dans votre foyer (vous incluant) :

_____ personnes, dont _____ ont moins de 18 ans

5. Quel est le dernier niveau de scolarité que vous avez atteint ?

- Primaire ☐
- Secondaire ☐
- DEP ☐
- Collégial ☐
- Universitaire ☐

6. Veuillez indiquer votre type d'emploi :

Temps plein, _____ heures par semaine ☐

Temps partiel, _____ heures par semaine ☐

7. Quelle est votre occupation principale actuelle ?

N.B. ON PARLE D'EMPLOI RÉMUNÉRÉ SEULEMENT. Même si vous êtes en congé sabbatique, de maternité, de maladie ou d'accident de travail, veuillez préciser votre EMPLOI. Si vous êtes incertain(e) de la catégorie qui s'applique à vous, choisissez "Autre" et décrivez votre emploi.

- | | |
|--|-----------------------|
| Employé de bureau | ☐ |
| Personnel spécialisé dans la vente | ☐ |
| Personnel spécialisé dans les services | ☐ |
| Producteur agricole | ☐ |
| Travailleur manuel | ☐ |
| Ouvrier spécialisé / Semi-spécialisé | ☐ |
| Travailleur des sciences & technologies | ☐ |
| Professionnel | ☐ |
| Gestionnaire/Administrateur/Propriétaire | ☐ |
| Travailleur autonome | ☐ |
| Au foyer | ☐ |
| Retraité (pré-retraité, rentier) | ☐ |
| Sans emploi (Assurance-emploi, assisté social,...) | ☐ |
| Autre - spécifiez | ☐ |

8. Parmi les catégories suivantes, laquelle reflète le mieux le REVENU total de votre ménage avant impôt pour l'année 2012 ?

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| ...9 999 \$ et moins | ☐ |
| ...entre 10 000 \$ et 29 999 \$ | ☐ |
| ...entre 30 000 \$ et 49 999 \$ | ☐ |
| ...entre 50 000 \$ et 74 999 \$ | ☐ |
| ...entre 75 000 \$ et 99 999 \$ | ☐ |
| ...entre 100 000 \$ et 149 999 \$ | ☐ |
| ...entre 150 000 \$ et plus | ☐ |

9. Quel est votre code postal ? _____

10. Depuis quand résidez-vous à cette adresse ? _____ (mois/année)

11. Où avez-vous passé la plus grande partie de votre vie :

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ En milieu urbain
- ☐ Dans un village
- ☐ En campagne
- ☐ En bordure d'un lac ou d'un cours d'eau

12. Êtes-vous locataire ou propriétaire de votre logement ?

- | | |
|--------------|-----------------------|
| Locataire | ☐ |
| Propriétaire | ☐ |

13. Possédez-vous (votre famille) un chalet ou une résidence sur le lac Saint-Pierre ?

- Oui ☐

Non ☐

14. De manière générale, vous estimez que votre état de santé est :

Très mauvais ☐
Mauvais ☐
Moyen ☐
Bon ☐
Très bon ☐

15. Souffrez-vous d'un problème de santé qui vous empêche de faire des activités récréotouristiques comme vous le voulez?

Oui ☐
Non ☐
Ne sais pas ☐

16. Croyez-vous que les activités récréotouristiques contribuent à améliorer votre état de santé?

Oui ☐
Non ☐
Ne sais pas ☐

Courrez la chance de gagner un des deux prix d'une valeur de 250\$.

La participation à ce tirage est optionnelle. Pour participer, veuillez inscrire votre adresse courriel ici : _____

Votre courriel ne sera accessible que par l'équipe de recherche. Une fois que le gagnant aura reçu son prix, cette information sera détruite.

La date limite pour participer au tirage est le 31 mars 2015. Un premier tirage aura lieu le 31 janvier 2015 et le second le 1er avril 2015.

Chaque gagnant sera contacté par courriel par la responsable de l'équipe de recherche dès que les résultats seront connus.

Si vous acceptez d'être contacté pour une nouvelle étude sur l'environnement, veuillez nous l'indiquer :

Oui

Non

MERCI BEAUCOUP DE VOTRE COLLABORATION

Annexe 3. Questionnaire destiné à aux pêcheurs sportifs en été

Enquête sur la valeur économique des écosystèmes et de la pêche au lac Saint-Pierre

(Version pêche en eau libre)

BIENVENUE et MERCI POUR VOTRE INTÉRÊT

Ce questionnaire vise à connaître votre intérêt pour la préservation **des services écosystémiques²⁷ et de la pêche au lac Saint-Pierre**, qui sont actuellement menacés par plusieurs problèmes de pollution. De plus, les changements climatiques risquent d'accentuer leur détérioration dans les prochaines décennies. Ainsi, des mesures d'adaptation doivent être prises rapidement pour assurer le bon fonctionnement du système écologique du lac.

Cette étude est menée par des chercheurs de l'Université de Sherbrooke et de l'Université du Québec en Outaouais, avec la collaboration du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et de l'Aire faunique communautaire du lac Saint-Pierre. Elle est financée par Ressources naturelles Canada et le consortium Ouranos, un organisme dédié à la recherche sur les changements climatiques.

Ce questionnaire est divisé en 4 sections et le temps nécessaire pour y répondre est d'environ 15 à 20 minutes. Nous vous remercions pour votre collaboration. Vos réponses demeureront confidentielles. Les informations recueillies dans le cadre de cette étude ne serviront qu'à des fins scientifiques. Les données obtenues seront détruites 10 ans après la fin de cette étude. Vous êtes libre de vous retirer de cette étude en tout temps. Par contre, une fois le questionnaire soumis, il ne sera plus possible de se retirer, car aucune information permettant de vous identifier n'aura été recueillie.

À la fin du questionnaire, vous serez invité à participer à un tirage pour gagner un des trois prix d'une valeur de 250\$. La participation à ce tirage est optionnelle. Pour participer, vous devrez communiquer votre adresse courriel à la fin du sondage. Votre adresse courriel ne sera accessible qu'aux membres de l'équipe de recherche. Si vous nous donnez votre accord, votre adresse pourra également servir à vous contacter pour une étude ultérieure sur l'environnement. La date limite pour participer au tirage est le 31 octobre 2015. Chaque

²⁷ Les services écosystémiques réfèrent aux bénéfices que soutirent les sociétés humaines de la nature. C'est un concept relativement récent qui vise à concevoir les écosystèmes en une série d'attributs, vecteurs de bien-être, qui rendent la vie possible à l'être humain (Boyd et Banzhaf, 2005).

gagnant sera contacté par courriel par la responsable de l'équipe de recherche dès que les résultats seront connus.

Pour toute question ou commentaire, vous pouvez contacter l'équipe de recherche au 1-819-821-8000, au numéro sans frais 1-800-267-8337 poste 62360 ou à jie.he@usherbrooke.ca

Le Comité d'éthique de la recherche Lettres et sciences humaines de l'Université de Sherbrooke a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi. De plus, il approuvera au préalable toute révision et toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement, ainsi qu'au protocole de recherche.

Vous pouvez parler de tout problème éthique concernant les conditions dans lesquelles se déroule votre participation à ce projet avec l'équipe du projet ou expliquer vos préoccupations à M. Olivier Laverdière, président du Comité d'éthique de la recherche Lettres et sciences humaines, en communiquant par l'intermédiaire de son secrétariat au numéro suivant : 1-800-267-8337 poste 62644, ou par courriel à: cer_lsh@USherbrooke.ca.

CONSENTEMENT:

Le fait de répondre au questionnaire constitue un consentement à participer au projet de recherche.

Il est important que vous répondiez à toutes les questions en y **exprimant votre point de vue. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse !**

PREMIÈRE SECTION :

VOS ACTIVITÉS DE PÊCHE EN EAU LIBRE

1. Pratiquez-vous la pêche en eau libre (période d'activité : mai-octobre)?

- A. Oui
- B. Non

2. Veuillez indiquer tous les équipements de pêche en eau libre que vous possédez.

- A. Ligne(s) à pêche
- B. Leurres de pêche
- C. Embarcation(s)
- D. Sonar
- E. GPS
- F. Puisse
- G. Autre, veuillez préciser _____

3. Pratiquez-vous la pêche en eau libre au lac Saint-Pierre?

- A. Oui
- B. Non ➔ allez à la question 20

4. Depuis quand pratiquez-vous la pêche en eau libre au lac Saint-Pierre ?

- A. Depuis un an
- B. 1-5 ans
- C. 5-10 ans
- D. 10-20 ans
- E. 20 ans et plus

5. Avez-vous acheté un permis de pêche du Québec ?

- A. Oui, j'en achète chaque année
- B. Oui, j'en ai acheté un pour la présente saison
- C. Non, je ne possède pas de permis, mais je vais parfois à la pêche avec des amis/proches ➔ allez à la question 10

6. Avez-vous acheté des autorisations de pêche de l'Aire faunique communautaire du lac Saint-Pierre au cours des derniers 5 ans ?

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| Oui, tous les ans | ☐ |
| Oui, mais pas tous les ans | ☐ |
| Non | ☐ |

7. Pouvez-vous préciser le type d'autorisation que vous avez acheté pour la présente saison de pêche?

- A. Journalière
- B. Saisonnière
- C. Annuelle

9. Depuis le début de la présente saison de pêche en eau libre (1^{er} avril 2015), combien de fois avez-vous pêché au lac Saint-Pierre ?

_____ fois? ➔ si 0 fois allez à la question 20.

10. Pouvez-vous indiquer la date et les heures de votre dernière sortie de pêche au lac Saint-Pierre pendant la présente saison de pêche en eau libre? _____Mois_____Jour

Date et heure de début des activités de pêche : _____

Date et heure de fin des activités de pêche : _____

11. Vous étiez _____ personnes lors de votre dernier voyage de pêche au lac Saint-Pierre ?
_____ personnes ont pêché, dont _____ possèdent leur propre permis ?

13. Lors de votre dernier sortie de pêche au lac Saint-Pierre, avez-vous fait affaire avec :

- A. Pourvoirie
- B. Guide de pêche
- C. J'accède au lac par mes propres moyens

12. Indiquez dans le tableau suivant les dépenses totales liées à votre dernier voyage de pêche en eau libre au lac Saint-Pierre (toutes les personnes voyageant ensemble confondues)

Item	Dépenses (en \$)
Frais de transport (essence, location de voiture, péage, stationnement, etc.)	
Nourriture (épicerie, restaurant, boissons etc.)	
Hébergement (hôtel, motel, location de chalet, etc.)	
Matériel/équipements	
Achat de droit d'accès	
Achat de permis	
Achat d'appâts	
Service de guide de pêche	
Location d'embarcation	
Achat de forfait de pêche	
Autres dépenses, précisez _____	
Total	

13. Utilisez-vous des poissons-appâts morts pour la pêche en eau libre au lac Saint-Pierre?

- A. Oui, à chaque voyage de pêche
- B. Oui, parfois
- C. Oui, mais assez rarement
- D. Non, je n'utilise que des leurres artificiels

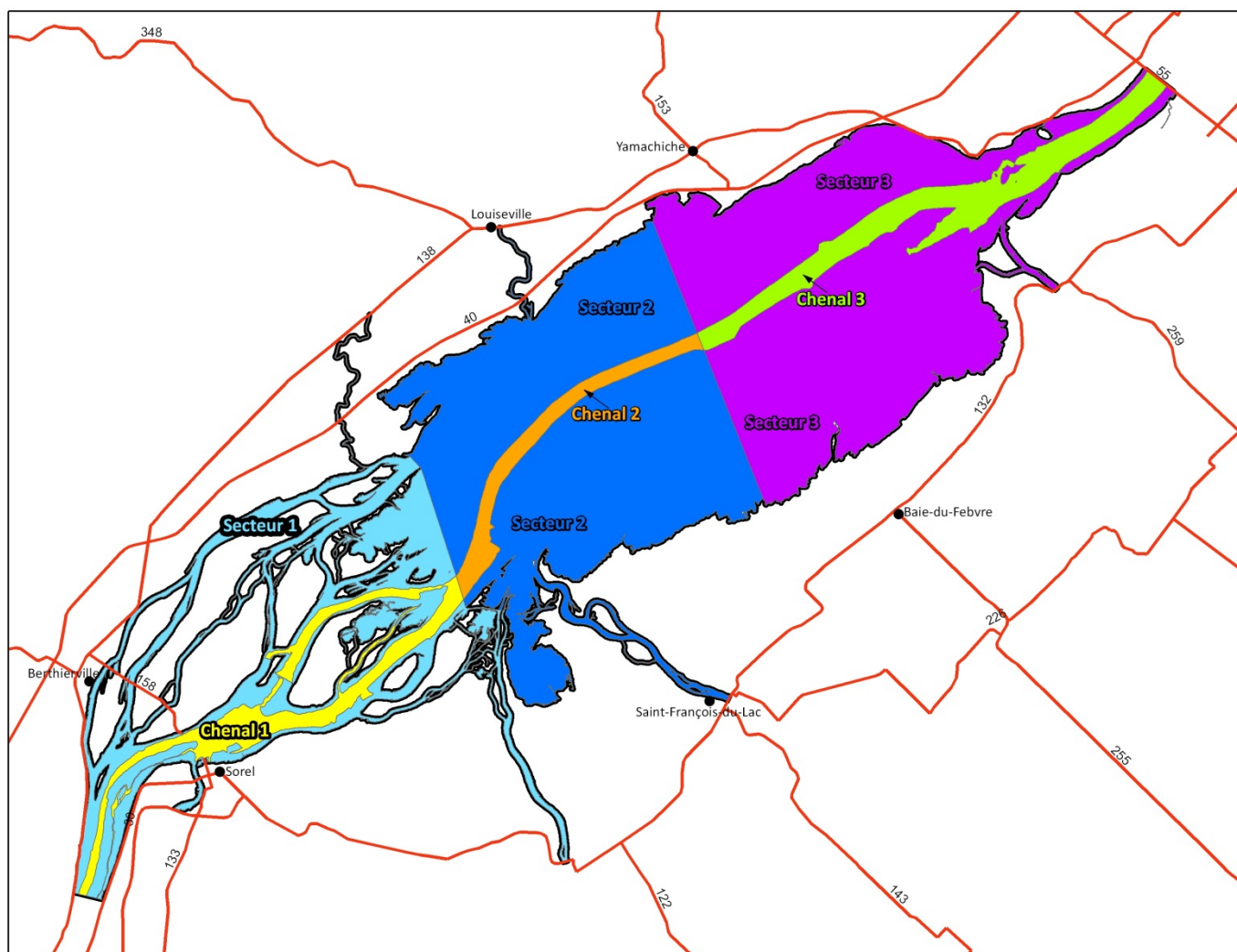
14. Veuillez indiquer le nombre de poissons par espèce que vous avez pêché lors de votre dernier voyage de pêche en eau libre au lac Saint-Pierre.

		Nombre conservé	Nombre remis à l'eau
1	Perchaude (pêche interdite)		
2	Bar rayé (pêche interdite)		
3	Doré noir		
4	Doré jaune		
5	Barbotte brune		
6	Crapet-soleil		
7	Grand brochet		
8	Maskinongé		
9	Achigan		
10	Esturgeon		
11	Anguille		
12	Baret		
13	autre_____		
	Total	Calcule auto.	Calcule automatiquement

15. Lors de votre dernière sortie de pêche au lac Saint-Pierre, cherchiez-vous des espèces en particulier? (Veuillez indiquer les trois espèces que vous recherchez par ordre décroissant d'importance en utilisant les numéros utilisés à la question précédente)

- A. Oui, 1^{er} choix_____, 2^e choix_____, 3^e choix_____ (en ordre décroissance d'importance)
- B. non

16. Veuillez indiquer le ou les sites que vous avez fréquentés lors de votre dernière sortie de pêche au lac Saint-Pierre (voir carte)._____



17. Veuillez indiquer, pour chaque secteur du lac Saint-Pierre illustré à la carte suivante, les lieux où vous avez pratiqué la pêche en eau libre pendant la présente saison de pêche ainsi que le nombre de voyages effectués. Ensuite, cotez les lieux de pêches que vous avez visités selon les critères suivantes (A=satisfaisant, B= neutre, C=pas satisfaisant) pour chacun des 6 critères.

	Nb de visites pendant la présente saison de pêche
Secteur 1	
Secteur 2	
Secteur 3	
Chenal 1	
Chenal 2	
Chenal 3	

18. Pour le site que vous avez fréquenté le plus souvent, en comparaison avec vos expériences de pêche des années précédentes, comment trouvez-vous sa qualité de la pêche cette année ? Cochez la case appropriée pour chacun des critères.

Situation	Nombre de captures	Longueur des poissons	Qualité d'habitat des poissons	Accessibilité aux sites de pêche (mises à	Achalandage (Présence d'autres

		pêchés	(superficie, qualité des plaines inondables, qualité des herbiers aquatiques, qualité de l'eau, etc.)	l'eau fonctionnelles, entraves à la navigation, etc.)	pêcheurs, d'autres utilisateurs du lac, etc.)
Beaucoup meilleure					
Un peu meilleure					
Inchangée					
Un peu moins bonne					
Beaucoup moins bonne					

19. Laquelle de ces deux situations préférez-vous?

- A. Un grand nombre de poissons pêchés, peu importe la taille
- B. Un petit nombre de poissons pêchés, mais de grande taille.

20. Qualifiez l'évolution de la fréquence de vos sorties de pêche blanche au lac Saint-Pierre au cours des 5 dernières années ?

- A. À la hausse
- B. Stable
- C. À la baisse
- D. Ne s'applique pas, c'était ma première sortie de pêche au lac Saint-Pierre

DEUXIÈME SECTION :

VOTRE OPINION SUR LES PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX AU LAC SAINT-PIERRE ET SUR LES CHANGEMENT CLIMATIQUES

1. Avez-vous déjà entendu parler des problèmes environnementaux auxquels fait face le lac Saint-Pierre (pollution, érosion des rives, espèces exotiques envahissantes, espèces de poissons/oiseaux menacées, cyanobactéries)?

- A. Oui, j'en ai entendu parler
- B. Non, je n'en ai pas entendu parler

2. Avez-vous déjà entendu parler du moratoire sur la pêche à la perchaude qui a été instauré depuis 2012 au lac Saint-Pierre?

- A. Oui, j'en ai entendu parler
- B. Non, je n'en ai pas entendu parler

3. Selon vous, ces problèmes d'environnement sont :

- A. Très préoccupants
- B. préoccupants
- C. Peu préoccupants
- D. Pas préoccupants
- E. Je ne sais pas

4. Ces problèmes environnementaux affectent-ils vos activités de pêche en eau libre au lac Saint-Pierre?

- A. Oui, ils les affectent beaucoup
- B. Oui, ils les affectent un peu
- C. Non, ils ne les affectent pas beaucoup
- D. Non, ils ne les affectent pas
- E. Je ne sais pas

5. Selon vous, les effets des changements climatiques seront en général:

- A. Positifs pour le Québec
- B. Neutres pour le Québec
- C. Négatifs pour le Québec
- D. Je ne sais pas
- E. Je ne crois pas aux changements climatiques

6. Saviez-vous que le lac Saint-Pierre est reconnu comme une zone humide d'importance au niveau international ?

- A. Oui

B. Non

7. Selon vous, qui peut le plus contribuer à une amélioration de la situation en matière d'environnement ? (maximum 3 choix)

- A. Les gouvernements
- B. Les entreprises
- C. Les organismes sans but lucratif
- D. Les individus comme vous
- E. Aucun
- F. Je ne sais pas

8. À part la pêche, quelles sont les autres activités que vous pratiquez, et à quelle fréquence?

ACTIVITÉS EN NATURE	Jamais	Rarement < 5 fois par an	A l'occasion 5-10 fois par an	Souvent >10 fois par an	Toujours Presque chaque semaine
Randonnée en nature (marche, raquette, ski de fond, etc.)	O	O	O	O	O
Observation de la nature (oiseaux, etc.)	O	O	O	O	O
Chasse	O	O	O	O	O
Piégeage	O	O	O	O	O
Cyclisme	O	O	O	O	O
Baignade et/ou plongée dans les lacs et rivières	O	O	O	O	O
Canoë, kayak, bateau non motorisé, kite-surf, etc.	O	O	O	O	O
Bateau motorisé (incluant ski nautique)	O	O	O	O	O
Autres, veuillez précisez	O	O	O	O	O

TROISIÈME SECTION: LE FUTUR DU LAC SAINT-PIERRE

L'écosystème du lac Saint-Pierre est profondément affecté par les activités humaines. Bien que la qualité de l'eau se soit largement améliorée depuis les années 80, la moitié des rivières qui se jettent dans le lac Saint-Pierre sont toujours considérées comme très polluées. De plus, les activités humaines (agriculture, villégiature, développement urbain, etc.) continuent à empiéter sur la plaine inondable et les rives du lac, ce qui entraîne des pertes d'habitats pour la faune et la flore. Un déclin de plusieurs espèces de poissons est ainsi observé depuis les années 90. La situation est devenue si critique qu'un moratoire sur la pêche à la perchaude a été instauré en 2012.

Les changements climatiques risquent de rendre la situation encore plus difficile. Les modèles hydrologiques prévoient ainsi une baisse du niveau d'eau du lac Saint-Pierre de 30 à 40 cm en moyenne dans les 40 prochaines années, ce qui équivaut à une réduction de 10 à 13% de sa profondeur moyenne actuelle de 3 m. Une telle diminution du niveau d'eau du Lac Saint-Pierre ressemblera beaucoup à certaines importantes variations du niveau d'eau déjà observées dans le passé, telles que celle observée au printemps et à l'été 2001 (c.f. les photos pour une comparaison entre 2000 et 2001). Cette baisse moyenne de 10-13% sera accompagnée par des variations saisonnières des niveaux d'eau (des étiages et des crues) plus importantes et plus hâtives.



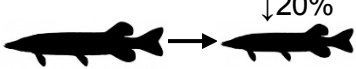
11 août 2000 près de Pointe-du-Lac
(Source : Christiane Hudon, Environnement Canada)



31 juillet 2001 près de Pointe-du-Lac (0.71m de réduction)
(Source : Christiane Hudon, Environnement Canada)

Une telle situation est susceptible d'avoir des répercussions négatives sur les populations de poissons et la qualité de la pêche au lac Saint-Pierre : Les changements climatiques risquent de réduire la superficie des milieux humides et la qualité de l'eau et de favoriser la prolifération des roseaux communs, ainsi détériorent la qualité d'habitat pour les poissons (temps plus long pour capturer un poisson et taille de poisson plus petite) et rend nécessaire des restrictions supplémentaires à la pêche (moratoires). Un niveau d'eau plus faible peut également rendre plus difficile la mise à l'eau et la navigation et certains secteurs de pêche inaccessibles.

1. Supposons que **sans intervention, la condition du lac Saint-Pierre continuera à se détériorer** sous la pression des activités humaines et des changements climatiques:

	Aujourd'hui	Sans intervention
Qualité d'habitat des poissons	<u>En détérioration</u> 1. 8 espèces de poissons menacées, équivalant à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale.	 <u>En détérioration accélérée</u> 1. Augmentation du nombre d'espèces à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. Maintien de la restriction de la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies
Longueur des poissons pêchés	 Situation actuelle	 20% plus petite
Temps pour capturer un poisson	 Situation actuelle	 2 fois plus de temps
Accessibilité aux sites de pêche	Situation actuelle	20% de réduction de l'espace disponible par rapport à la situation actuelle
Achalandage	 Situation actuelle	 Moins de pêcheurs que la situation actuelle

Si la situation du lac Saint-Pierre est comme décrite dans le scénario « sans intervention », voudriez-vous aller pêcher au lac Saint-Pierre pendant la saison de la pêche en eau libre?

- A. Oui → allez à la question 2
- B. Non → allez à la question 3
- C. Pas certain → allez à la question 3

2. Si oui, environ combien de fois par saison? _____ fois/saison → allez à la question 4

3. Si vous avez répondu non ou pas certain, pouvez-vous nous en indiquer les raisons ?

J'ai déjà réduit ma fréquentation au cours des dernières années	0
La détérioration est trop importante, je ne pense pas que cela vaille la peine d'y aller encore	0
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus d'information	0
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus de temps pour réfléchir	0
Je doute de la crédibilité d'une telle dégradation	0
De toute façon je n'ai jamais pêché au lac Saint-Pierre, ainsi c'est encore moins possible si sa situation se dégrade dans le futur	0

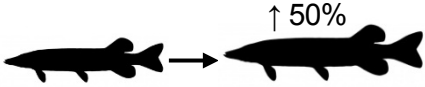
Je ne crois pas aux changements climatiques	O
Je privilégierai d'autres sites de pêche, entre autres ceux plus près de ma région	O
Je ne connais pas la situation actuelle au lac Saint Pierre, ainsi j'ai de difficulté à imaginer la situation décrite dans le scénario « sans intervention »	O
Autre, veuillez préciser:	

Dans ce contexte, il est important de réduire rapidement les pressions exercées par les activités humaines pour aider les écosystèmes à mieux faire face aux changements à venir. Pour ce faire, les gouvernements provinciaux et fédéraux réfléchissent en ce moment à **une série de mesures d'adaptation aux changements climatiques dans le but de réduire les pressions sur le lac Saint-Pierre**, voire d'en améliorer la situation. Ces mesures sont :

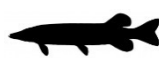
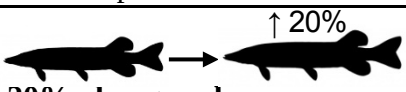
- Restaurer les zones riveraines et la plaine inondable autour du lac Saint-Pierre afin de réduire l'empiètement par les activités humaines
- Modifier les pratiques agricoles en zone inondable et dans le bassin versant du lac Saint-Pierre
- Augmenter l'efficacité et la capacité du traitement des eaux usées par les municipalités
- Protéger et restaurer des habitats refuges pour les espèces menacées ou vulnérables
- Appliquer un moratoire sur le dragage futur du chenal de navigation pour protéger les habitats aquatiques de faible profondeur
- Éduquer et sensibiliser le public
- Appliquer de façon plus stricte les lois et règlements en vigueur

4. Si le gouvernement décidait de prendre ces mesures pour amoindrir les impacts des activités humaines et assurer une meilleure adaptation du lac Saint-Pierre aux changements climatiques, la condition de pêche au lac Saint-Pierre pourrait devenir comme décrite dans le tableau suivant :

1. scénario (Amélioration importante)

	Aujourd'hui	Avec intervention
Qualité d'habitat des poissons	<u>En détérioration</u> 1. 8 espèces de poissons menacées, équivalant à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale.	 <u>En amélioration importante</u> 1. Réduction du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. Suppression de la restriction de pêche dans les prochaines décennies.
Longueur des poissons pêchés	 Situation actuelle	 50% plus grande
Temps pour capturer un poisson	 Situation actuelle	 Moitié moins de temps
Accessibilité aux sites de pêche	Situation actuelle	20% d'augmentation de l'espace disponible par rapport à la situation actuelle
Achalandage	 Situation actuelle	 Plus de pêcheurs que la situation actuelle

2. scénario (Amélioration)

	Aujourd'hui	Avec intervention
Qualité d'habitat des poissons	En détérioration 1. 8 espèces de poissons menacées, équivalant à 10% des 79 espèces qui s'y trouvent. 2. La perchaude fait l'objet d'un moratoire de 5 ans sur la pêche sportive et commerciale.	 En amélioration 1. Réduction du nombre d'espèces de poissons à statut précaire dans les prochaines décennies. 2. Réduction de la restriction de la pêche sportive et commerciale dans les prochaines décennies.
Longueur des poissons pêchés	 Situation actuelle	 20% plus grande
Temps pour capturer un poisson	 Situation actuelle	 Un tiers (1/3) de temps en moins
Accessibilité aux sites de pêche	Situation actuelle	10% d'augmentation de l'espace disponible par rapport à la situation actuelle
Achalandage	 Situation actuelle	 Plus de pêcheurs que la situation actuelle

Dans ce cas-là, voudriez-vous venir pêcher au lac Saint-Pierre pendant la saison de pêche en eau libre?

- A. Oui → allez à la question 5
 B. Non → allez à la question 6
 C. Pas certain → allez à la question 6

5. Si oui, environ combien de fois à chaque saison ? _____ fois/saison → allez à la question 7.

6. « Si vous avez répondu non ou pas certain, pouvez-vous nous en indiquer les raisons ? → allez à la question 10

L'amélioration suggérée me semble peu probable	O
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus d'information	O
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus de temps pour réfléchir	O
Je ne crois pas aux changements climatiques	O
Je privilégierais d'autres sites de pêche, entre autres ceux plus près de ma région	O

Je ne connais pas la situation actuelle au lac Saint Pierre, ainsi j'ai de la difficulté à imaginer la situation décrite dans le scénario « sans intervention »	O
Autre, veuillez préciser:	

7. Considérant les difficultés économiques actuelles à l'échelle provinciale et mondiale, pour financer la mise en place de ces mesures, le gouvernement pourrait décider d'imposer un droit d'accès supplémentaire aux sites de pêche du lac Saint-Pierre de X dollars par saison. Ce droit d'accès s'appliquerait à tous les types d'utilisateurs (navigation de plaisance, chasse, pêche, piégeage, randonné, etc.). Dans ce cas, seriez-vous toujours prêt(e) à venir pêcher au lac Saint-Pierre?

(X=10, 20, 30, 50, 80, 150, 300, 500\$/par **saison**)

- A. Oui → allez à la question 8
- B. Non → allez à la question 9
- C. Pas certain → allez à la question 9

8. Si oui, combien de visites par saison ? _____ fois/saison (considérant que ce tarif supplémentaire ne serait payé qu'une seule fois, à la première visite) → allez à la question 10

9. « Si vous avez répondu non ou pas certain, pouvez-vous nous en indiquer les raisons ? → allez à la question 10

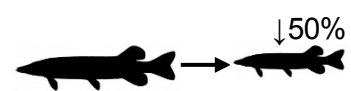
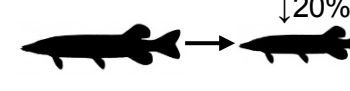
Le droit d'accès est trop cher	O
L'argent devrait plutôt servir à d'autres priorités, comme la santé	O
Je ne devrais pas avoir à payer pour résoudre un problème causé par d'autres	O
Je n'ai pas les moyens de payer pour l'amélioration de l'environnement	O
Je ne crois pas que le gouvernement va dépenser les fonds de manière adéquate	O
Ce devrait être le gouvernement qui paie	O
Une augmentation de la taxe foncière municipale des régions autour du lac serait plus pertinente	O
Une augmentation de taxe/impôt provincial serait plus pertinente	O
Ce devrait être les agriculteurs qui payent	O
Je pourrai aller pêcher dans d'autres sites qui n'exigent pas un tel droit d'accès	O
Autres	O
Si autre, veuillez préciser:	

Dans cette section, différents sites de pêche vous seront présentés, chacun sera décrit par les 6 caractéristiques illustré dans le tableau ainsi que par la distance à voyager depuis chez vous. Ces sites sont présentés par paire et chaque paire est accompagnée par le choix de « ne pas aller pêcher ». Pour chaque paire de sites, veuillez supposer que ce sont les seuls deux sites de pêche que vous pouvez choisir lors de votre prochain voyage de pêche. Nous voudrions que vous indiquiez votre choix parmi ceux proposés.

Supposons que les sites proposés dans le tableau suivant sont les DEUX SEULS sites de pêche disponibles :

10. Quel site préféreriez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

A. Site A B. Site B C. Je n'irai pas pêcher

Pour aller pêcher sur le site A ou B, vous devrez payer le coût de transport de votre résidence principale jusqu'au site, ainsi que des frais d'hébergement si nécessaire. Aucun coût de voyage ne sera nécessaire si vous choisissez de « ne pas pêcher ».		
	Site A	Site B
Distance depuis votre résidence principale	50 km	75 km
Qualité d'habitat des poissons	 Meilleure qu'au lac Saint Pierre	 Moins bonne qu'au lac Saint Pierre
Longueur des poissons pêchés	 50% plus petite qu'au lac Saint Pierre	 20% plus petite qu'au lac Saint Pierre
Temps pour capturer un poisson	 Un tiers (1/3) de temps en moins qu'au lac Saint Pierre	 2 fois plus de temps qu'au lac Saint Pierre
Accessibilité aux sites de pêche	Bien meilleure qu'au lac Saint Pierre	Similaire au lac Saint Pierre
Achalandage	 Plus de pêcheurs qu'au lac Saint Pierre	 Similaire au lac Saint Pierre

11. Quel site préféreriez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites C et D.

12. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites E et F.

13. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites G et H.

14. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites I et J.

15. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites K et L.

16. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites M et N.

17. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites O et P.

18. Quelle site préférez-vous pour votre prochain voyage de pêche?

Même grille, mais avec des valeurs différentes. Sites Q et R.

	Niveaux
Distance depuis votre résidence principale	10 km, 20 km, 35km, 50km, 75 km, 100 km, 150 km, 200 km, 300km, 400km et 500km
Qualité d'habitat des poissons	Moins bonne/même qualité/meilleure/bien meilleure qu'au lac Saint Pierre
Longueur des poissons pêchés	50% plus petite, 20% plus petite, similaire, 20%, 50%, 100%, 200% plus grande par rapport au lac Saint Pierre
Temps pour capturer un poisson	2/3 en moins, la moitié moins, 1/3 en moins, même temps, 1,5 fois plus, 2 fois plus par rapport au lac Saint Pierre
Accessibilité aux sites de pêche	Moins bonne, similaire, meilleure, bien meilleure que la situation actuelle du lac Saint-Pierre
Achalandage	Moins de pêcheurs qu'au lac Saint-Pierre, Similaire au lac Saint-Pierre , Plus de pêcheurs qu'au lac Saint-Pierre

18. Si vous avez choisi de « ne pas aller pêcher » une ou plusieurs fois, répondez à la prochaine question. Sinon, passez directement à la section suivante.

Les sites proposés ne m'intéressent pas	O
Je ne comprends pas bien les questions, j'ai besoin de plus d'information	O
Je ne comprends pas bien, j'ai besoin de plus de temps pour réfléchir	O
Je doute de la crédibilité des sites proposés	O
Je connais peu la situation actuelle au lac Saint Pierre, ainsi j'ai de la difficulté à comparer avec les autres sites	O
Autres	O
Si autre, veuillez préciser:	

QUATRIÈME SECTION : VOTRE PROFIL

Voici quelques questions pour nous aider à dresser votre profil socioéconomique.

1. Vous êtes :

Un homme: ☐ Une femme: ☐

2. Quel est votre âge :

- ☐ Moins de 18 ans
- ☐ Entre 18 et 24 ans
- ☐ Entre 25 et 34 ans
- ☐ Entre 35 et 44 ans
- ☐ Entre 45 et 54 ans
- ☐ Entre 55 et 64 ans
- ☐ Entre 65 et 74 ans
- ☐ 75 ans ou plus
- ☐ Je préfère ne pas répondre à cette question

3. Quelle situation vous décrit le mieux ?

- ☐ Seul(e) sans enfant(s)
- ☐ Seul(e) avec enfant(s)
- ☐ En couple sans enfant(s)
- ☐ En couple avec enfant(s)
- ☐ Avec des parents ou colocataires
- ☐ Autre situation _____

4. Combien de personnes y-a-t-il dans votre foyer (vous incluant) :

_____ personnes, dont _____ ont moins de 18 ans

6. Quel est le dernier niveau de scolarité que vous avez atteint ?

- Primaire ☐
- Secondaire ☐
- DEP ☐
- Collégial ☐
- Universitaire ☐

6. Veuillez indiquer votre type d'emploi :

- Temps plein, _____ heures par semaine ☐
- Temps partiel, _____ heures par semaine ☐

7. Quelle est votre occupation principale actuelle ?

N.B. ON PARLE D'EMPLOI RÉMUNÉRÉ SEULEMENT. Même si vous êtes en congé sabbatique, de maternité, de maladie ou d'accident de travail, veuillez préciser votre EMPLOI. Si vous êtes incertain(e) de la catégorie qui s'applique à vous, choisissez "Autre" et décrivez votre emploi.

- Employé de bureau ☐
- Personnel spécialisé dans la vente ☐
- Personnel spécialisé dans les services ☐
- Producteur agricole ☐
- Travailleur manuel ☐
- Ouvrier spécialisé / Semi-spécialisé ☐
- Travailleur des sciences & technologies ☐
- Professionnel ☐
- Gestionnaire/Administrateur/Propriétaire ☐
- Travailleur autonome ☐
- Au foyer ☐
- Retraité (pré-retraité, rentier) ☐
- Sans emploi (Assurance-emploi, assisté social,...) ☐
- Autre - spécifiez ☐

8. Parmi les catégories suivantes, laquelle reflète le mieux le REVENU total de votre ménage avant impôt pour l'année 2012 ?

- ...9 999 \$ et moins ☐
- ...entre 10 000 \$ et 29 999 \$ ☐
- ...entre 30 000 \$ et 49 999 \$ ☐
- ...entre 50 000 \$ et 74 999 \$ ☐
- ...entre 75 000 \$ et 99 999 \$ ☐
- ...entre 100 000 \$ et 149 999 \$ ☐
- ...entre 150 000 \$ et plus ☐

9. Quel est votre code postal ? _____

10. Depuis quand résidez-vous à cette adresse ? _____ (mois/année)

11. Où avez-vous passé la plus grande partie de votre vie :

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ En milieu urbain
- ☐ Dans un village
- ☐ En campagne
- ☐ En bordure d'un lac ou d'un cours d'eau

12. Êtes-vous locataire ou propriétaire de votre logement ?

- Locataire ☐
- Propriétaire ☐

13. Possédez-vous (votre famille) un chalet ou une résidence sur le lac Saint-Pierre ?

- Oui ☐
- Non ☐

14. De manière générale, vous estimez que votre état de santé est :

- Très mauvais ☐
- Mauvais ☐
- Moyen ☐
- Bon ☐
- Très bon ☐

15. Souffrez-vous d'un problème de santé qui vous empêche de faire des activités récréotouristiques comme vous le voulez?

- Oui ☐
- Non ☐
- Ne sais pas ☐

16. Croyez-vous que les activités récréotouristiques contribuent à améliorer votre état de santé?

- Oui ☐
- Non ☐
- Ne sais pas ☐

MERCI BEAUCOUP DE VOTRE COLLABORATION

Courrez la chance de gagner un des deux prix d'une valeur de 250\$.

La participation à ce tirage est optionnelle. Pour participer, veuillez inscrire votre adresse courriel ici : _____

Votre courriel ne sera accessible que par l'équipe de recherche. Une fois que le gagnant aura reçu son prix, cette information sera détruite.

La date limite pour participer au tirage est le 31 octobre 2015. Les trois tirages auront lieu le 30 juin, 31 août et 1^{er} novembre 2015.

Chaque gagnant sera contacté par courriel par la responsable de l'équipe de recherche dès que les résultats seront connus.

Si vous acceptez d'être contacté pour une nouvelle étude sur l'environnement, veuillez nous l'indiquer :

Oui

Non

Annexe 4. Dépliant de l'enquête sur la pêche blanche au lac Saint-Pierre



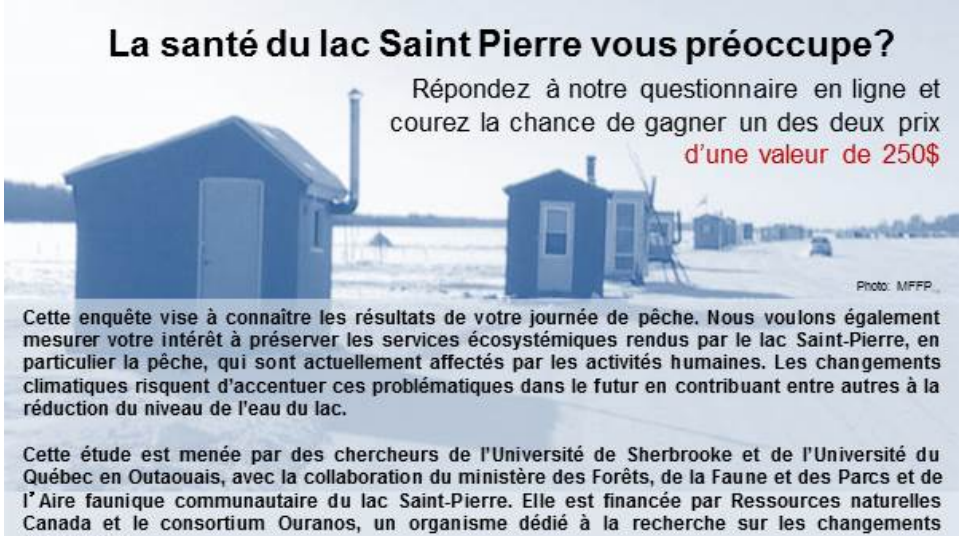
Enquête sur la pêche blanche au lac Saint-Pierre

Répondez en ligne au: <https://fr.surveymonkey.com/s/PecheBlanche>
... et courez la chance de gagner un **prix d'une valeur de 250\$**

Date limite de participation:
31 mars 2015
1^{er} tirage: 31 janvier 2015
2^e tirage: 1^{er} avril 2015

Scannez avec votre téléphone intelligent pour un accès rapide

Photo: MFFP



La santé du lac Saint Pierre vous préoccupe?

Répondez à notre questionnaire en ligne et courez la chance de gagner un des deux prix d'une valeur de 250\$

Cette enquête vise à connaître les résultats de votre journée de pêche. Nous voulons également mesurer votre intérêt à préserver les services écosystémiques rendus par le lac Saint-Pierre, en particulier la pêche, qui sont actuellement affectés par les activités humaines. Les changements climatiques risquent d'accentuer ces problématiques dans le futur en contribuant entre autres à la réduction du niveau de l'eau du lac.

Cette étude est menée par des chercheurs de l'Université de Sherbrooke et de l'Université du Québec en Outaouais, avec la collaboration du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et de l'Aire faunique communautaire du lac Saint-Pierre. Elle est financée par Ressources naturelles Canada et le consortium Ouranos, un organisme dédié à la recherche sur les changements

Photo: MFFP

Annexe 5. Statistiques descriptives de l'échantillon de la population générale du Québec

Portrait socio-économique des répondants

Le tableau A5.1 illustre la structure d'âge de l'échantillon. On constate que l'âge moyen des répondants correspond au total assez bien à l'âge moyen de la population générale du Québec, qui est de 48,36. Cependant, il faut souligner que notre échantillon total contient toujours moins (4,59 points de moins) de gens de plus de 65 ans que la population générale du Québec. Ceci s'explique par le fait que les personnes âgées ont généralement moins accès à Internet et qu'elles sont par conséquent plus difficiles à joindre par une enquête via le Web.

Tableau A5.1. Distribution des répondants selon l'âge

Âge	Échantillon total		Pop. Québec	Δ
	N	%	%	%
18-24 ans	182	8,67	11,10	2,43
25-34 ans	413	19,68	16,90	2,78
35-44 ans	380	18,10	16,20	1,90
45-54 ans	401	19,10	19,70	-0,6
55-64 ans	408	19,44	16,70	2,74
65 ans +	311	14,81	19,40	-4,59
Total	2 099	100,00	100,00	0
Âge moyen	46,72		48,36	

Source des statistiques sur la population québécoise :
Institut de la Statistique du Québec. (2010)

Le tableau A5.2 illustre le pourcentage de femmes et d'hommes de 18 ans et plus dans notre enquête. Nous avons légèrement plus de femmes dans notre échantillon que le pourcentage de la population québécoise, soit 1,80 point de pourcentage de plus.

Tableau A5.2. Distribution des répondants selon le sexe

Sexe	Échantillon total		Pop. Québec	Δ
	N	%	%	%
Femmes	1 104	52,60	50,8	1,80
Hommes	995	47,40	49,2	-1,80
Total	2 099	100,00	100,00	0

Source des statistiques sur la population québécoise :
Institut de la Statistique du Québec. (2010)

Le tableau A5.3 illustre la structure de l'échantillon selon leur revenu. Malheureusement, l'échelle de revenu proposée dans notre questionnaire est différente de celle utilisée par l'Institut de la Statistique du Québec, ainsi nous ne pouvons pas faire une comparaison directe. Cependant, le calcul du revenu moyen des ménages dans notre échantillon et la comparaison

avec les données l'ISQ (2010) illustrent une bonne correspondance.

Tableau A5.3. Distribution des répondants selon le revenu annuel des ménages

Revenu (\$)	Échantillon total		Classification ISQ	Pop. Québec
	N	%		
...9 999 et moins	106	5,05	...9 999 et moins	3,5
entre 10 000 et 29 999	388	18,48	entre 10 000 et 19 999	10,3
entre 30 000 et 49 999	565	26,92	entre 20 000 et 39 999	23,4
entre 50 000 et 74 999	483	23,01	entre 40 000 et 59 999	21,3
entre 75 000 et 99 999	296	14,10	entre 60 000 et 79 999	13,8
100 000 et plus	261	12,43	80 000 et plus	27,8
Total	2 099	100,00	Total	100,00
Revenu moyen	57 757			56 850

Source des statistiques sur la population québécoise : Institut de la Statistique du Québec. (2010)

Le tableau A5.4 illustre le pourcentage de répondants selon son niveau de scolarité le plus élevé. Les différences entre nos échantillons et les statistiques du Québec montrent que les gens moins éduqués sont plus difficiles à approcher via internet. Nous avons ainsi sondé des gens plus éduqués : le pourcentage de répondants avec un niveau de scolarité inférieur ou égal à l'éducation primaire représentant uniquement 1.81% dans notre échantillon alors que ce taux est de 17,1% dans la population générale.

Tableau A5.4. Distribution des répondants selon le niveau de scolarité

Éducation	Échantillon total		Pop. Québec	Δ
	N	%	%	%
Primaire	38	1,81	17,1	-15,29
Secondaire	528	25,15	21,1	4,05
DEP	262	12,48	18,1	-5,62
Collège	639	30,44	22,9	7,54
Université	632	30,11	20,8	9,31
Total	2 099	100,00	100,00	

Source des statistiques sur la population québécoise : Institut de la Statistique du Québec. (2010)

Connaissances générales des enjeux environnementaux des répondants

Les Québécois s'intéressent aux effets des changements climatiques à l'échelle provinciale. Comme illustré dans le tableau A5.5 que près de 81,64% avaient déjà entendu parler des effets potentiels des changements climatiques au Québec. Si on observe les réponses données par les répondants sur leur perception concernant les changements climatiques (tableau A5.6), on

constate que 65,67% pensent que ces effets sont négatifs pour le Québec, 10,14% ont un avis neutre et moins de 5% pensent que ces effets sont positifs pour le Québec. On constate là encore que pour la majorité des Québécois, les changements climatiques ont et auront des conséquences négatives pour le Québec.

Tableau A5.5. Connaissance de l'enjeu des changements climatiques par les Québécois

Choix de réponses	%
Oui, j'en ai entendu parler	81,64
Non, je n'en ai pas entendu	18,36
Total	100,00

Tableau A5.6. Perception des effets des changements climatiques pour le Québec

Choix de réponses	%
Positifs pour le Québec	4,82
Neutres pour le Québec	10,14
Négatifs pour le Québec	65,67
Je ne sais pas	16,93
Je ne crois pas à l'histoire des changements climatiques	2,43
Total	100,00

Le tableau A5.7 illustre les choix des répondants pour identifier les acteurs susceptibles d'améliorer l'environnement. Les répondants pensent à 67,74% que l'action citoyenne peut contribuer à une amélioration de la situation en matière d'environnement. Une majorité des répondants a également désigné les gouvernements (66,96%) et les entreprises (64,57%) comme étant des acteurs importants dans la gestion de l'environnement, alors que 34,65% pensent que ce sont les organismes sans but lucratif qui sont les mieux placés pour améliorer la situation environnementale.

Tableau A5.7. Confiance envers les acteurs environnementaux pour opérer les changements

Choix de réponses	N	%
Les gouvernements	1 459	66,96
Les entreprises	1 407	64,57
Les organismes sans but lucratif	755	34,65
Les individus comme vous	1 476	67,74
Aucun	39	1,79
Je ne sais pas	126	5,78
Total	2 179	100,00

Note : La question posée était : « Selon vous, qui peut le plus contribuer à une amélioration de la situation en matière d'environnement ? »

Connaissances des répondants sur le Lac Saint-Pierre

Afin de tester les connaissances des répondants au sujet du LSP, nous avons commencé par poser, au début de notre questionnaire, trois questions sous forme de quiz. Les trois tableaux suivants illustrent les réponses sur les connaissances des répondants par rapport au Lac. Parmi nos répondants, près de la moitié n'avait jamais entendu parler du LSP, 37,44% ont déjà entendu parler du Lac, mais ne l'ont jamais visité, seulement 16,60% l'ont déjà visité dans le passé et 2,50% le visitent fréquemment. En d'autres termes, 19,1% des répondants (soit 451 personnes) avaient déjà visité le Lac dans le passé (Tableau A5.8). De plus, 66,51% n'ont jamais entendu parler des problèmes de détérioration du LSP ces dernières années et seulement 2,34% ont déjà vécu ces problèmes de détérioration personnellement (Tableau A5.9). Enfin, seulement 23,18% savaient que le lac Saint-Pierre était reconnu comme une zone humide d'importance au niveau international (Tableau A5.10).

Tableau A5.8. Connaissez-vous le Lac Saint-Pierre ?

Choix de réponses	N	%
Non, c'est la première fois que j'entends parler de ce lac	1 026	43,46
Oui, j'en ai déjà entendu parler, mais je ne l'ai jamais visité	884	37,44
Oui, je le connais et je l'ai déjà visité dans le passé	392	16,60
Oui, je le connais très bien et je le visite fréquemment	59	2,50
Total	2 361	100,00

Tableau A5.9. Connaissances des problèmes de détérioration du Lac Saint-Pierre par les répondants

Choix de réponses	N	%
Oui, j'en ai entendu parler	678	31,14
Oui, je l'ai même vécu personnellement	51	2,34
Non, je n'en ai pas entendu parler	1 448	66,51
Total	2 177	100,00

Tableau A5.10. Connaissances de la reconnaissance internationale (RAMSAR, UNESCO) du Lac Saint-Pierre par les répondants

Choix de réponses	N	%
Oui, je le savais	522	23,18
Non, je ne savais pas	1730	76,82
Total	2252	100,00

Le tableau A5.11 illustre la perception des répondants à l'égard des problèmes environnementaux présents au LSP. Les résultats montrent qu'une très grande majorité des répondants prenne au sérieux les problèmes environnementaux actuels du LSP. En effet, 41,27% considèrent que les problèmes environnementaux actuels sont très préoccupants et 37,09% considèrent qu'ils sont préoccupants. Moins de 1% considèrent que ces problèmes ne sont pas du tout préoccupants. Ces résultats peuvent s'expliquer par la médiatisation et la sensibilisation auprès du public québécois ces dernières années, des différents enjeux environnementaux du LSP.

Tableau A5.11. Perception des répondants au sujet des problèmes environnementaux sur le lac Saint-Pierre

Choix de réponses	N	%
Très préoccupants	899	41,27
Préoccupants	809	37,09
Un peu préoccupants	187	8,59
Pas du tout préoccupants	19	0,87
Je ne sais pas	265	12,18
Total	2 179	100,00

Portait des visiteurs du lac Saint-Pierre

Parmi les répondants qui ont commencé notre questionnaire, nous identifions au total 451 répondants qui ont au moins visité une fois le Lac Saint Pierre dans le passé. À partir des informations obtenues de ces répondants sur leurs activités récréatives, nous avons calculé les fréquences de visites associées à chaque type d'activités. Ces fréquences sont exprimées ici à l'aide du nombre moyen de visites par individu pour chaque activité (nombre total des visites annuelles observées pour une activité/nombre d'individus ayant pratiqué cette activité). Comme l'illustre le tableau A5.12, les activités récréatives les plus attractives du Lac sont l'observation de la nature (e.g. oiseaux), avec une moyenne d'environ 4 visites par an par individu et la randonnée en nature, la pêche sportive et le cyclisme, avec une moyenne d'environ 3 visites par an par individu. Les autres activités telles que la chasse, la motoneige ou VTT, la baignade, bateau motorisé, canoë/ kayak, enregistrent une moyenne d'environ 2 visites par an par individu. L'activité qui est la moins pratiquée est le piégeage avec une moyenne d'environ 1 visite par an par individu.

Parmi ces 451 répondants, seulement 165 ont effectué des visites sur le LSP pendant les derniers 12 mois (plus précisément de nov. 2013-nov. 2014). Cependant, comme on peut le constater dans les tableaux ci-dessous, parmi ces 165 visiteurs, tous n'ont pas fourni des informations complètes au niveau de leurs habitudes de fréquentations, leurs dépenses totales ou encore au niveau de leur revenu. Comme illustré dans le tableau A5.13, dans notre échantillon, les usagers évaluent en moyenne leur nombre de visites annuel à 5 et passent en moyenne 2,5 jours sur le site. Si on considère que ces derniers s'y rendent principalement en

voiture, ils doivent en moyenne effectuer un trajet de 118,36 km pour se rendre au site du LSP le plus proche de leur domicile. Enfin, les usagers dépensent en moyenne 201,23\$ lors de leur séjour au LSP.

Tableau A5.12. Fréquence de visites selon les activités pratiquées au lac Saint-Pierre (données compilées selon les réponses de tous les utilisateurs qui ont au moins visité une fois le Lac Saint Pierre dans le passé)

Activités en nature	Nombre de visiteurs /an	Nombre de visites/an	Moyenne/visites /individu/an
Randonnée en nature	445	1 328,50	2,98
Observation de la nature (e.g. oiseaux)	444	1565	3,52
Chasse	445	671	1,51
Piégeage	444	624	1,41
Cyclisme	440	1108	2,52
Motoneige ou VTT	442	674,50	1,53
Pêche (en eaux libres et/ou sur glace)	445	1253	2,82
Baignade et/ou plongée	444	1 015,50	2,29
Canoë, kayak, kite-surf	440	747	1,70
Bateau motorisé (incluant ski nautique)	443	871,50	1,97
Autres	254	471	1,85

Tableau A5.13. Habitudes de fréquentation des 165 usagers qui ont visité au moins une fois le LSP pendant les 12 derniers mois

Variables	N	Moyenne	Écart -type	Min.	Max.
Nb. de visites lors des 12 derniers mois	165	4,54	8,75	1	75
Durée du séjour (en jours)	163	2,48	5,07	0	50
Distance parcourue	157	118,36	90,41	6,23	713,62
Dépenses totales	159	201,23	323,65	0	1 700

Comme l'illustre le tableau A5.14, la majorité des répondants ont passé un ou deux jours lors de leur dernière visite au LSP. Dans notre enquête, les répondants ont passé au maximum 50 jours et au minimum environ une heure (0,04 jour), lors de leur dernière visite.

Les visites au LSP se font en général en famille ou avec des amis. Comme le montre le tableau A5.15, lors de leur dernière visite au LSP, seulement 8.64% des répondants y sont allés seuls, tandis que 68.52% y sont allés en famille et 29.63% avec des ami(e)s.

Tableau A5.14. Durée de la dernière visite au lac Saint-Pierre

Durée (jours)	N	%
0.04	1	0,62
0.13	1	0,62
0.17	2	1,24
0.21	3	1,86
0.25	1	0,62
0.33	1	0,62
1	96	59,63
2	25	15,53
3	12	7,45
4	4	2,48
5	3	1,86
6	1	0,62
7	3	1,86
10	1	0,62
13	1	0,62
14	1	0,62
15	3	1,86
30	1	0,62
50	1	0,62
Total	161	100,00

Tableau A5.15. Taille des groupes lors des visites au lac Saint-Pierre

Durée (jours)	N	%
Seul(e)	14	8,09
En famille	111	64,16
Avec des ami(e)s	48	27,75
Total	173	100,00

Annexe 6. Statistiques descriptives de l'échantillon de la pêche blanche

Caractéristiques socio-économiques

Le tableau A6.1 illustre la structure d'âge des répondants. On constate que l'âge moyen des pêcheurs est de 43 ans, la grande majorité ayant un âge compris entre 25 et 64 ans. En effet, seulement 7% des répondants ont un âge compris entre 18 et 24 ans, alors que plus de 40% des répondants ont un âge supérieur ou égal à 45 ans. Ces résultats sont assez proches des informations sur le profil selon l'âge des pêcheurs québécois dévoilées en 2013 par le *Print Measurement Bureau (PMB)*. Selon les données du PMB de 2013, 42% des pêcheurs québécois sont âgés de 35 à 54 ans, le tiers de 55 ans et plus, et 25% de 12 à 34 ans.

Tableau A6.1. Distribution des répondants selon l'âge

Âge	N	%
18-24 ans	10	6.80
25-34 ans	36	24.49
35-44 ans	37	25.17
45-54 ans	33	22.45
55-64 ans	27	18.37
65 ans +	4	2.72
Total	147	100,00
Âge moyen	42.99	

Le tableau A6.2 illustre le pourcentage de femmes et d'hommes de 18 ans et plus dans notre enquête. Les données de notre enquête montrent que la pêche blanche reste une activité qui est majoritairement pratiquée par les hommes (82%). C'est la même tendance qui est observée au niveau des données du PMB de 2013, soit 70% d'hommes.

Tableau A6.2. Distribution des répondants selon le sexe

Sexe	N	%
Femmes	27	18,37
Hommes	120	81,63
Total	147	100,00

Le tableau A6.3 illustre la distribution des répondants selon leur revenu. On constate que près de 56% des répondants ont un revenu annuel compris entre 30 000 et 75 000\$. C'est une activité qui est donc majoritairement pratiquée par les individus à revenu moyen. Environ 26% des répondants ont un revenu supérieur ou égal à 75 000\$ et moins de 20% des répondants ont un revenu faible inférieur à 30 000\$. Le calcul du revenu moyen des répondants est de 59 388\$ par année.

Tableau A6.3. Distribution des répondants selon le revenu annuel du ménage

Revenu (\$)	N	%
..9 999 et moins	7	4.76
entre 10 000 et 29 999	21	14.29
entre 30 000 et 49 999	41	27.89
entre 50 000 et 74 999	41	27.89
entre 75 000 et 99 999	19	12.93
100 000 et plus	18	12,24
Total	147	100,00
Revenu moyen	59 387,76\$	

Le tableau A6.4 illustre le pourcentage de répondants selon son niveau de scolarité le plus élevé. Similaire à l'enquête de population générale, nous avons ainsi sondé des gens plus éduqués : le pourcentage de répondants avec un niveau de scolarité inférieur ou égal à l'éducation primaire représentant uniquement 2% dans notre échantillon alors que ce taux est de 17% dans la population générale. Près du quart des répondants ont soit un diplôme secondaire ou collégial, 19% un diplôme universitaire et 29% un diplôme d'études professionnelles.

Tableau A6.4. Distribution des répondants selon le niveau de scolarité

Niveau d'éducation	Échantillon		Québec
	N	%	%
Primaire	2	1,36	17,1
Secondaire	37	25,17	21,1
DEP	43	29,25	18,1
Collège	37	25,17	22,9
Université	28	19,05	20,8
Total	147	100,00	100,00

Source des statistiques sur la population québécoise : Institut de la Statistique du Québec. (2010)

Habitudes de pêche en hiver

Selon les données de notre enquête, 218 répondants pratiquent la pêche blanche au LSP. Comme l'illustre le tableau A6.5, plus de 50% des répondants pratiquent la pêche blanche au LSP depuis au moins 5 ans. Il s'agit donc en majorité de pêcheurs qui y connaissent bien les conditions de pêche. Près de 92% des répondants achètent chaque année un permis de pêche du Québec (tableau A6.6) et la presque totalité des pêcheurs (83%) achètent leur permis de pêche auprès d'un dépositaire de leur région de résidence (tableau A6.7).

Tableau A6.5. Historique de la pratique de la pêche blanche au lac Saint-Pierre

Années	N	%
Depuis un an	29	13,62
1-5 ans	74	34,74
5-10 ans	35	16,43
10-20 ans	24	11,27
20 ans et plus	51	23,94
Total	213	100,00

Tableau A6.6. Distribution des titulaires de permis de pêche pour la saison en cours

Permis de pêche pour 2015	N	%
Oui et à chaque année	195	91,55
Oui, mais pas chaque année	12	5,63
Non	6	2,82
Total	213	100,00

Tableau A6.7. Lieu d'achat du dernier permis de pêche des répondants

Lieu d'achat du permis	N	%
À un dépositaire de la région de résidence	170	82,52
À la pourvoirie ou au centre de pêche fréquenté	16	7,77
Autre	20	9,71
Total	206	100,00

La saison autorisée à la pêche d'hiver commence en général le 20 décembre et se termine le 31 mars de l'année suivante. Dans notre échantillon, les 52 individus qui ont été enquêtés au mois de janvier ont déclaré avoir visité le Lac en moyenne près de 4 fois depuis le début de la saison de pêche. Les 116 individus enquêtés au mois de février ont quant à eux effectué en moyenne environ 6 visites. Les 40 individus qui ont rempli le questionnaire en mars ont visité en moyenne 9 fois le Lac depuis le début de saison. Bien qu'il s'agisse de moyenne, on peut penser que le dernier mois de la saison est le mois le plus fréquenté par les pêcheurs comparativement aux deux premiers mois. En effet, l'écart entre la cohorte de janvier à février est plus faible que celui de février à mars. Les détails sont fournis dans le tableau A6.8.

Tableau A6.8. Fréquentation du lac Saint-Pierre durant la saison 2014-2015.

Période considérée	N	N moyen de visites	Écart-type	Min.	Max.
20 Décembre-31 Janvier	52	4,40	4,42	0	20
20 Décembre-28 Février	116	5,86	8,17	0	50
20 Décembre-31 Mars	40	9,20	8,86	0	50
Total	208	6,14	7,70	0	50

Lors de leur dernière sortie de pêche au lac Saint-Pierre, presque la moitié des répondants ont fait affaire avec une pourvoirie, alors que 28% sont allés par un centre de pêche et 24% ont accédés au Lac par leurs propres moyens (tableau A6.9).

Tableau A6.9. Organisation des activités de pêche des répondants

Organisation réalisée par :	N	%
Une pourvoirie	56	49,12
Un centre de pêche	32	28,07
Propres moyens	27	23,68
Total	114	100,00

Annexe 7. Liste des dépositaires des dépliants pour l'enquête sur la pêche blanche

Dépositaires	Adresse	Ville	C.P.	Téléphone
Sportèque enr.	760, boul. St-Joseph	Drummondville	J2C 2C3	(819) 477-7144
Pronature Drummondville	560, boul. St-Joseph Ouest	Drummondville	J2E 1G4	(819) 475-9997
Marché Blanchette et Vincent	7, Mgr. Parenteau	Yamaska	J0G 1W0	(450) 789-2404
L'Accommodeur St-François	7, route Marie-Victorin	St-François du Lac	J0G 1M0	(450) 568-3975
Marché La Baie du Febvre inc.	365, principale	Baie-du-Febvre	J0G 1A0	(450) 783-6743
Restaurant-dépanneur l'Escale	370, Marie-Victorin	Baie-du-Febvre	J0G 1A0	(450) 783-6162
Canadian Tire Nicolet	2 000, boul. Louis-Frédette	Nicolet	J3T 1M9	(819) 293-4040
Ultramar Nicolet	1899, boul. Louis-Frédette	Nicolet	J3T 1M4	(819) 293-2080
L'ami du moucheur inc.	7390, rue Notre-Dame Ouest	Trois-Rivières	G9B 1L8	(819) 377-4367
Dépanneur service Sonic	9850, chemin Ste-Marguerite	Trois-Rivières	G9B 6L5	(819) 377-5850
Chasse & Pêche 07	5385, boul. Jean-XXIII	Trois-Rivières	G8Z 4A6	(819) 371-1660
Canadian Tire Trois-Rivières	3525, boul. des Forges	Trois-Rivières	G8Y 4P2	(819) 378-4045
Destination Plein Air	2483, boul. des Récollets	Trois-Rivières	G8Z 4G1	(819) 375-5777
Du Tir à la ligne	652, boul. Thibault	Trois-Rivières	G8T 6Z8	(819) 373-6540
Halte 174	14, Ste-Anne Ouest	Yamachiche	G0X 3L0	(819) 228-5620
Dépanneur Descôteaux	192, boul. St-Laurent Est	Louiseville	J5V 1H4	(819) 228-4622
Pourvoirie Domaine du Lac St-Pierre	75, rang lac St-Pierre Est	Louiseville	J5V 2L4	(819) 228-8819
Dépanneur Ultramar	103, boul. Est	Maskinongé	J0K 1N0	(819) 227-2771
Dépanneur Gaston Clément	1170, gagné	St-Justin	J0K 2V0	(819) 227-4707
Le Paradis de Chasse et Pêche enr.	400, route 138	Berthierville	J0K 1A0	(450) 836-1156
Pourvoirie Roger Gladu	2435, rang Saint-Pierre	St-Ignace-de-Loyola	J0K 2P0	(450) 836-1317
Pourvoirie Lac Saint-Pierre	2313, rang Saint-Pierre	St-Ignace-de-Loyola	J0K 2P0	(450) 836-7506
Esso / Harnois	214, chemin de la traverse	St-Ignace-de-Loyola	J0K 2P0	(450) 836-6971
Canadian Tire Sorel-Tracy	280, boul. Fiset	Sorel-Tracy	J3P 5X7	(450) 743-5515
Rona Sorel-Tracy	2425, boul. St-Louis	Sorel-Tracy	J3R 4S6	(450) 743-3321
Rona Contrecoeur	4885, rue des Ormes	Contrecoeur	J0L 1C0	(450) 587-5905
Les entreprises Brazeau	962, St-Édouard	St-Jude	J0H 1P0	(450) 792-3891
Flibotte Sport	2780, Nichols	St-Hyacinthe	J2S 2X1	(450) 773-2462
L.M. Sports	2554, rue Ste-Anne	St-Hyacinthe	J2S 5J3	(450) 773-0735
Performance Chasse-Pêche	303, Notre-Dame	Repentigny	J6A 2R9	(450) 582-9302
Gélinotte Sport	2 000, visitation	Joliette	J6E 7Y8	(450) 753-4105
Pronature Joliette	592, route 131	Notre-Dame-des-Prairies	J6E 0M2	(450) 753-9999
Pourvoirie Roger Gladu	2435, rang Saint-Pierre	St-Ignace-de-Loyola	J0K 2P0	(450) 836-1317
Villemure Chasse et Pêche	10 100, boul. des hêtres	Shawinigan	G9N 4Y4	(819) 731-1895
Dépanneur Carrefour 132	12 230, boul. Bécancour	Bécancour	G0X 2H0	(819) 222-5505
Ecotone Victoriaville	919, rue Notre-Dame Ouest	Victoriaville	G6P 7L1	(819) 751-0707

Annexe 8. Synthèse des coûts pour un scénario hypothétique de restauration complète de 5000 hectares d'habitat selon Dumas et Brodeur (2014).

Coût (\$)			
	PHASE I*	PHASE II*	TOTAL
	2 500 ha	2 500 ha	5 000 ha
Immobilisation			
Achat de terres ou servitudes	25 000 000	25 000 000	50 000 000
Remplacement des ponceaux agricoles et municipaux	776 474	776 474	1 552 947
Réfection des ponceaux MTQ (autoroute 40 et route 158)	6 683 000		6 683 000
Contrôle phragmite - emprise MTQ	5 242 500		5 242 500
Restauration des milieux naturels	38 209 375	38 209 375	76 418 750
Restauration des cours d'eau		1 436 400	1 436 400
Réhabilitation des aménagements endigués	1 662 050		1 662 050
Mise en service (ajustements et correctifs)	3 526 094	3 526 094	7 052 188
Encadrement et gestion - implantation	3 410 000	10 230 000	13 640 000
Encadrement et gestion - mise en service	2 365 000	2 365 000	4 730 000
TOTAL	86 874 492	81 543 342	168 417 835
Fonctionnement**			
Entretien		9 682 500	9 682 500
Suivi et surveillance		3 300 000	3 300 000
TOTAL		12 982 500	12 982 500
GRAND TOTAL	86 874 492	94 525 842	181 400 335

* La phase I s'échelonne sur 5 ans. La phase II s'échelonne sur les 15 années suivantes.

** Les coûts de fonctionnement annuels vont débiter après la mise en service des habitats restaurés au cours de la phase I. Le total de ces coûts est calculé pour la durée du plan d'action de 20 ans seulement. Ces frais, représentant 1,5M\$ annuellement se poursuivront à la fin du plan.

Annexe 9. Augmentation de la qualité de l'eau au lac Saint-Pierre par la restauration des bandes riveraines en milieu agricole.

Les bandes riveraines sont des infrastructures naturelles qui fournissent de nombreux services écosystémiques, tels le contrôle de l'érosion, la filtration de l'eau, l'habitat pour la biodiversité ou l'esthétisme paysager (Gagnon et Gangbazo, 2007; Jose, 2009). La Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) instaurée par le gouvernement du Québec en 1987, puis modifiée à plusieurs reprises, est une mesure gouvernementale qui vise la protection des rives, du littoral et des plaines inondables en ayant comme objectifs d'assurer la pérennité et la qualité des cours d'eau, de prévenir l'érosion des berges, d'assurer la conservation de la biodiversité, la sécurité des personnes et des biens, tout en promouvant la restauration des milieux riverains (MDDEP, 2007). Cette politique comporte des dispositifs qui commandent l'établissement et le respect de bandes riveraines sur les cours d'eau. Ces bandes riveraines doivent mesurer de 10 à 15 mètres en milieu résidentiel, municipal, industriel, commercial ou public, 20 mètres en milieu forestier et de 3 à 10 mètres en milieu agricole. Toutefois, bien que de nombreuses études démontrent leurs apports bénéfiques (e.g. Sweeny et al. 2004; Jose, 2009), leur mise en application demeure laborieuse au Québec. Qui plus est, les bandes riveraines que l'on retrouve en milieu agricole sont souvent détériorées, elles sont surtout herbacées et les arbres y sont rares (Duchemin et Majdoub, 2004). Une étude menée en 2003 pour le compte des ministères de l'Environnement et des Affaires municipales concluait en effet que seules 14,2% des municipalités interrogées avaient adopté un règlement de zonage visant le respect de ces dispositifs et que 65% des fermes n'étaient pas conformes à la PPRLPI (Sager, 2004).

Dans le cadre de notre étude, une amélioration de la qualité de l'eau retrouvée dans le lac Saint-Pierre pourrait être réalisée par des activités de restauration des systèmes naturels riverains des bassins versants se déversant dans le Lac. Pour ne citer que quelques chiffres sur l'efficacité des bandes riveraines en milieu agricole, la revue de littérature de Duchemin et Majdoub (2004) montre que les taux de rétention des sédiments procuré par une bande riveraine végétalisée sont de l'ordre de 75 à 91 %, du phosphore de 27 à 97 %, de l'azote de 67 à 96 %, des pesticides de 8 à 100 % et des coliformes fécaux 70 à 74 %. En d'autres termes, la présence d'intrants dans le Lac St-Pierre issus du ruissèlement agricole et urbain et accélérant ou catalysant les effets des changements climatiques pourrait être évité par une présence accrue de bandes riveraines dans les bassins versants connexes.

Notre analyse se base donc sur un scénario où l'implantation de bandes riveraines serait mise en œuvre dans les milieux agricoles afin de couvrir l'entièreté des berges et de ce fait être conforme à la PPRLPI. Dans un monde idéal, nous disposerions de données sur la présence ou non de bandes riveraines végétalisées pour l'ensemble des cours d'eau des bassins versants se jetant dans le Lac Saint-Pierre. Toutefois, de telles entreprises de caractérisations n'existent pas pour une majorité des cours ou n'ont été faites que partiellement pour d'autres.

L'évaluation complète de la présence ou non de bandes riveraines et de leur état qualitatif par bassin versant n'existe pas, car les outils de télédétection usuels (Landsat) ne sont pas assez précis pour évaluer le respect de la bande riveraine en milieu agricole. La caractérisation se fait donc à partir de photos aériennes ou d'études terrains qui, à l'heure actuelle, ne couvrent

que quelques sections des bassins versants se jetant dans le Lac Saint-Pierre (Campeau, 2015). Il convient également de souligner que même si ces estimations existaient, d'autres interrogations devraient être soulevées sur l'efficacité de ces infrastructures naturelles. La largeur prévue dans la PPRLPI est-elle suffisante pour améliorer significativement la qualité de l'eau ? La bande riveraine devrait-elle plutôt être modulée entre autres en fonction de l'ordre du cours d'eau ?

Considérant ces limites importantes, nous proposons ici une estimation de la longueur de bandes riveraines à restaurer en milieu agricole qui doit être considérée avec beaucoup de précaution. Il s'agit donc d'une estimation sommaire qui demandera éventuellement à être raffinée. Pour ce faire, notre méthodologie se résume à prendre la longueur totale des principaux cours d'eau de chaque bassin versant, de considérer la portion sise en milieu agricole et d'appliquer le taux d'absence de bandes riveraines moyen au Québec pour ces milieux, soit 65% de non respect des bandes riveraines par les agriculteurs selon Sager (2004).

Le tableau A7.1 montre les résultats pour les principaux bassins versants se jetant dans le Lac Saint-Pierre, soit ceux des rivières Bayonne, Maskinongé, du Loup et Yamachiche sur la Rive-Nord et Saint-François, Yamaska, Richelieu et Nicolet sur la Rive-Sud. Au total, nous estimons un total de 413,3km de bandes riveraines à restaurer au niveau des principaux cours d'eau se jetant dans le lac Saint-Pierre.

Tableau A9.1. Longueur de bandes riveraines à restaurer dans les principaux bassins versants du Lac Saint-Pierre (33 rivières et leurs principaux affluants).

Bassins versants	Rivières importantes	Longueur (km)	Pourcentage du territoire en agriculture (%)	Longueur à restaurer (km)*
Yamaska	Yamaska	160	47	74,6
	David	33,1	47	10,1
	Noire	103	47	31,5
	Pot au beurre	22,6	47	6,9
	Salvail	21,7	47	6,6
	Yamaska Nord	44	47	13,4
	Yamaska Sud-Est	48	47	14,7
	Total	432,4	47	132,1
Richelieu	Richelieu	124	70,8	87,1
	l'Acadie	82	70,8	37,7
	des Hurons	33	70,8	15,2
	du Sud	34	70,8	15,5
	Lacolle	24	70,8	11,0
	Total	297	70,8	136,7
Yamachiche et du Loup	du Loup	126	10	8,2
	Yamachiche	nd	17	nd
	Yamachiche (Petite rivière)	nd	81	nd
	aux Glaises	nd	16	nd
	aux Sables	nd	15	nd
	aux Loutres	nd	79	nd
	Millette	nd	1	nd
	Total	126	-	8,2
Nicolet	Nicolet	137	43	38,3
	Nicolet Sud-Ouest	nd	43	nd
	des Vases	nd	43	nd
	des Pins	nd	43	nd
	Bulstrode	90	43	25,2
	des Rosiers	35	43	9,8
	Total	262	43	73,3
Saint-François	Saint-François	218	23	32,6
	Magog	31,8	23	4,8
	Massawipi	40	23	6,0
	Total	218	23	43,4
Maskinongé	Maskinongé	50	9,4	3,1
	Blanche	nd	9,4	nd
	Mandeville	nd	9,4	nd
	Ormières	nd	9,4	nd
	Total	50	9,4	3,1
Bayonne	Bayonne	46,5	54	16,3
	Total	46,5	54	16,3
TOTAL	-	-	-	413,3

Sources : BAPE; Primeau et al., 1999 ; MAPAQ, 2002 ; COGESAF, 2006 ; Ghazal et al., 2006 ; Agir Maskinongé, 2008 ; COVABAR, 2011 ; OBVRB, 2011 ; OBVRLY, 2014.

* Considérant un non-respect des bandes riveraines en milieu agricole de l'ordre de 65% (Sager, 2004)

Références de l'annexe

Association pour la gestion intégrée de la rivière Maskinongé (AGIR Maskinongé) (2008). Portrait et diagnostic du Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Maskinongé. AGIR Maskinongé, 540 p.

Bureau d'audiences publiques en Environnement (BAPE). Liste des rivières du Québec par ordre alphabétique. Disponible au :

<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/La%20Romaine/documents/DA42.pdf>

Campeau, S. (2015). Communication personnelle.

Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François

COGESAF (2006). Analyse du bassin versant de la rivière Saint-François. 255 p.

Comité de concertation et de valorisation de la rivière Richelieu (COVABAR), 2011. Plan directeur de l'eau - Portrait et diagnostic du bassin versant de la Rivière Richelieu. COVABAR, Beloeil.

Duchemin, M. et Majdoub, R. (2004). Les bandes végétales filtrantes : de la parcelle au bassin versant. Vecteur Environnement 37 (2) : 36-50

Gagnon, É., Gangbazo, G. (2007). Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspectives. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, fiche numéro 7, disponible au : http://crebsl.com/documents/pdf/algues_bleu-vert/agriculteurs/Bassin_versant_fiche7.pdf

Ghazal, C., Dumoulin, S., Lussier, M.C. (2006). Portrait de l'environnement du bassin versant de la rivière Nicolet, Corporation de gestion des rivières des Bois-Francs. 173p.

Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry Systems 76:1–10

Organisme de bassin versant de la rivière Bayonne (OBVRB) (2011). Portrait du bassin versant de la rivière Bayonne. Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Bayonne, SaintCléophas-de-Brandon, 81 p. et 25 annexes.

Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) (2014). Plan directeur de l'eau des bassins versants de la zone du Loup-Yamachiche (Mauricie). OBVRLY, 492 p.

Primeau, S., La Violette, N., St-Onge, J., Berryman, D. (1999). Le bassin de la rivière Yamaska : Profil géographique, sources de pollution et intervention d'assainissement, section 1, dans ministère de l'Environnement (éd.), Le bassin de la rivière Yamaska : l'état de l'écosystème aquatique, Québec, enviroduq n° EN990224, rapport n° EA-14.

Sager M. (2004). Enquête sur l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables par les municipalités, Ministère de l'Environnement, Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir, 30 p.

Sweeney, B.W., Bott, T.L., Jackson, J.K., Kaplan, L.A., Newbold, J.D., Standley, L.J., Hession, W.C., and Horwitz, R.J. (2004). Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services. PNAS 101(39) : 14132-14137.

http://www.agrireseau.qc.ca/documents/Document_88852.pdf