OBVRLY
Organisme de bassins versants
des rivières du Loup et des Yamachiche

PORTRAIT ET DIAGNOSTIC DU BASSIN VERSANT DU LAC HÉROUX - 2009

Municipalité de Saint-Boniface

Mars 2011

Photos page couverture :

Photo 1 : Lac Héroux, partie sauvage du lac au sud, photo prise en mai 2009. © OBVRLY

Photo 2 : Lac Héroux, tributaire provenant du nord-ouest, photo prise en 2009. © OBVRLY

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*[1]

Rédaction et recherche

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*[1]
Marie-Josée Parino, stagiaire en géographie[1]

Révision linguistique

Pierre Deshaies[1, 3]

Cartographie et géomatique

Marie-Josée Parino, stagiaire en géographie[1]
Julien Trépanier, stagiaire en géographie[1]
Nathalie Sarault, géographe, *B.Sc.*[1]

Mise en page

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*[1]
Marie-Josée Parino, stagiaire en géographie[1]

Équipe terrain

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*[1]
Marie-Josée Parino, stagiaire en géographie[1]
Julien Trépanier, stagiaire en géographie[1]
Nathalie Sarault, géographe, *B.Sc.*[1]

Indice Diatomées de l'Est du Canada

Martine Grenier, diatomiste, *Ph.D.*[2]

Comité de révision

Stéphane Campeau, *Ph.D.*[2]
Pierre Deshaies[1, 3]

Équipe de réalisation 2009, de gauche à droite : Yann Boissonneault, Pierre-André Bordeleau (responsable des stagiaires, UQTR), Stéphane Campeau, Marie-Josée Parino, Pierre Deshaies et Julien Trépanier. Nathalie Sarault est absente sur cette photo.

[1] Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)
[2] Laboratoire de recherche sur les bassins versants, Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR)
[3] Conseiller en gestion du milieu riverain à Saint-Élie-de-Caxton

Pour nous joindre

Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

143, rue Notre-Dame
Yamachiche, Québec
G0X 3L0

Tél. : (819) 296-2330
Fax : (819) 296-2331

Adresse de courrier électronique : info@obvrly.ca
Adresse Web : www.obvrly.ca

Référence à citer

OBVRLY, 2011. *Portrait et diagnostic du bassin versant du lac Héroux - 2009, municipalité de Saint-Boniface*, Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 85 pages.

© OBVRLY, 2011

Ce document est disponible sur le site Web de l'Organisme.

Autorisation de reproduction

La reproduction de ce document, en partie ou en totalité, est autorisée à la condition que la source et les auteurs soient mentionnés comme indiqué dans **Référence à citer**.

Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

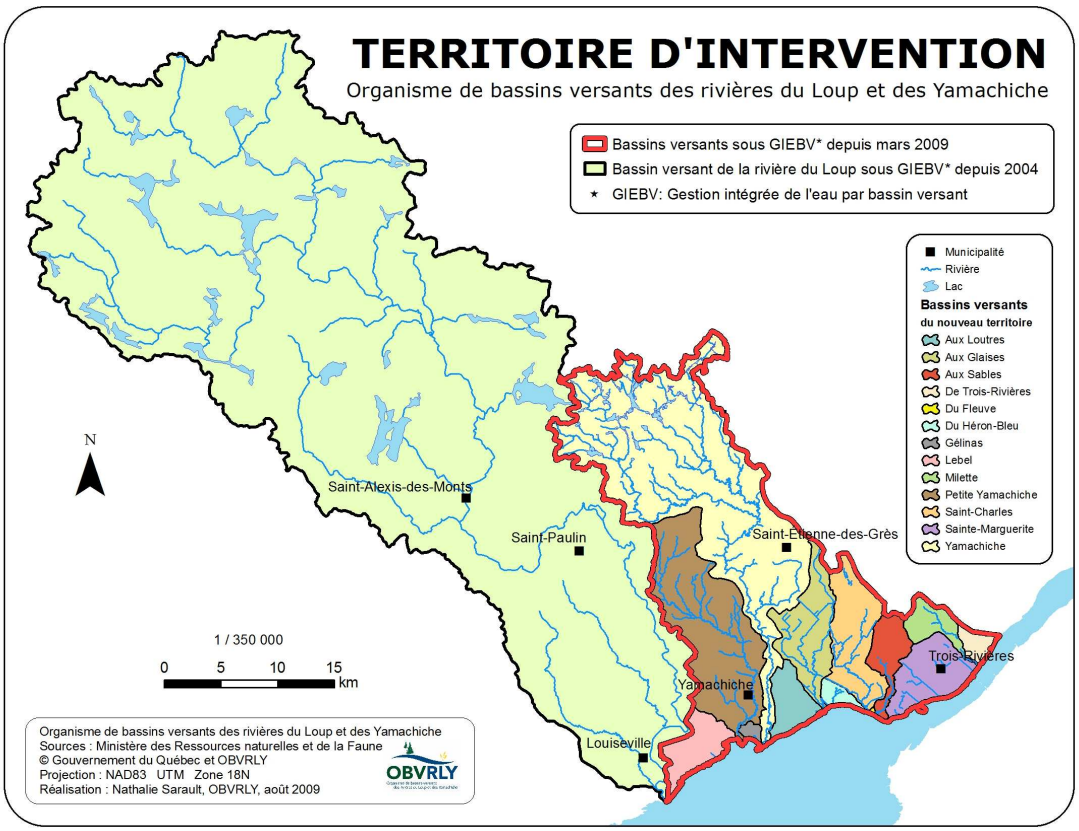
Qu'est-ce qu'un bassin versant?

Un bassin versant constitue un territoire où l'eau reçue par précipitation s'écoule et s'infiltre pour former un réseau hydrographique alimentant un exutoire commun, le cours d'eau principal.

Source: MDDEP

Qu'est-ce que l'OBVRLY?

L'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) est une table de concertation où siègent tous les acteurs et usagers de l'eau qui œuvrent à l'intérieur de mêmes bassins versants. L'OBVRLY n'est pas un groupe environnemental, mais plutôt un organisme de planification et de coordination des actions en matière de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV). C'est donc par la documentation de l'état de la situation sur son territoire d'intervention que l'Organisme peut recommander des solutions aux acteurs et usagers afin de maintenir ou d'améliorer la qualité de l'eau et des écosystèmes associés.



PARTENAIRES

Pour leur soutien financier et logistique, nous tenons à remercier les partenaires suivants qui ont su unir leurs efforts afin de mettre en œuvre le présent projet.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
Québec

Université du Québec à Trois-Rivières

Regroupement des Organisations de Bassin Versant du Québec
ROBVQ

Municipalité de Saint-Boniface

Association des riverains du lac Héroux et du lac des Six

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation 3

Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) 7

Partenaires 9

Résumé..... 13

Avant-propos 15

Actions entreprises par les municipalités 16
Un projet concerté… 16

Introduction 19

Historique du développement des lacs Héroux et des Six 20

1ère Partie : Portrait du bassin versant du lac Héroux 21

Les caractéristiques du bassin versant 21
Utilisation du territoire 26

2ième Partie : Évaluation de l'état de santé du lac Héroux et de ses tributaires 35

Méthodologie 35
Résultats de qualité de l'eau du lac Héroux 39
Qualité de l'eau des tributaires du lac Héroux 50
Floraisons de cyanobactéries 55
Inventaire ichtyologique du lac Héroux en 2001 60

Conclusion 61

Les floraisons de cyanobactéries 61
Eutrophisation du lac Héroux 61
Apports en phosphore 62

Recommandations 67

Remerciements 75

Liste des cartes 77

Liste des figures 78

Liste des tableaux 79

Références 81

Bibliographie 84
Documents cartographiques consultés 85

RÉSUMÉ

Suite aux floraisons d'algues bleu-vert signalées au lac Héroux depuis 2007, l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) a effectué en 2009 une étude du bassin versant du lac Héroux afin de cibler les causes de ces floraisons qui ont aussi été signalées en 2008 et 2009. Cette étude a été réalisée en collaboration avec la municipalité de Saint-Boniface, l'association de riverains du lac Héroux et du lac des Six et l'Université du Québec à Trois-Rivières.

Le lac Héroux est un lac de villégiature dont le développement résidentiel a débuté dans les années 1970. Il compte 65 résidences dont environ 50 % sont habités à l'année et l'autre moitié constituée de résidences secondaires. Le bassin versant du lac Héroux est principalement forestier, soit 80 % du bassin. Le milieu résidentiel représente près de 6 % de la superficie du bassin versant avec 1,4 km^2 d'occupation localisé principalement autour du lac. Situés dans le secteur du lac Driver, les milieux humides correspondent à moins de 3 % du territoire. Les populations de castors participent à la création de ces milieux humides par la construction de barrages.

Les concentrations moyennes en phosphore et en chlorophylle « *a* » mesurées entre 2007 et 2009 dans les eaux de surface du lac situaient le lac Héroux dans la classe mésotrophe. Nous pouvons donc supposer que le vieillissement prématuré du lac (eutrophisation) est amorcé. Les faibles concentrations en oxygène dissous mesurées en 2009 dans les eaux profondes du lac (hypolimnion) confirment cette tendance à l'eutrophisation.

Différentes sources d'apports en nutriments pouvant contribuer au vieillissement du lac Héroux ont été identifiées. Malgré que 51% des bandes riveraines appartiennent à la classe « A » de l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR excellent), des améliorations devront être apportées pour l'autre moitié d'entre elles. La revégétalisation devra être réalisée afin de freiner les eaux de ruissellement. Ces eaux chargées en sédiments proviennent des résidences riveraines et du chemin constitué de gravier ceinturant le lac. Bien que nous n'ayons pas accès pour l'instant aux informations concernant l'état des installations septiques, leur contribution en phosphore ne peut être négligée compte tenu du nombre important de résidences présentes autour du lac.

Les résultats de qualité de l'eau des trois principaux tributaires nous ont permis d'identifier deux tributaires, situés dans le secteur ouest du lac, qui pouvaient contribuer aux apports en phosphore vers le lac. L'un d'eux, situé à l'extrême ouest du lac, sillonne un territoire composé de milieux humides. Bien qu'ils soient naturels, ces milieux sont reconnus comme contribuant aux apports en phosphore.

Les concentrations en phosphore sédimentaire trouvées au fond du lac Héroux en 2009 et les conditions d'anoxie dans les eaux profondes contribuent au relargage du phosphore accumulé dans les sédiments depuis quelques dizaines d'années et par conséquent au vieillissement prématuré du lac Héroux.

Les conditions naturelles rencontrées sur le bassin versant du lac Héroux combinées à la présence d'activités de villégiature depuis quelques dizaines d'années contribuent au vieillissement prématuré du lac Héroux (phénomène d'eutrophisation). Différentes mesures d'atténuation devront être prises afin de contrer l'eutrophisation de ce plan d'eau. Ces mesures concernent essentiellement la gestion du ruissellement des eaux vers le lac (bandes riveraines, chemins) et le contrôle des différentes sources de phosphore d'origine humaine (installations septiques, engrais, etc.).

Dans cette étude, nous avons identifié les différentes sources de phosphore contribuant à l'eutrophisation du lac Héroux. Jusqu'à maintenant, nous n'avons pu quantifier la contribution des différentes sources de phosphore qu'elles soient d'origine naturelle ou humaine. La prochaine étape consiste donc à réaliser des modèles qui serviront à estimer la proportion du phosphore qui provient du bassin versant et de la ceinture résidentielle autour du lac. Ces modèles permettront de calculer la capacité de support en phosphore du lac Héroux.

AVANT-PROPOS

Dans le but d'améliorer la qualité de l'eau des lacs qui ont subi des floraisons d'algues bleu-vert ces dernières années, un projet-pilote a démarré en 2009 sur le territoire des municipalités de Saint-Élie-de-Caxton et de Saint-Boniface. Ce projet est issu d'une collaboration entre l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), le Laboratoire de recherche sur les bassins versants de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), le ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), les municipalités de Saint-Élie-de-Caxton et de Saint-Boniface et les regroupements pour la protection de l'environnement des lacs et cours d'eau et associations de lacs de ces municipalités.

Les premiers épisodes de floraison de cyanobactéries (algues bleu-vert) dans les lacs Héroux et Plaisant sont apparus en 2007 et en 2008 pour le lac des Six. À la suite de ces événements, les associations de ces trois lacs se sont inscrites au *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP afin de mieux comprendre les causes de ces floraisons. Une analyse plus approfondie de la situation de chacun des lacs dépasse ce qu'on peut demander aux bénévoles des associations de lacs. C'est pourquoi le projet-pilote concernant les lacs ayant subi des floraisons d'algues bleu-vert dans les municipalités de Saint-Élie-de-Caxton (lac Plaisant) et de Saint-Boniface (lacs Héroux et des Six) a été mis sur pied.

Parallèlement au *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau* adopté par les deux municipalités concernées, ce projet permettra de mieux cibler les actions à entreprendre afin d'améliorer la qualité de l'eau et des écosystèmes des bassins versants de ces trois lacs.

Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau

Les municipalités de Saint-Élie-de-Caxton et de Saint-Boniface ont résolu d'adopter, en 2008, le *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau*. Toutes les rives des lacs, cours d'eau et milieux humides dégradées, décapées ou artificielles, devront être revégétalisées, à partir de la ligne des hautes eaux, selon les échéanciers suivants :

- Tout propriétaire doit avoir revégétalisé une largeur de 3 mètres de rive le 1er novembre 2009;
- Tout propriétaire doit avoir revégétalisé une largeur de 10 à 15 mètres de rive, selon la pente, le 1er novembre 2012.

Pour en savoir plus, consulter le site Internet suivant :
http://www.st-elie-de-caxton.com/affairesmunicipales/ReglementsMunicipaux/

Actions entreprises par les municipalités

1- Délimitation de la rive à revégétaliser

Dans le cadre des mesures complémentaires au *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau*[*] de ces deux municipalités, les résidents riverains ont été visités afin de délimiter les limites de la rive qui doit être revégétalisée. La municipalité de Saint-Boniface a employé une personne responsable de l'identification des rives au cours de la saison estivale 2009 afin de caractériser les rives des lacs Héroux et des Six. La tâche consistait à délimiter les 10 ou 15 mètres réglementaires à l'aide d'un écriteau « *Bande riveraine au travail* », de prendre une photo de la rive et de noter les caractéristiques particulières de l'emplacement.

Bande riveraine au travail

2- Inventaires des installations septiques

Dans le cadre du Programme d'aide à la prévention d'algues bleu-vert (PAPA) du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), différents inventaires ont été effectués. Ces inventaires, réalisés en 2009, concernaient la localisation des résidences non desservies par un réseau d'égout, la caractérisation des fosses septiques et des champs d'épuration et l'analyse de la conformité au *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées* (Q-2, r.8). Ces inventaires ont été réalisés par la firme *Consultants SB*. Ces inventaires ciblaient trois objectifs[†] :

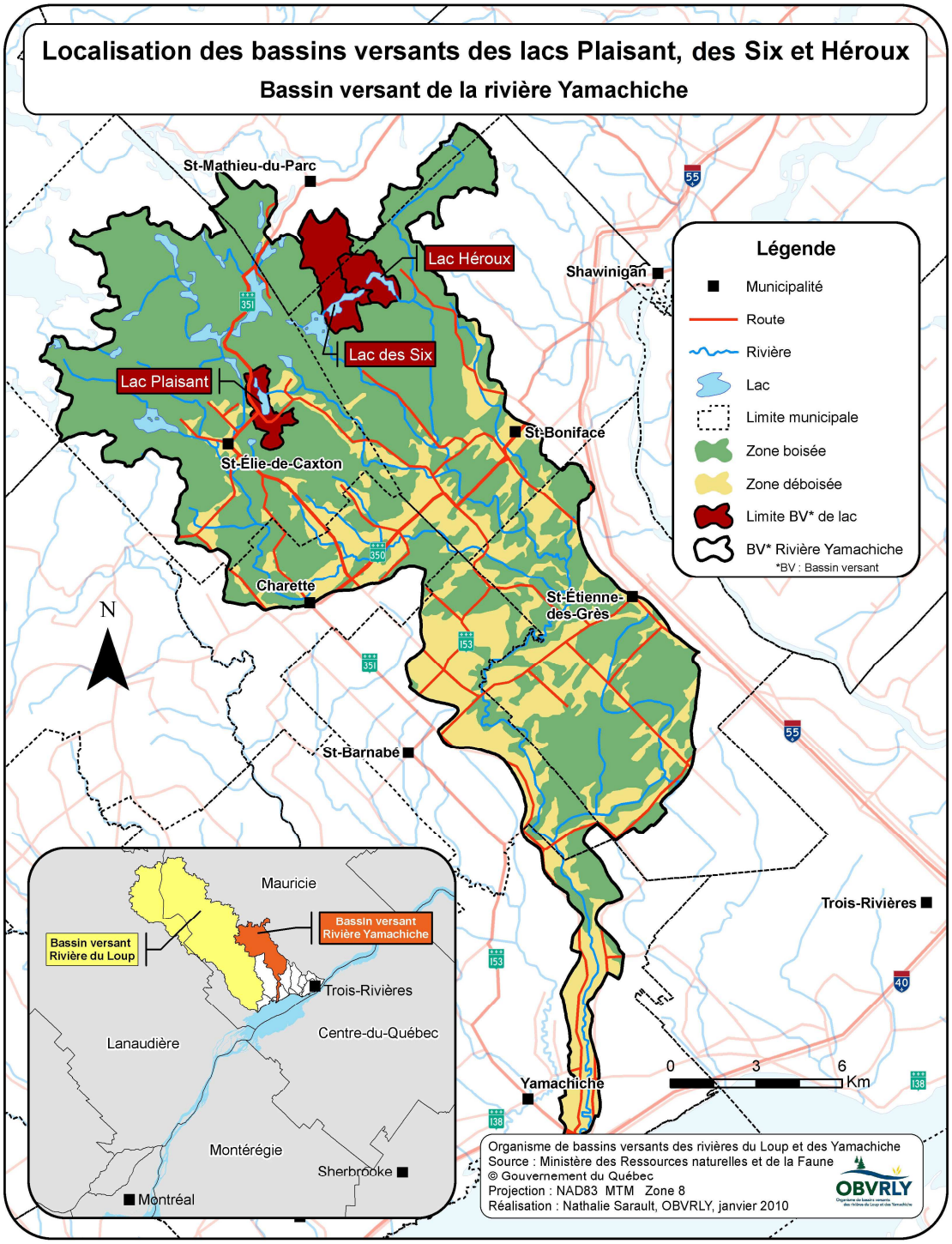
- inventorier les installations sanitaires existantes prioritairement situées dans le corridor riverain d'un lac (300 mètres) ou d'un cours d'eau (100 mètres);
- classer les installations sanitaires existantes en fonction de leur degré d'impact sur l'environnement;
- élaborer un plan correcteur identifiant des travaux requis pour corriger les installations déficientes.

Un projet concerté…

Ce projet-pilote propose un modèle d'avant-garde en ce qui a trait à la participation de l'ensemble des acteurs et usagers concernés par la qualité de l'environnement des lacs et cours d'eau des bassins versants à l'étude. À l'échelle locale, les riverains ainsi que les municipalités de Saint-Boniface et de Saint-Élie-de-Caxton ont participé à cette étude par l'acquisition de données terrain. À l'échelle régionale, l'Organisme des bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), appuyé scientifiquement par l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), a coordonné cette étude. Finalement, à l'échelle provinciale, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) a contribué à ce projet par le biais du Programme *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL) et par leur soutien technique.

[*] Pour plus d'informations : www.st-elie-de-caxton.com/milieuriverain/

[†] Pour plus d'informations : http://www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement/amen_algu_prog.asp



Carte 1 : Localisation des bassins versants des lacs Plaisant, des Six et Héroux, bassin versant de la rivière Yamachiche, 2009

INTRODUCTION

En 2007, une floraison d'algues bleu-vert (cyanobactéries) a été signalée au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) par les riverains du lac Héroux. C'était le premier constat de ce phénomène qui se traduit par une croissance excessive d'organismes microscopiques, les cyanobactéries. De façon naturelle, qu'elles soient toxiques ou non, les cyanobactéries sont présentes dans tous les plans d'eau québécois (GRILL, 2007). On les trouve naturellement en nombre restreint et généralement ne sont pas visibles à l'œil nu. Cependant, la récurrence de ces floraisons d'algues bleu-vert depuis 2007 a poussé les riverains ainsi que la municipalité de Saint-Boniface à dresser un portrait de la situation. Ainsi, cette étude permettra d'établir le niveau d'eutrophisation du lac et ses sources de perturbation et de compiler toutes les données disponibles sur le lac Héroux afin de bien cibler les problématiques historiques et récentes.

L'objectif de cette étude consiste donc à répondre aux questions suivantes :

- Quel est le niveau d'eutrophisation du lac Héroux?
- D'où proviennent les eaux de surface qui s'écoulent vers le lac?
- Quelles sont les sources potentielles de pollution?
- Quelles sont les priorités d'action afin de réduire l'impact des sources potentielles de pollution?

Dans la première partie de ce rapport, une description géographique du territoire et des caractéristiques du bassin versant seront présentées. Les données de qualité de l'eau du lac et des tributaires récoltées à l'été 2009 seront présentées dans la deuxième partie. Enfin, c'est à partir de l'analyse du territoire, des résultats de qualité de l'eau et d'études précédentes que des recommandations pour le maintien ou l'amélioration de l'état de santé du lac Héroux seront proposées aux riverains et à la municipalité de Saint-Boniface.

Historique du développement des lacs Héroux et des Six

Un bref historique du développement du lac des Six et du lac Héroux a été rédigé par M. Jean-Claude Racine et M. André Houle, riverains des lacs Héroux et des Six. Ce document évoque la petite histoire de Saint-Boniface dans le canton de « Shawénégan » depuis 1852. Le territoire des lacs était principalement composé de terres à bois. En 1913, ces terres furent subdivisées en petits terrains. Ces ventes, sans enregistrement, n'apparaissaient pas au rôle d'évaluation de la municipalité. C'est en 1968 que le maire Janelle a pris possession, au nom de la municipalité, de toutes ces terres dont les taxes n'avaient pas été payées depuis longtemps. Par la suite, une vente aux enchères de plusieurs terrains en bordure du lac Héroux et des Six fut lancée. Au début des années 1970, Hydro-Québec apporta l'électricité et plusieurs résidences furent construites autour des deux lacs.

Un promoteur immobilier, qui possédait plusieurs terres autour du lac des Six et du lac des Îles, décida, à la fin des années 1990, de les faire cadastrer et de les vendre. Ces terrains regroupés sous l'appellation du *Patrimoine du lac des Six* trouvèrent rapidement preneurs. Plus d'une cinquantaine de terrains furent ainsi achetés et une autre quarantaine est encore à vendre.

Le 31 janvier 2004, une première association de riverains fut créée. D'abord, le comité fut formé afin d'effectuer des pressions auprès de la municipalité, car le chemin qui menait au lac Héroux et au lac des Six était en mauvais état. Ensuite, le comité s'est efforcé de représenter les riverains dans plusieurs dossiers, dont la préservation de l'environnement. C'est ainsi qu'un deuxième comité de riverains a été formé pour représenter le secteur du Patrimoine du lac des Six (bassin ouest). Par leurs actions, les associations de riverains contribuent à la préservation des lacs et des chemins en effectuant un suivi sur les réglementations en vigueur dans la municipalité et en sensibilisant les riverains.

En 2009, le bassin versant du lac Héroux comptait 65 résidences dont environ 50 % étaient habitées à l'année et l'autre moitié servait de résidences secondaires.

1ÈRE PARTIE : PORTRAIT DU BASSIN VERSANT DU LAC HÉROUX

Les caractéristiques du bassin versant

Le bassin versant, le lac et ses tributaires doivent être considérés comme un tout. De façon à améliorer la santé du lac dans une optique de développement durable, l'aménagement adéquat des rives n'est pas suffisant. Il faut aussi tenir compte de l'utilisation du sol et des rejets provenant de l'ensemble du bassin versant. C'est pourquoi nous présentons les caractéristiques physiques du bassin versant dans cette première partie.

La caractérisation du bassin versant a été effectuée à l'aide d'un système d'information géographique (SIG), de photos aériennes (orthophotos) et des cartes topographiques à l'échelle de 1/20 000 et à l'échelle de 1/100 000 du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Ces fichiers numériques nous ont procuré plusieurs informations : surfaces forestières, milieux humides, hydrographie, routes, courbes hypsométriques, tributaires, etc.

Une première caractérisation du territoire a permis de délimiter le bassin versant du lac Héroux. Ainsi, une estimation de la provenance des eaux de surfaces qui s'écoulent vers le lac a été réalisée. La caractérisation du réseau hydrographique a pu être complétée par des sorties terrain qui ont permis de caractériser le drainage routier. Par la suite, les propriétés morphométriques (superficie, périmètre et pourcentage de l'utilisation du sol) et une analyse physiographique (topographie, géologie, dépôts de surface et sols) du bassin versant ont été effectuées. Ces différentes analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel de cartographie Arc GIS 9.2 de ESRI.

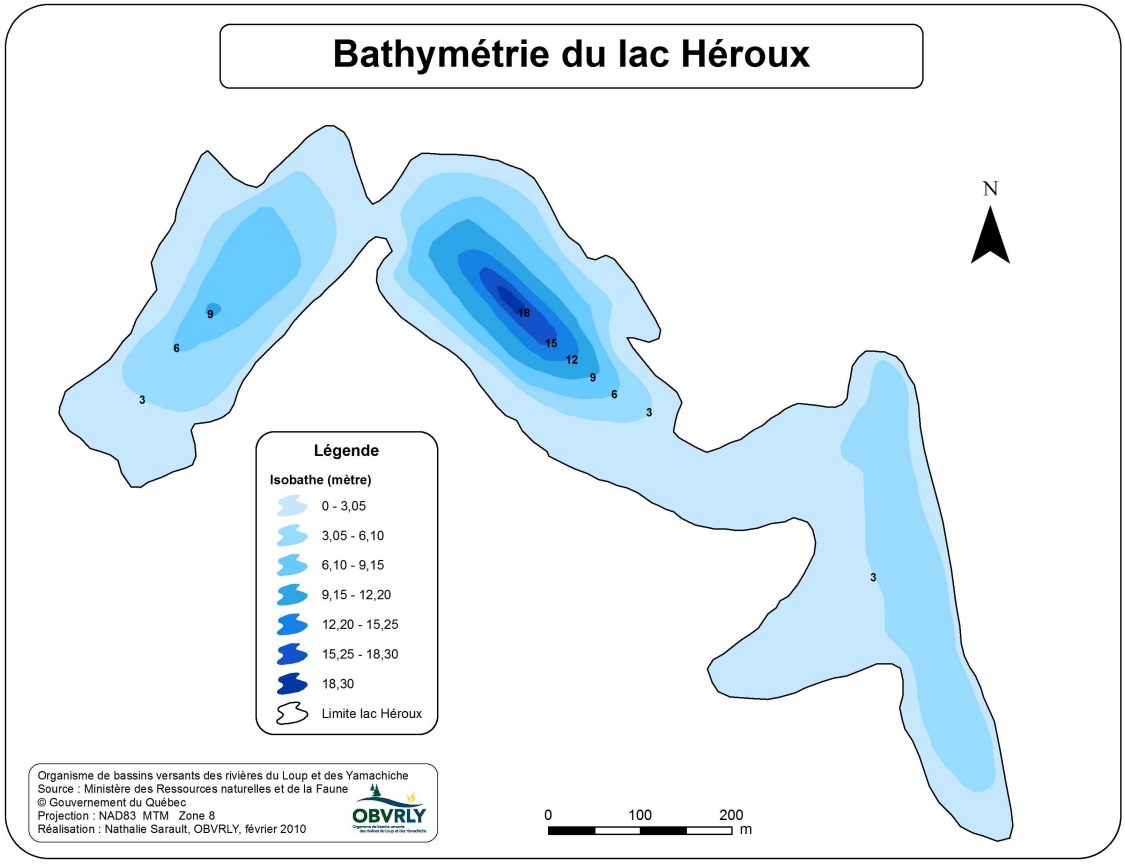
Hydrographie

Le bassin versant du lac Héroux fait partie du réseau hydrologique du bassin de la rivière Yamachiche. Le lac Héroux, qui se déverse dans la rivière Machiche, se localise dans la MRC de Maskinongé, sur la rive Nord du fleuve Saint-Laurent, au nord-ouest de Trois-Rivières, dans la municipalité de Saint-Boniface-de-Shawinigan (carte 1, section avant-propos).

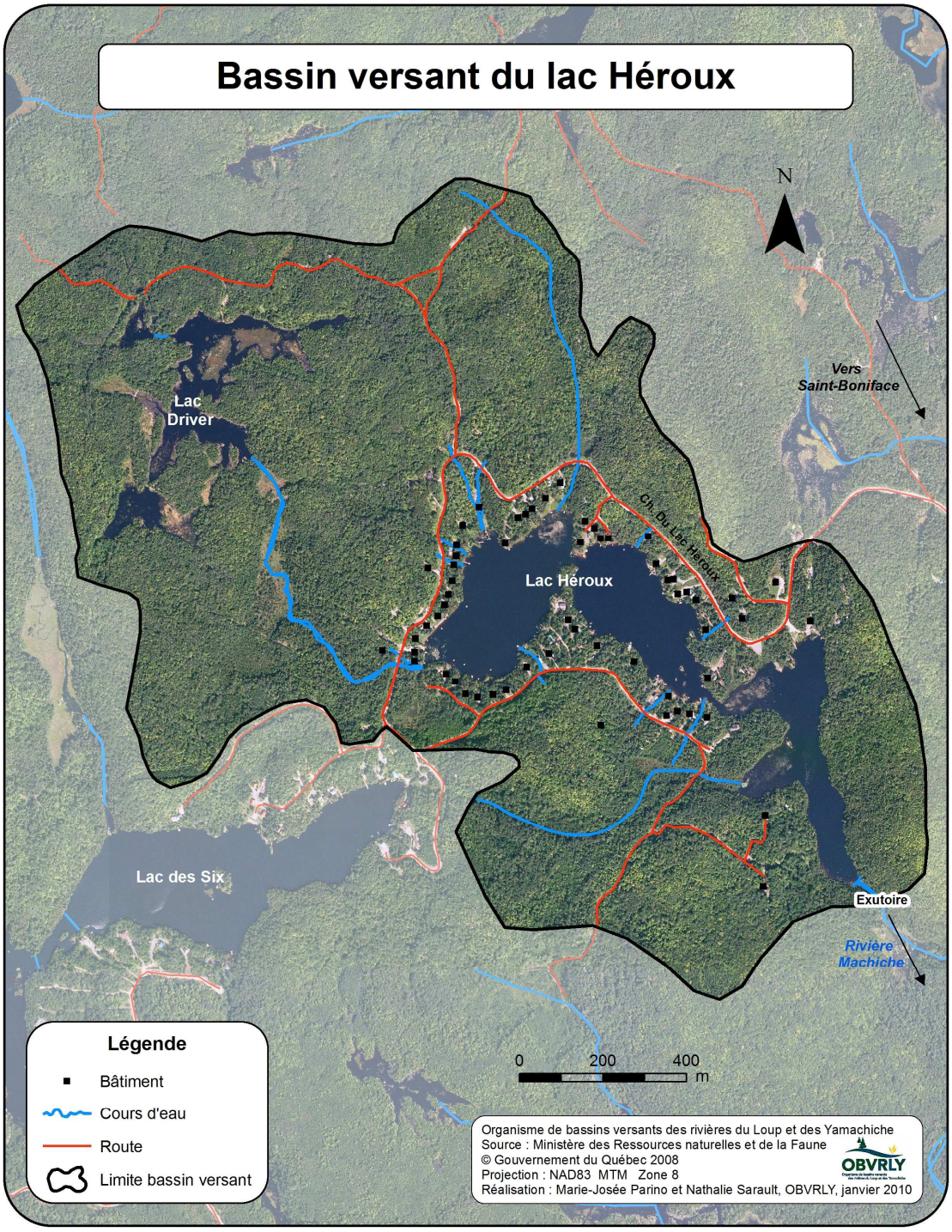
Le bassin versant du lac Héroux comptes deux plans d'eau d'importance : le lac Héroux divisé en trois bassins et le lac Driver situé au nord-ouest du lac Héroux. Les propriétés morphométriques de ces deux lacs sont présentées dans le tableau 1. Notons que les cours d'eau du bassin versant parcourent 4 km au total.

Tableau 1 : Hydrographie du bassin versant du lac Héroux, 2009

Plan d'eau	Périmètre (m)	Superficie (km²)	Volume (m^3)	Profondeur à la fosse (m)
Lac Héroux	4 765	0,22	773 013	18,3
Lac Driver	4 300	0,06	N/D	N/D
Bassin versant	**7 737**	**2,4**	Ne s'applique pas	Ne s'applique pas



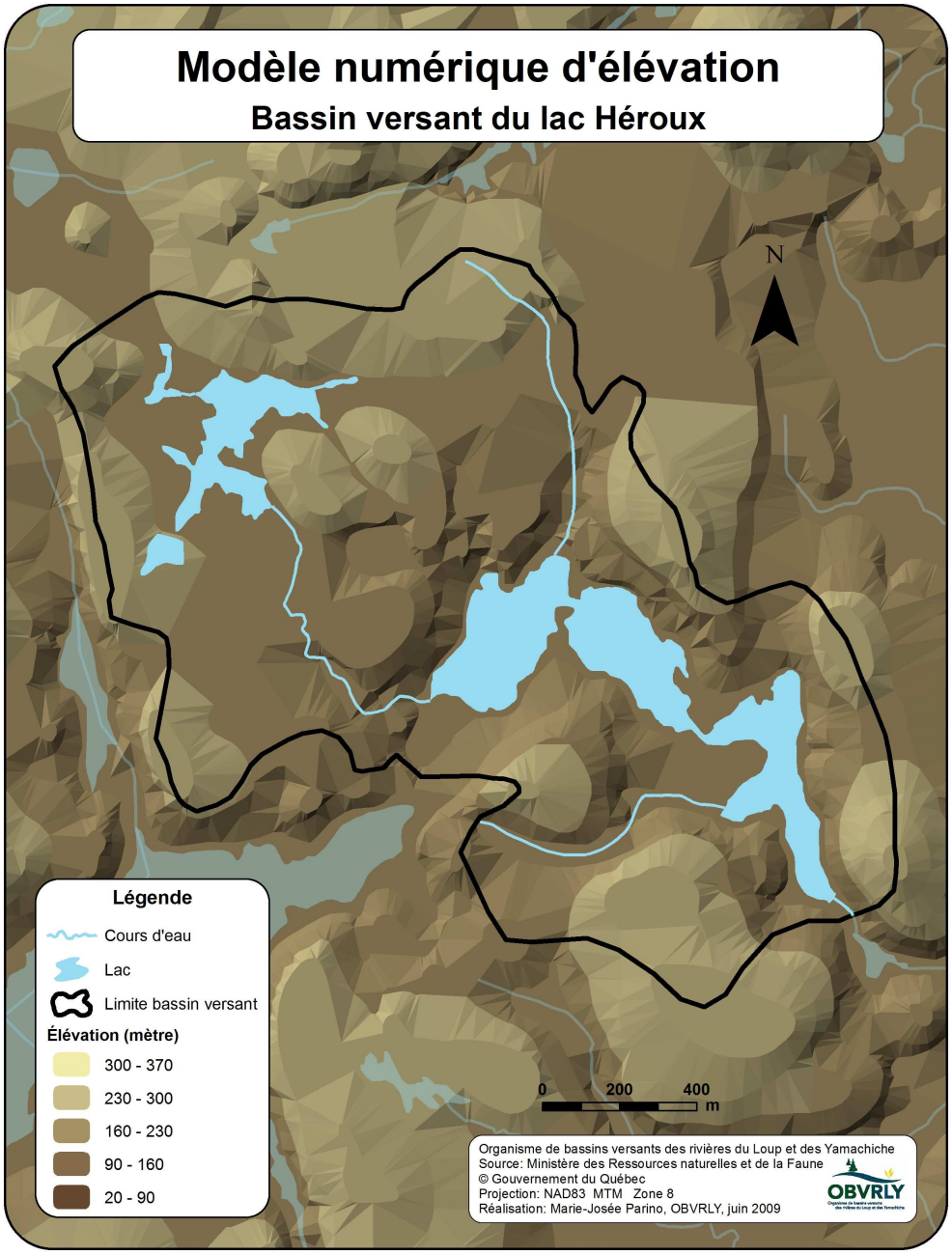
Carte 2 : Carte bathymétrique illustrant le relief du fond du lac Héroux et des profondeurs associées en mètres



Carte 3 : Bassin versant du lac Héroux, photo aérienne prise en 2008

Topographie du bassin versant

Le lac Héroux se situe à 199 mètres au dessus du niveau de la mer. Son bassin versant est caractérisé par un relief de collines. Les parties les plus élevées du bassin sont les collines qui entourent le territoire. Ces collines ont une élévation moyenne de 250 mètres. La plupart des ruptures observées indiquent en moyenne un dénivelé de 61 mètres sur une distance de 400 mètres (carte 4).



Carte 4 : Topographie du bassin versant du lac Héroux obtenue à partir d'un modèle d'élévation numérique

Géologie

Au niveau géologique, ce secteur se situe dans la province de Grenville, sur le Bouclier canadien. Le substrat est composé de roches précambriennes : l'anorthositique gabbro et le pyroxenediorite (Béland, 1961). D'ailleurs, plusieurs affleurements rocheux sont observés sur le territoire du bassin versant. « Les roches précambriennes qui affleurent maintenant correspondent aux racines des Laurentides qui étaient beaucoup plus élevées et qui ont été érodées par les agents atmosphériques et les glaciers durant les millions d'années qui ont suivi leur mise en place. » (Commission géologique du Canada, 2008).

Dépôts de surface

Les dépôts de surface du bassin versant sont principalement composés de till, sédiments mal triés, composés de gravier, de cailloux et de blocs. Ces dépôts proviennent de la période glaciaire, mis en place par le glacier lors de sa fonte. Au cours de la dernière glaciation, il y a plus de 12 000 ans, l'avancement de l'inlandsis décapait le substrat du Bouclier canadien. Ainsi, lors de la fonte du glacier, les sédiments pris dans la glace (till) se sont déposés au sol renfermant des cailloux dont la taille peut atteindre celle d'un bloc. Le lac Héroux fut subséquemment formé par le déplacement des glaciers qui formaient des cuvettes propices à la formation de lacs. D'ailleurs, au Canada, la plupart des lacs sont d'origines glaciaires (La fondation Historica du Canada, 2009).

Pédologie/sols

La région du bassin versant du lac Héroux se localise sur une dominance de sols « Terrain Saint-Colomban ». Ces sols loameux se sont accumulés sur des dépôts de till minces recouvrant les versants des collines laurentiennes. À cause des nombreux cailloux, des affleurements, des marécages et de l'inaccessibilité de ces terrains, on ne songe évidemment pas à leur donner une vocation agricole (Pageau, 1967).

Utilisation du territoire

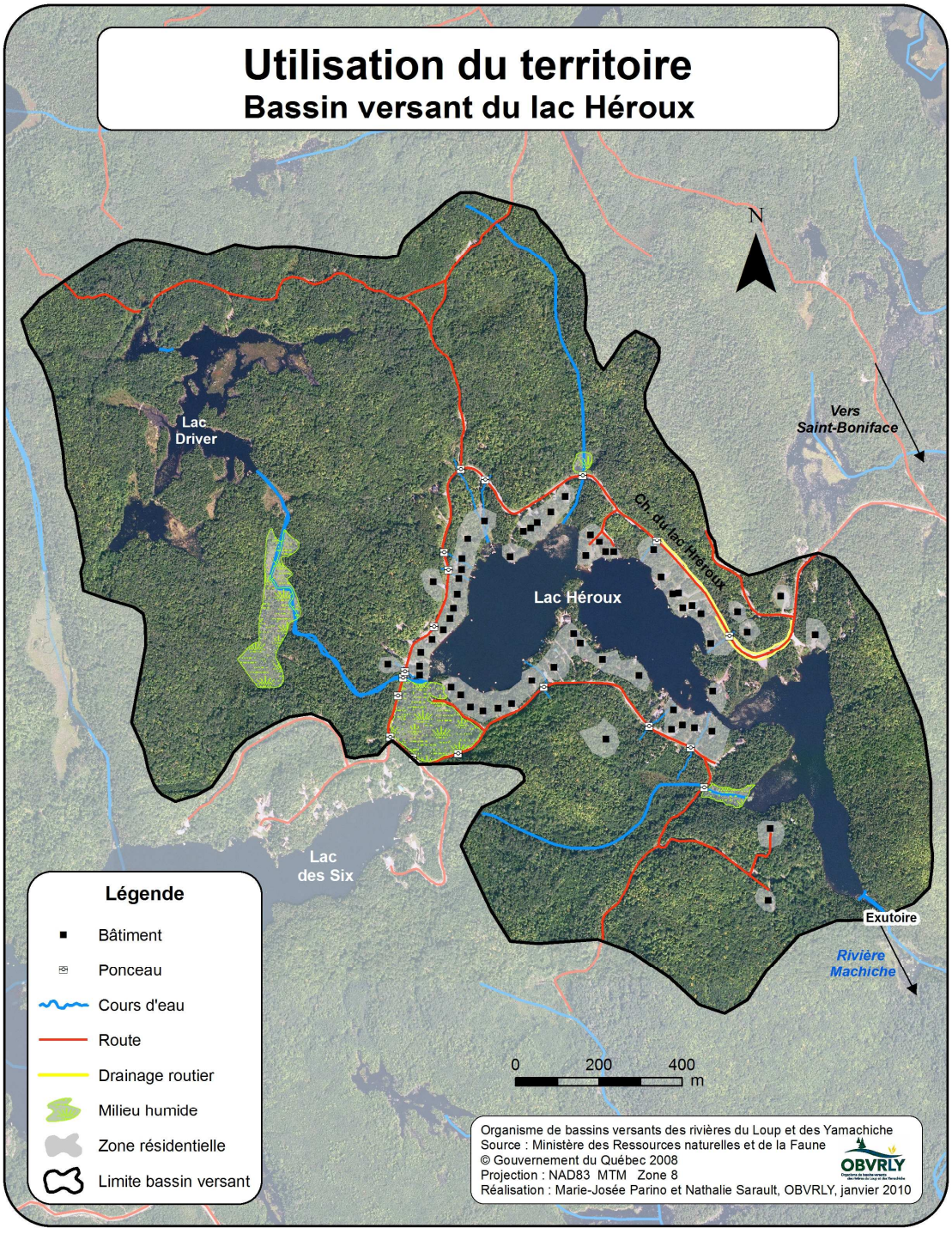
Le bassin versant du lac Héroux est surtout un endroit de villégiature. Bien que principalement en zone forestière, la zone riveraine du lac Héroux abrite aussi une proportion considérable de résidences qui correspond à près de 6 % du territoire du bassin versant. L'importance du recouvrement forestier sur le territoire du bassin versant Héroux représente 80% (tableau 2 et carte 5). Les forêts sont essentiellement composées de peuplements d'érablière à bouleau jaune. Certaines activités forestières (ex. récolte de bois) ont lieu dans le bassin versant du lac Héroux. En 2009, ces activités de récoltes de bois, de faibles superficies, étaient surtout localisées dans la partie sud du bassin versant.

Tributaire « T-Roux 3 »,
coupe forestière en 2009

Tableau 2 : Pourcentage d'utilisation du territoire dans le bassin versant du lac Héroux, 2009

Utilisation du territoire	% du bassin versant	Superficie (km²)
Forêt	80	1,96
Eau (lacs et cours d'eau)	12	0,29
Résidentiel	5,6	0,14
Milieux humides	2,4	0,06
Bassin versant	**100**	**2,45**

La superficie des lacs et cours d'eau dans le bassin versant représente une proportion relativement importante du territoire avec 12 % du bassin versant. Les milieux humides correspondent à moins de 3 %. Cependant, la superficie des milieux humides est variable d'une année à l'autre; elle est dépendante de la dynamique des castors. Plus loin dans cette section, nous reviendrons plus en détails sur l'évolution des milieux humides. Nous présenterons aussi les caractéristiques du territoire : la qualité des bandes riveraines et le drainage routier pouvant contribuer à l'enrichissement des eaux du lac Héroux.



Carte 5 : Utilisation du territoire du bassin versant du lac Héroux en 2008

Indice de qualité des bandes riveraines (IQBR)

Les rives (ou bandes riveraines) d'un cours d'eau ou d'un lac jouent un rôle important sur l'état de santé de celui-ci. En effet, la composition végétale des rives, le type de sol et la pente sont des facteurs qui ont pour effet d'améliorer ou de diminuer la qualité de l'eau et de l'écosystème aquatique. Une rive composée de différentes strates de végétation (arbres, arbustes et herbacées) joue le rôle de zone tampon contre le ruissellement et de stabilisation des berges contre l'érosion, améliorant ainsi l'état de santé du cours d'eau ou du lac. À l'inverse, une rive dénudée de végétation devient une source de perturbation affectant l'intégrité du milieu aquatique. En plus de jouer un rôle de filtre entre le milieu terrestre et aquatique, la bande riveraine remplit diverses fonctions écologiques tels la stabilisation des berges, la régulation de la température de l'eau et le maintien des concentrations en oxygène et la création d'habitats pour la faune.

En résumé, les bandes riveraines permettent de réduire le potentiel d'eutrophisation des cours d'eau et des lacs, particulièrement lorsqu'un bassin versant est affecté par la pollution d'origine diffuse (effet cumulatif de la pollution provenant de l'ensemble du territoire). Une connaissance approfondie de l'état des rives (bandes riveraines), à l'échelle du bassin versant, permet d'identifier les secteurs vulnérables à la pollution. Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) a développé un outil d'évaluation simple et efficace afin d'évaluer l'état des rives : l'Indice de Qualité de la Bande Riveraine, IQBR (Saint-Jacques & Richard, 1998).

L'Indice de Qualité de la Bande Riveraine (IQBR)

L'IQBR, développé par le MDDEP, permet une évaluation rapide et compréhensible de la condition écologique de l'habitat riverain et de son impact sur l'intégrité du milieu aquatique. Liste des paramètres mesurés :

- Forêt (%)	- Coupe forestière (%)	- Friche et pâturage (%)
- Arbustaie (%)	- Infrastructure (%)	- Culture (%)
- Herbaçaie (%)	- Socle rocheux (%)	- Sol nu (%)

IQBR - Méthode visuelle
Il est possible de recueillir les données visuellement pour les sites d'échantillonnage. Les proportions des composantes de la bande riveraine sont prises visuellement sur les deux rives et sur 100 mètres en amont du site. Cependant, il faut considérer que cette méthode a ses limites dans l'évaluation des conditions de l'habitat riverain.

IQBR - Méthode photo-interprétation
L'évaluation des conditions de l'habitat riverain est réalisée à l'aide de photos aériennes sur l'ensemble d'un bassin versant. Cette méthode permet une évaluation beaucoup plus raffinée des conditions de l'habitat riverain.

L'IQBR, dont la valeur se situe entre 0 (très faible) et 100 (excellent), est donc un outil qui permet de quantifier et de comparer l'état des bandes riveraines. Des classes ont alors été créées afin d'en simplifier l'interprétation, classe IQBR « A » (excellent) et classe « E » (très faible).

Source : Saint-Jacques & Richard, 1998, MDDEP.

Au lac Héroux, le plus fort du développement résidentiel a eu lieu dans les années 1970 et 1980. À cette époque au Québec, les propriétaires et les instances n'étaient pas conscients de l'importance des bonnes pratiques en milieu riverain. C'est ainsi que les résidents ont tenté de reproduire le modèle d'aménagement urbain, ou de banlieue, sur les rives du lac. La règle était de couper les arbres afin de mieux voir le lac, d'implanter de la pelouse pour faciliter l'accès à l'ensemble du terrain et parfois d'installer des murets. Bien que l'aspect esthétique recherché soit louable, l'impact sur l'intégrité écologique du lac peut conduire au vieillissement prématuré de celui-ci (eutrophisation), condition favorable à la prolifération des cyanobactéries.

En 2009, 54 résidences correspondaient à 70 % d'occupation des rives du lac Héroux. La portion non habitée des rives correspondait au secteur sud-est du lac où les pentes abruptes ne permettent pas l'établissement de résidences.

L'IQBR a été calculé à partir d'une caractérisation effectuée visuellement sur le terrain et par tronçons de 100 mètres, sur une profondeur de 15 mètres, et ce, pour tout le périmètre habité du lac. La qualité des rives du lac Héroux est excellente pour la moitié d'entre elles, soit 51 % appartenant à la classe A de l'IQBR, incluant le secteur sud-est non habité du lac (carte 6); l'autre moitié est d'une qualité intermédiaire, 34% appartenant à la classe B et 7 % à la classe C de l'IQBR.

La rive typique (ou moyenne) d'une propriété privée du lac Héroux respecte les bonnes pratiques pour la moitié de sa superficie, soit présence d'arbres, d'arbustes et d'herbacées naturelles. L'autre moitié de cette superficie est généralement occupée par des éléments susceptibles d'altérer le milieu aquatique, telles les pelouses, plages et infrastructures (figure 1).

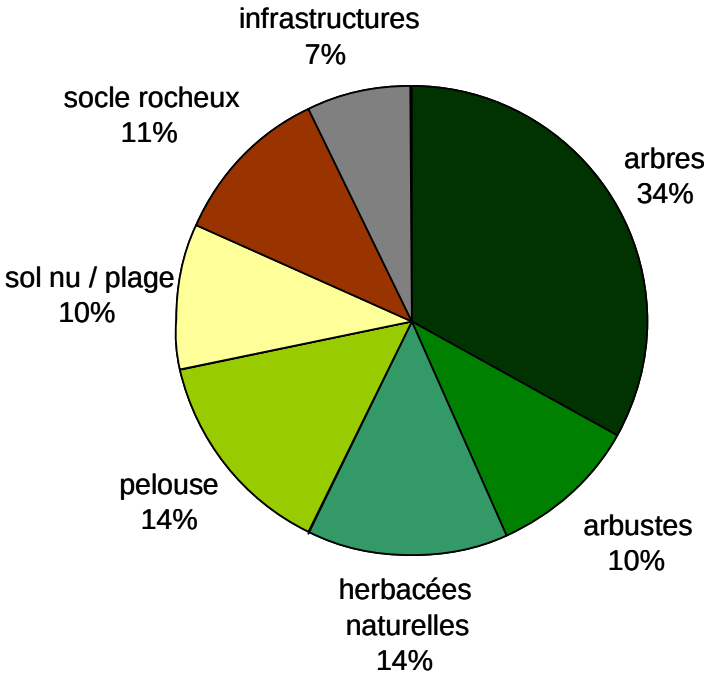
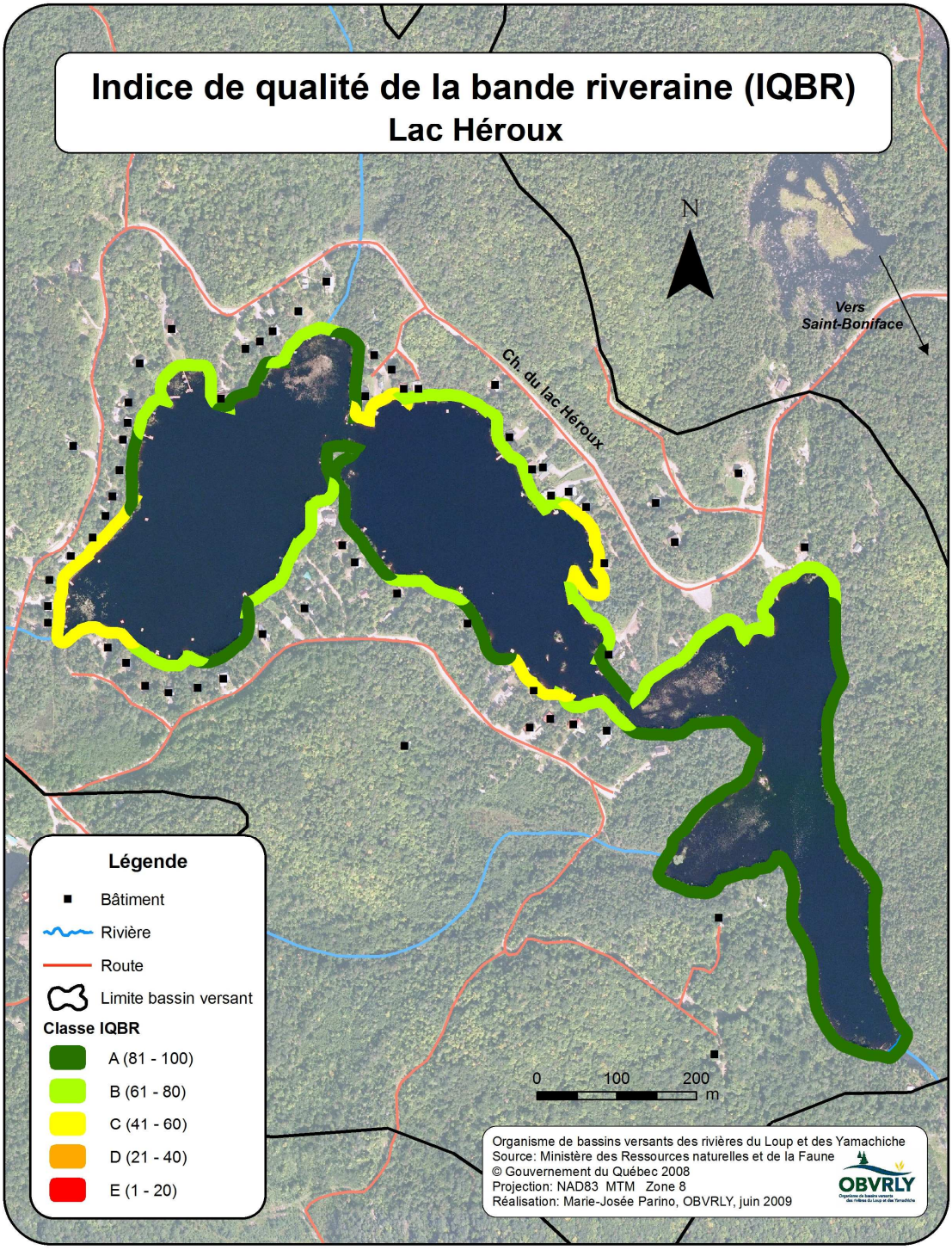


Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Héroux en 2009



Carte 6 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Héroux 2009

Lorsque nous analysons la composition moyenne des rives du lac Héroux appartenant à la classe A de l'IQBR, nous pouvons remarquer l'absence de composantes d'origine humaine (figure 2). Plus de 80 % d'une rive moyenne appartenant à la classe A est composée d'arbres, d'arbustes et d'herbacées naturelles.

Nous pouvons voir à la carte 6 que l'ensemble des rives du secteur sud-est non habité du lac affiche une excellente qualité. D'autres secteurs habités du lac affichent aussi une excellente qualité des rives, ce qui pourrait confirmer que plusieurs propriétés riveraines respectaient les bonnes pratiques en milieu riverain. Rappelons que 51 % des rives du lac Héroux appartiennent à cette classe.

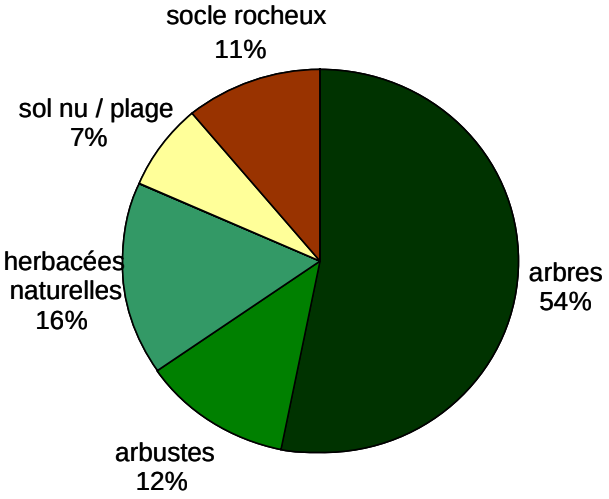


Figure 2 : Composition moyenne d'une rive du lac Héroux en 2009, IQBR = A

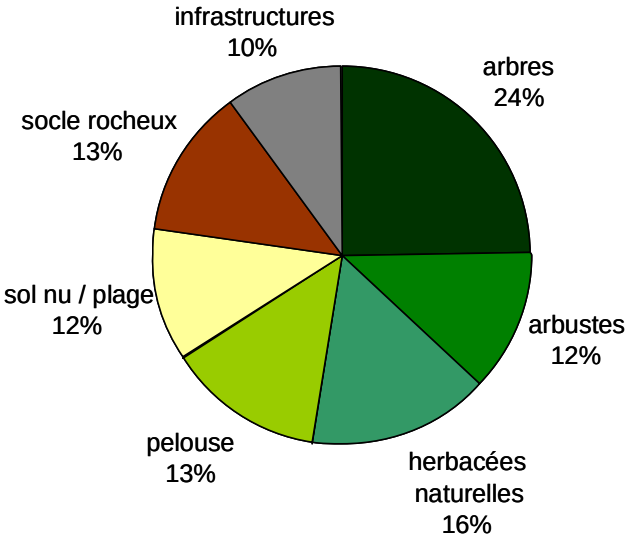


Figure 3 : Composition moyenne d'une rive du lac Héroux en 2009, IQBR = B

Les rives du lac Héroux appartenant à la classe B de l'IQBR, qui sont de bonne qualité, comprennent des composantes d'origine humaine telles la pelouse, les infrastructures et la présence de plages (figure 3).

Pour ces rives, nous remarquons une diminution de la présence d'arbres de près de la moitié comparativement aux rives appartenant à la classe A de l'IQBR (figures 2 et 3). Cette catégorie de rives occupe la majorité des secteurs habités du lac Héroux, 34 % des rives du lac Héroux appartiennent à cette classe.

Bien que l'état des rives de la classe B ne soit pas dramatique en terme d'effet sur l'intégrité écologique du lac, il y a tout de même place à l'amélioration des aménagements pour ces propriétaires. Notons, qu'à long terme, l'effet cumulé de petits problèmes peut contribuer à l'altération du milieu aquatique.

Après analyse de la composition moyenne d'une rive appartenant à la classe C de l'IQBR, nous constatons une diminution de la présence d'arbres et une diminution de la présence d'arbustes. À l'inverse, nous enregistrons une augmentation des superficies en pelouse comparativement aux rives appartenant à la classe B de l'IQBR (figures 3 et 4).

Seulement 7 % des rives du lac Héroux appartient à la classe C de l'IQBR (carte 6). Les propriétaires des terrains riverains de ces secteurs devront porter une attention particulière à la revégétalisation de leurs rives afin de contrer l'effet néfaste de celles-ci sur l'intégrité écologique du lac Héroux.

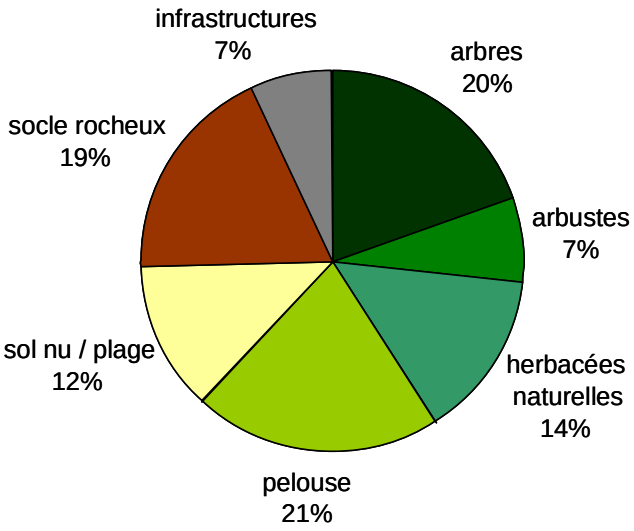


Figure 4 : Composition moyenne d'une rive du lac Héroux en 2009, IQBR = C

Afin de préserver l'intégrité écologique du lac Héroux, les rives de celui-ci devront atteindre la classe A de l'IQBR. Or, les propriétés riveraines dont les rives appartiennent aux classes B et C de l'IQBR devront apporter une attention particulière à la revégétalisation de leurs rives. D'ailleurs, toutes les rives des propriétés riveraines du lac Héroux devront être minimalement revégétalisées sur 10 à 15 mètres de largeur, selon la pente, avant le 1er novembre 2012, conformément au *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau* adopté en 2008 par la municipalité de Saint-Boniface.

Rappelons que ces mesures de revégétalisation des rives du lac Héroux ne peuvent à elles seules corriger les problèmes d'enrichissement des eaux du lac en nutriments (eutrophisation). Une portion non négligeable des nutriments peut provenir du ruissellement des eaux de l'ensemble du bassin versant ; du drainage routier, des territoires à proximité des tributaires, des installations septiques, etc. Des mesures correctives devront être mises en place pour les bandes riveraines et, parallèlement à celles-ci, une meilleure gestion des eaux de ruissellement de l'ensemble du bassin versant devra être effectuée.

Le drainage routier

Le réseau routier du lac Héroux parcourt 6,5 km au total. Le chemin du lac Héroux ne possède que très peu de fossés routiers situés sur le premier tronçon du chemin du lac Héroux à l'approche de celui-ci (carte 5). Par conséquent, lors de fortes pluies, l'eau se canalise dans les chemins et rend la route non carrossable. Le ruissellement de l'eau peut, à certains endroits, être canalisé et acheminé directement au lac via des tributaires ou des terrains résidentiels qui offrent peu d'obstacles au cheminement de l'eau vers le lac.

Ruissellement lors de fortes pluies.

Dans les dernières années, les ponceaux manquants ont été mis en place et les réparations ont été effectuées par la municipalité pour les ponceaux déjà existants. Des résidents bénévoles se sont penchés sur le problème du chemin et ils ont dressé une liste des changements à apporter pour le chemin du lac Héroux et des Six (secteur est). Ils ont par ailleurs présenté une solution de pavé économique à la municipalité de Saint-Boniface.

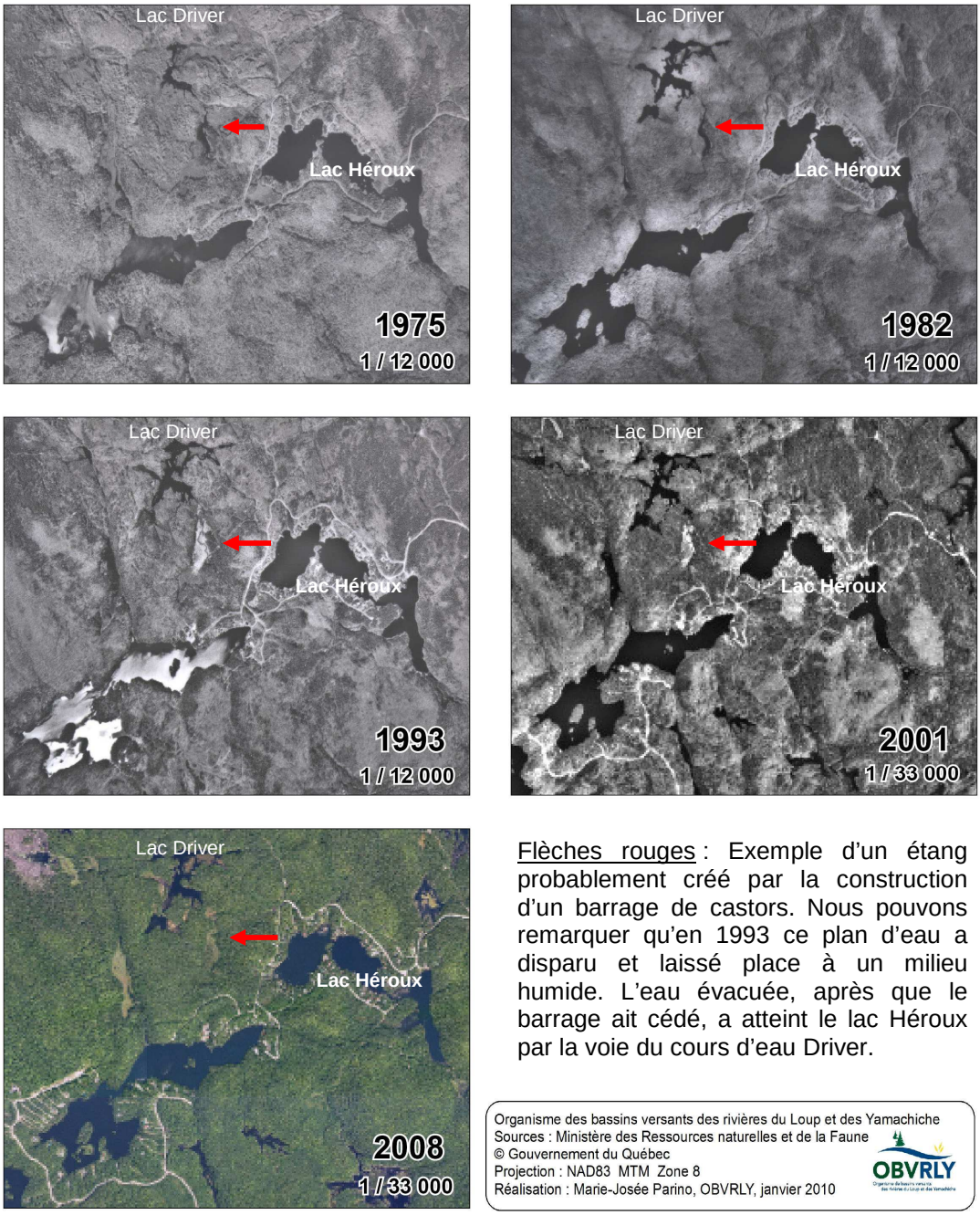
Les milieux humides

Les principaux milieux humides d'importance se situent dans le secteur du lac Driver au nord-ouest du lac Héroux. Cependant, le lac Driver n'a pas toujours été. Lorsque nous observons les photos aériennes de 1975, nous constatons que ce secteur était essentiellement composé de milieux humides que nous nommerons marais Driver. Depuis 1975, divers plans d'eau se sont formés entre le marais (ou lac) Driver et le lac Héroux. La cause de ces changements serait probablement reliée à l'activité de castors (voir carte 7).

Cours d'eau provenant du lac Driver, 2009.

C'est vers 1982 que le marais Driver est devenu une étendue d'eau d'une proportion considérable (0.06 km^2). Un barrage de castors serait probablement à l'origine de la formation du lac Driver que l'on connaît aujourd'hui (carte 3). Après analyse des photos aériennes de 1975, 1982, 1993 et 2008, nous avons constaté que les barrages de castors contribuaient grandement à la fluctuation des niveaux des différentes étendues d'eau dans le secteur du lac Driver. Cette dynamique est non négligeable quant aux apports de matières organiques que le lac Héroux reçoit lorsque la rupture de barrages de castors survient.

Évolution du territoire des bassins versants des lacs des Six et Héroux entre 1975 et 2008



Flèches rouges : Exemple d'un étang probablement créé par la construction d'un barrage de castors. Nous pouvons remarquer qu'en 1993 ce plan d'eau a disparu et laissé place à un milieu humide. L'eau évacuée, après que le barrage ait cédé, a atteint le lac Héroux par la voie du cours d'eau Driver.

Organisme des bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche
Sources : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
© Gouvernement du Québec
Projection : NAD83 MTM Zone 8
Réalisation : Marie-Josée Parino, OBVRLY, janvier 2010

Carte 7 : Évolution des effets de la présence de castors dans le bassin versant du lac Héroux entre 1975 et 2008

2IÈME PARTIE : ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE SANTÉ DU LAC HÉROUX ET DE SES TRIBUTAIRES

Cette section contient les informations récoltées en 2009 qui permettent d'évaluer l'état de santé du lac Héroux et de ses ruisseaux. Pour ce faire, différentes mesures physico-chimiques et biologiques ont été effectuées afin de déterminer l'intégrité écologique du lac Héroux et de ses tributaires.

Méthodologie

Les stations d'échantillonnage de l'eau

Des échantillons d'eau ont été prélevés dans les trois principaux tributaires (ruisseaux) du lac afin d'évaluer les sources de perturbations potentielles provenant du bassin versant. Ces prélèvements ont été effectués à deux reprises, soit le 28 mai et le 1er juillet 2009. L'échantillonnage des tributaires permet d'évaluer l'impact de l'ensemble du bassin versant d'un cours d'eau donné sur le lac. Afin d'évaluer l'état trophique du lac Héroux, une station d'échantillonnage a été localisée à la fosse du lac Héroux.

Les tributaires

La première station, **T-Roux 1**, est située sur le cours d'eau Driver au nord-ouest du lac Héroux. Ce cours d'eau prend sa source au lac Driver au cœur de la forêt où aucune modification anthropique autre que des sentiers de VTT n'est présente. Ensuite, le cours d'eau traverse un milieu humide et le chemin du lac Héroux et se jette finalement dans le lac (voir carte 8).

Lac Driver soumis aux fluctuations des niveaux d'eau occasionnées par activité des castors, photo prise 2009

La station **T-Roux 2** est localisée sur le principal ruisseau situé au nord du lac sur le chemin du lac Héroux. La station est située à environ 60 mètres en amont du lac. Ce ruisseau prend sa source dans la forêt. Ensuite, le cours d'eau traverse un chemin forestier privé. L'eau traverse le chemin du lac Héroux sous un ponceau et jalonne un terrain habité (voir carte 8).

La station **T-Roux 3** est située sur un cours d'eau qui se jette au sud-est du lac Héroux. Cette station d'échantillonnage se situe à environ 75 mètres en amont du lac. Le cours d'eau prend sa source en forêt, il suit ensuite son cours dans une plaine inondable (milieu humide) dans sa partie aval près du lac (voir carte 8). Des coupes forestières ont été observées à proximité du ruisseau.

La fosse du lac Héroux

Afin de dresser un portrait précis de l'état de santé du lac Héroux, deux suivis ont été réalisés en parallèle en 2009 à même le lac. Le premier suivi a été effectué par des riverains bénévoles dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*. Le comité de riverains du lac Héroux effectue ce suivi depuis 2007. Pour compléter l'information obtenue à partir du *RSVL,* nous avons réalisé des mesures supplémentaires. Ces mesures prises à différentes profondeurs du lac permettent d'observer les profils d'oxygène et de température qui renseignent sur l'anoxie du lac (déficit en oxygène). Ces deux suivis ont été réalisés à la même station d'échantillonnage, **F-Roux**, qui est située à la fosse du lac au centre du bassin central (carte 8).

Le Réseau de surveillance volontaire des lacs – RSVL

« Le Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), programme offert par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), vise à évaluer l'état des lacs du Québec et à suivre leur évolution dans le temps. Il est basé sur un partenariat entre le Ministère et les associations de propriétaires riverains et les organisations participant à la protection et la gestion des plans d'eau. Le Réseau a été développé sur une base expérimentale en 2002 et 2003 et est accessible au public depuis 2004.»

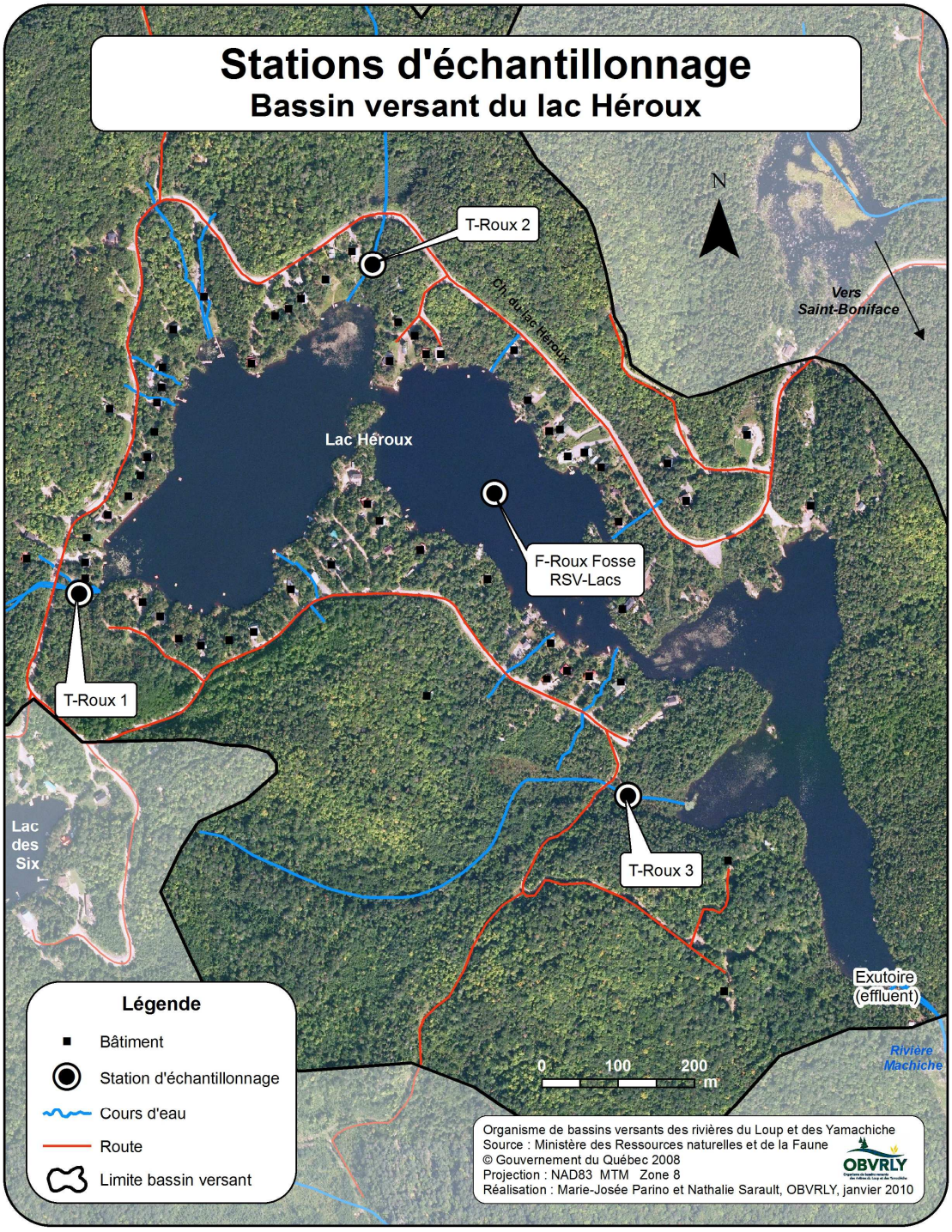
Différentes activités de suivi sont effectuées, à savoir :

- l'échantillonnage de l'eau pour mesurer en laboratoire le phosphore, le carbone organique dissous et la chlorophylle *a*;
- la mesure de la transparence de l'eau (profondeur du disque de Secchi) à toutes les deux semaines, du début de juin jusqu'au début d'octobre.

Les données récoltées dans le cadre du RSVL permettent d'évaluer le niveau trophique du lac, soit l'état d'avancement du vieillissement prématuré du lac.

Source : MDDEP, 2005.

Les riverains du lac Héroux ont réalisé trois campagnes d'échantillonnage entre 2007 et 2009. Cependant, seulement le suivi de la transparence fut effectué en 2008. Malgré que le MDDEP recommande d'effectuer le suivi du RSVL aux 5 ans, un suivi plus rapproché fut demandé au MDDEP par les riverains du lac suite aux signalements de floraisons de cyanobactéries.



Carte 8 : Stations d'échantillonnage du lac Héroux, mesures physico-chimiques prises dans les tributaires et la fosse du lac en 2009

Les paramètres physico-chimiques de l'eau

Plusieurs paramètres de qualité de l'eau peuvent être mesurés. Cependant, nous avons choisi de sélectionner les paramètres jugés responsables de l'eutrophisation des lacs et provenant des activités humaines (tableau 3).

Les concentrations d'azote et de phosphore ont été mesurées dans les tributaires afin de déterminer les sources potentielles d'éléments nutritifs provenant de l'ensemble du bassin versant du lac Héroux. Ces éléments nutritifs, tels l'azote et le phosphore, sont reconnus comme étant responsables du vieillissement prématuré des lacs (eutrophisation) et des épisodes fréquents de floraisons d'algues bleu-vert. Des mesures de coliformes fécaux ont aussi été réalisées pour chaque tributaire afin de vérifier la présence de pollution d'origine fécale.

Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés au lac Héroux en 2009

Paramètre	Unité	Type de suivi	Méthode
Matières en suspension (M.E.S.)	mg/L	Tributaire - OBVRLY	Laboratoire UQTR‡
Turbidité (Turb)	NTU	Tributaire - OBVRLY	Laboratoire UQTR
Coliformes fécaux (Coli. F.)	UFC	Tributaire - OBVRLY	Laboratoire CEAEQ§
Température (T°)	C°	Tributaire - OBVRLY Fosse lac - OBVRLY	*In situ* - Hydrolab
Conductivité (Cond)	ms/cm	Tributaire - OBVRLY Fosse lac - OBVRLY	*In situ* - Hydrolab
Oxygène dissous (O^2 dissous)	mg/L et %	Tributaire - OBVRLY Fosse lac - OBVRLY	*In situ* - Hydrolab
pH	0 - 14	Tributaire - OBVRLY Fosse lac - OBVRLY	*In situ* - Hydrolab
Phosphore total en trace (PTot)	µg/L	Tributaire - OBVRLY RSVL - MDDEP	Laboratoire CEAEQ
Azote total (Ntot)	mg/L	Tributaire - OBVRLY RSVL - MDDEP	Laboratoire CEAEQ
Phosphore sédimentaire (P-séd)	mg/kg	Fosse lac - OBVRLY	Laboratoire CEAEQ
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	RSVL - MDDEP	Laboratoire CEAEQ
Chlorophylle « *a* » *(*Chl*a*)	µg/L	RSVL - MDDEP	Laboratoire CEAEQ
Transparence (Trans)	mètre (m.)	RSVL - MDDEP	*In situ* - Disque Secchi

‡ Université du Québec à Trois-Rivières
§ Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Les mesures supplémentaires qui ont été prises dans la fosse du lac durant la saison estivale ont pour objectifs d'évaluer la stratification thermique du lac et de réaliser des profils physico-chimiques. À l'aide d'un appareil multisonde, des mesures de température, de pH, de conductivité et de concentrations en oxygène dissous ont été prises simultanément à tous les mètres à partir de la surface jusqu'au fond de la fosse du lac.

Résultats de qualité de l'eau du lac Héroux

Les résultats présentés dans cette section proviennent de mesures effectuées par l'*OBVRLY* pour les profils physico-chimiques et du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL) pour les diagrammes de classement du niveau trophique du lac.

Profils physico-chimiques et stratification thermique du lac Héroux

Adapté de Hade, 2003 et Lapalme, 2006

La stratification thermique correspond à une différence de température entre les masses d'eau en surface et de fond du lac. En été, la couche d'eau supérieure appelée **épilimnion** présente une température plus élevée car mise en contact avec l'air. À cette période, cette couche subit un brassage continuel qui renouvelle l'oxygène de l'eau grâce au vent et à la photosynthèse des plantes présentes dans l'eau. Cette couche de faible densité se situe au-dessus de l'**hypolimnion**, une couche d'eau profonde, plus froide, plus dense, et peu agitée car elle est à l'abri du vent. Ces deux couches d'eau sont séparées par une troisième couche intermédiaire appelée **métalimnion**. À l'intérieur du métalimnion se trouve la thermocline.

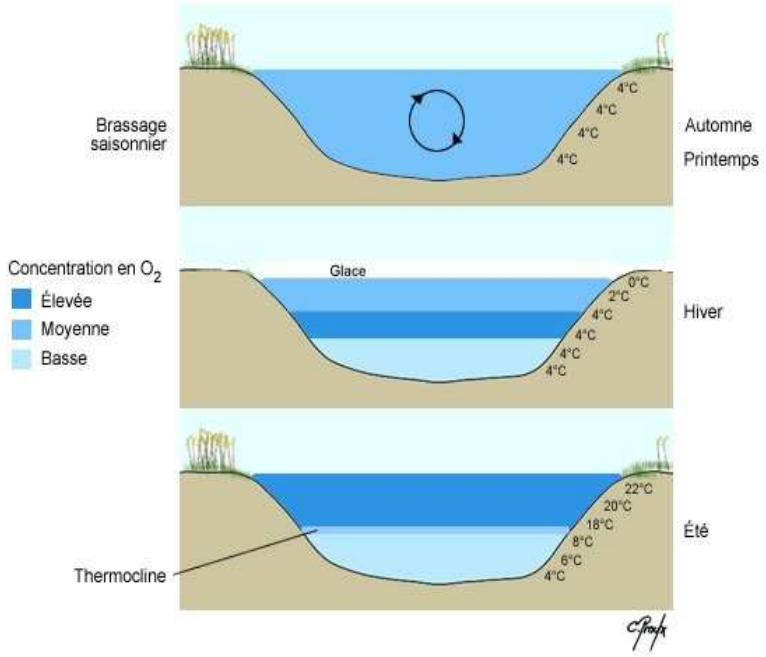


Figure 5 : Stratification thermique d'un lac dimictique**, tirée de Proulx, 2009

** Lac dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an.

Les profils de **température** réalisés au lac Héroux aux mois de juillet et août 2009 illustrent bien la stratification thermique observée en été dans les lacs sous nos latitudes. La thermocline du lac Héroux se maintient à une profondeur de 7 mètres pour atteindre 4℃ sous cette profondeur (figure 6). Le profil de température réalisé au mois de novembre 2009 nous démontre bien que la température de l'ensemble de la colonne d'eau s'uniformise autour de 4℃, suite au brassage automnal, ce qui est conforme à la théorie (figure 7).

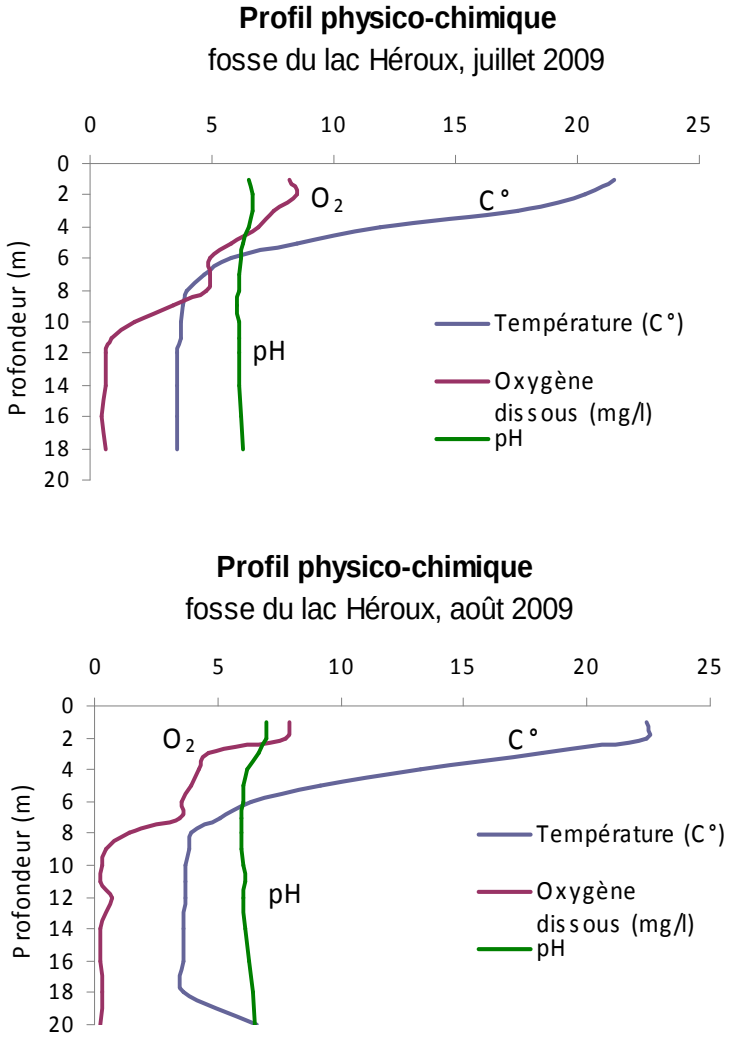


Figure 6 : Profils physico-chimiques du lac Héroux, juillet et août 2009

L'**oxygène** est un élément indispensable à la vie aquatique. L'oxygène est un paramètre physico-chimique très dynamique. Sa concentration dans les eaux est déterminée par plusieurs processus physiques et biologiques très variables dans le temps et l'espace. Les végétaux et les algues produisent de l'oxygène par la photosynthèse le jour et en consomment la nuit. De plus, les échanges avec l'atmosphère influencent fortement la teneur en oxygène des eaux de surface soumises au brassage. En contrepartie, les organismes biologiques, tels les poissons, et la respiration des micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique consomment l'oxygène. Puisque la concentration en oxygène est reliée à la température, il est de coutume d'exprimer ce paramètre en fonction du taux de saturation (%). Les critères de saturation en oxygène pour la préservation de la vie aquatique sont présentés au tableau 4.

Tableau 4 : Valeurs de saturation et de concentration en oxygène dissous requises pour la préservation de la vie aquatique, tirées de : Painchaud, 1997. *Qualité de l'eau des rivières du Québec : état et tendance*, MENV.

Biotes (poissons) : ➔	**D'eau froide**	**D'eau chaude**
Température (℃)	Saturation en O_2 (%)	Saturation en O_2 (%)
0	54	47
5	54	47
10	54	47
15	54	47
20	57	47
25	63	48

Lorsque nous observons les profils d'oxygène dissous à la figure 6, nous constatons un manque d'oxygène (anoxie) à partir d'une profondeur de 12 mètres pour le mois de juillet 2009 et à partir de 9 mètres au mois d'août de la même année. Dans les deux cas, ces conditions d'anoxie se maintiennent dans la zone de l'hypolimnion jusqu'au fond du lac avec un pourcentage de saturation en oxygène se situant entre 2 et 4 %. Ces conditions d'anoxie nous indiquent que le lac Héroux montre des signes de vieillissement prématuré (voir l'encadré : *Qu'est-ce que l'eutrophisation?*). Lors du brassage automnal des eaux du lac, au mois de novembre 2009, la colonne d'eau s'est réoxygénée (figure 7).

Les concentrations minimales en oxygène dissous nécessaires pour assurer le maintien des populations de salmonidés (truites) se situent entre 7 mg/l et 11 mg/l d'O_2 dissous en fonction du stade de développement des poissons (Binesse, 1983). Concernant l'oxygénation des eaux de surface (épilimnion) du lac Héroux en période estivale, nous observons des concentrations supérieures à 7 mg/l en oxygène dissous pour les 4 premiers mètres au mois de juillet 2009. Ces concentrations en oxygène dissous pour ces 4 premiers mètres correspondent à des taux de saturation en oxygène se situant entre 60 % et 92 % en fonction des températures rencontrées aux différentes profondeurs de l'épilimnion (eaux de surface). Toutefois, le profil d'oxygène du mois d'août 2009 affiche des concentrations minimales en oxygène supérieures à 7 mg/l seulement pour les deux premiers mètres à partir de la surface de l'eau du lac. L'espace vital pour les salmonidés (truites) diminue donc à mesure que l'anoxie des eaux du lac prend de l'ampleur au cours de la saison.

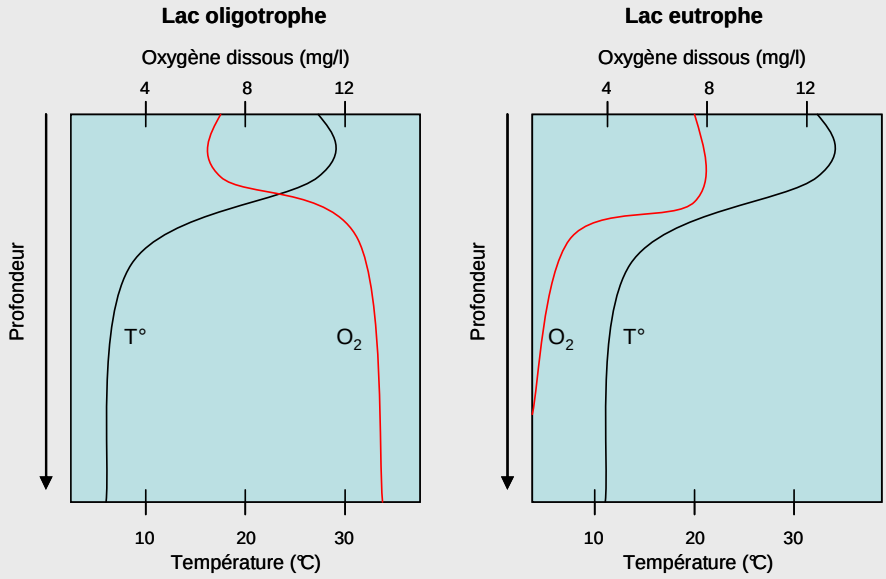
Qu'est-ce que l'eutrophisation?

Processus naturel

L'eutrophisation est un processus de vieillissement naturel des lacs caractérisé par une augmentation de la productivité d'un lac, c'est-à-dire notamment par un accroissement des plantes aquatiques et des algues. C'est un phénomène naturel à l'échelle géologique qui s'étale sur des dizaines de milliers d'années (RAPPEL, 2008).

Processus accéléré par les activités humaines

L'eutrophisation peut être accélérée par une augmentation de la charge en éléments nutritifs (particulièrement de l'azote et du phosphore dissous) de la masse d'eau due à des activités humaines. Cet enrichissement des eaux conduit alors à une croissance en surabondance des algues et de toute autre flore microscopique. Lorsque cette masse floristique meurt, elle est dégradée par les bactéries conduisant alors à un déficit en oxygène des eaux profondes néfaste à la faune aquatique.



Hypolimnion bien oxygéné *Hypolimnion anoxique*

Dans un **lac oligotrophe**, après que la stratification thermique se soit établie en été, l'hypolimnion (eaux profondes) est très riche en oxygène dissous. Au cours de la saison estivale, les eaux de l'hypolimnion ne peuvent pas recevoir de nouveaux apports en oxygène provenant de la photosynthèse des algues (zone trop obscure) et du contact avec les eaux de surface et l'atmosphère (Hade, 2003). Les eaux fraîches et le confinement des eaux permettent de maintenir des concentrations élevées en oxygène dans l'hypolimnion.

Dans un **lac eutrophe**, la forte production des algues et des plantes aquatiques entraînera une baisse de la concentration en oxygène dans l'hypolimnion (eaux profondes). C'est la respiration des bactéries qui décomposent la matière organique issue des organismes végétaux morts qui s'accumulent au fond du lac qui est responsable de cette baisse en oxygène. Pour certains lacs, ce phénomène peut prendre une telle ampleur que les eaux de l'hypolimnion deviennent complètement anoxiques, 0 % de saturation en oxygène, au fil de la saison estivale.

La mesure de l'oxygène dans l'hypolimnion, combinée avec d'autres mesures comme celle du phosphore, est donc un bon indicateur du vieillissement prématuré des lacs (eutrophisation).

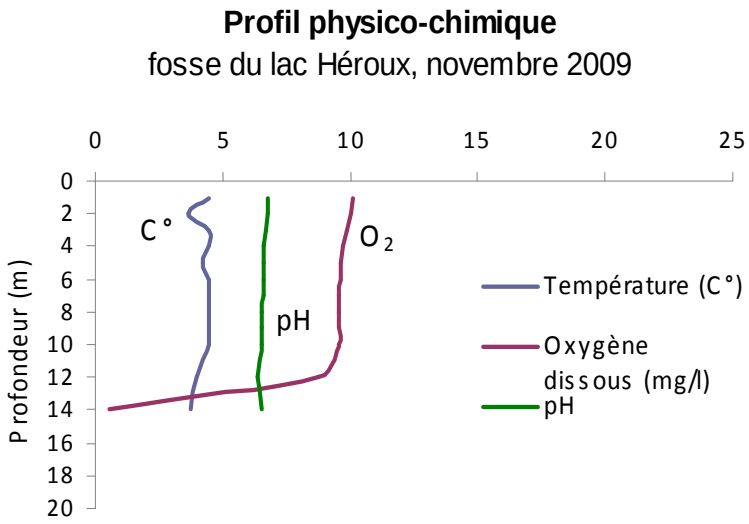


Figure 7 : Profil physico-chimique du lac Héroux, novembre 2009, brassage automnal

En 2001, les conditions d'anoxie observées dans l'hypolimnion du lac Héroux existaient déjà. C'est dans le cadre d'un inventaire ichtyologique (communautés de poissons) que la firme *Pemesseau faune inc*. (aujourd'hui *Synergis*) a effectué une prise de données de la stratification thermique du lac Héroux en septembre 2001. On peut constater à la figure 8 que l'anoxie se produit à partir d'environ 6 mètres de profondeur au mois de septembre 2001.

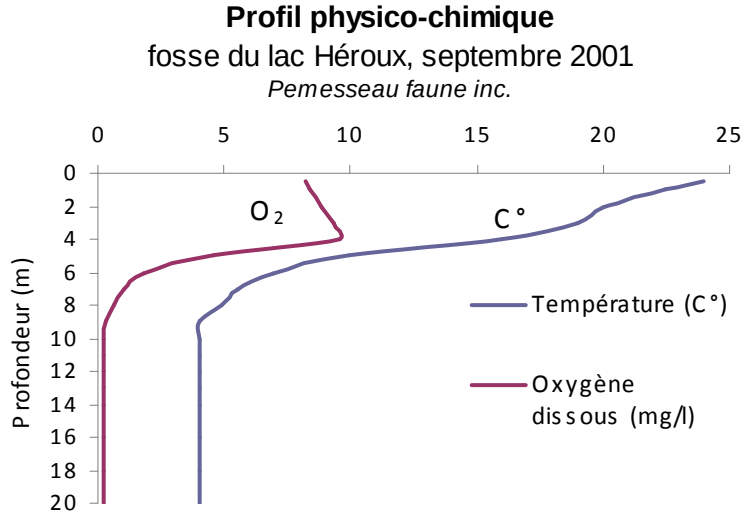


Figure 8 : Profil physico-chimique du lac Héroux, septembre 2001, stratification estivale
Source : *Pemesseau faune inc.*

Le **pH**, ou potentiel hydrogène, indique le caractère acide ou basique de l'eau. Le pH des eaux de surface est déterminé en partie par la nature géologique du bassin versant, par les précipitations acides et par l'activité biologique (Painchaud, 1997). Le pH varie entre 0 (acide) et 14 (basique) et un pH de 7 indique une eau à pH neutre. La vie aquatique a besoin de valeur de pH se situant entre 6 et 9 et un lac affichant une valeur de pH sous 5,5 sera considéré acide, seuil sous lequel les organismes aquatiques seront affectés (Binesse, 1983). Or, les valeurs de pH rencontrées dans les eaux de surface du lac Héroux en 2009 se situent entre 6,5 et 7, conditions optimales pour la reproduction et la croissance des organismes aquatiques. Le lac Héroux n'est donc pas considéré comme étant acide.

Résultats du Réseau de surveillance volontaire des lacs : 2007 à 2009

Le *réseau de surveillance volontaire des lacs* a pour objectif d'évaluer le vieillissement prématuré des lacs (eutrophisation) à partir de certains paramètres de qualité de l'eau échantillonnés à même le lac. Voici les principaux paramètres :

Le **phosphore total** est l'élément nutritif dont la teneur limite ou favorise habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques. Il y a un lien entre la concentration de phosphore, la productivité du lac et son niveau trophique. Les lacs eutrophes ont une forte concentration de phosphore (MDDEP, 2005).

La **chlorophylle « *a* »** est un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac. La concentration de chlorophylle « *a* » augmente avec la concentration des matières nutritives. Il y a un lien entre cette augmentation et le niveau trophique du lac. Les lacs eutrophes sont souvent aux prises avec une production importante d'algues (MDDEP, 2005).

La **transparence de l'eau** est mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues dans le lac. Il y a un lien entre la transparence de l'eau et le niveau trophique. Les lacs eutrophes sont caractérisés par une faible transparence de leur eau (MDDEP, 2005).

Le **carbone organique dissous** est également mesuré afin de tenir compte de l'effet de la coloration de l'eau sur les mesures de transparence. Comme la transparence peut aussi être fortement influencée par la coloration de l'eau, la mesure de la couleur est régulièrement effectuée pour tenir compte de ce facteur dans l'interprétation des résultats. La concentration de carbone organique dissous sert à évaluer la présence des matières responsables de la coloration jaunâtre ou brunâtre de l'eau, tel l'acide humique provenant des milieux humides (marécages, tourbières et marais). La transparence de l'eau diminue avec l'augmentation de la concentration en carbone organique dissous (MDDEP, 2005).

Évolution du niveau trophique du lac Héroux entre 2007 et 2009

C'est à partir de prélèvements d'eau effectués par les bénévoles de l'*Association des riverains du lac Héroux* que les résultats présentés dans cette section ont été obtenus. Les échantillons d'eau pour fins d'analyses physico-chimiques ont été prélevés à trois reprises en 2007 et en 2009 conformément au programme de base du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP. Ces échantillons ont été prélevés dans les eaux de surface au-dessus de la fosse du bassin centre du lac (station F-Roux, carte 8).

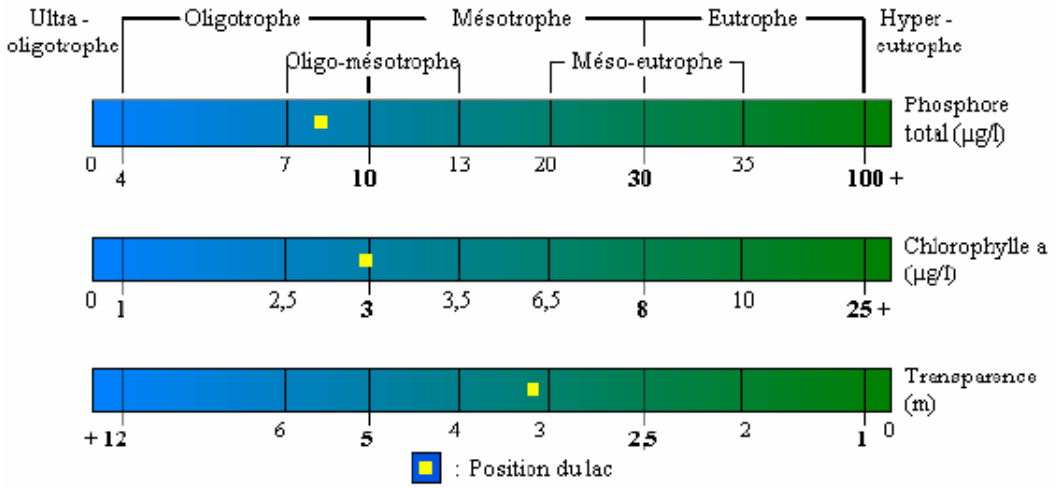
Les données physico-chimiques et de transparence permettent de classer les lacs en fonction de leur degré de productivité biologique que l'on nomme niveau trophique du lac. L'évolution du niveau trophique à travers le temps permet de détecter les signes de vieillissement du lac. Nous avons donc comparé les données récoltées entre 2007 et 2009.

En 2007, la concentration moyenne de phosphore (8,2 µg/l de phosphore) indique que les eaux du lac Héroux étaient légèrement enrichies par cet élément nutritif (tableau 5). Malgré ce léger enrichissement, le lac Héroux était situé en 2007 dans la classe du niveau trophique oligo-mésotrophe (figure 9). La concentration moyenne en chlorophylle « *a* » de 3 µg/l situait aussi le lac dans la classe oligo-mésotrophe (figure 9). Cette concentration révélait une biomasse d'algues microscopiques en suspension qui était légèrement élevée. Le niveau trophique obtenu à partir des valeurs de transparence mesurées en 2007 situait plutôt le lac Héroux dans la classe mésotrophe (figure 9). Cependant, la concentration moyenne en carbone organique dissous (COD) de 4,5 mg/l (tableau 5) obtenue en 2007 indique que l'eau du lac était naturellement colorée, phénomène normalement causé par la présence d'acide humique conférant une couleur brunâtre à l'eau. Nous devons accorder moins d'importance à la transparence compte tenu de la coloration naturelle des eaux du lac Héroux. Retenons que le lac Héroux se situait dans la classe oligo-mésotrophe en 2007 en regard du phosphore et de la chlorophylle « *a* » (figure 9).

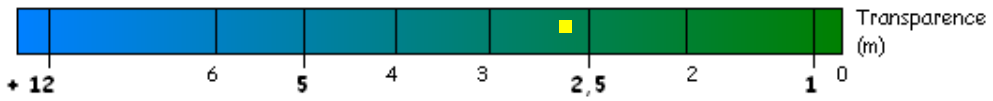
Tableau 5 : Données physico-chimiques, station F-Roux du lac Héroux – saisons 2007 et 2009
Source : Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), MDDEP

Date de prélèvement	**Phosphore total** (µg/l)	**Chlorophylle « *a* »** (µg/l)	**Carbone Organique Dissous** (mg/l)
25 juin 2007	12	1,6	4,6
23 juillet 2007	8,2	3,4	3,9
29 août 2007	4,4	3,9	5,1
Moyenne 2007	**8,2**	**3,0**	**4,5**
16 juin 2009	12	6,8	4,5
21 juillet 2009	8,8	5,3	17
25 août 2009	13	5,3	10
Moyenne 2009	**11,3**	**5,8**	**10,5**

Classement du niveau trophique du Lac Héroux en 2007



Classement du niveau trophique du Lac Héroux en 2008



Classement du niveau trophique du Lac Héroux en 2009

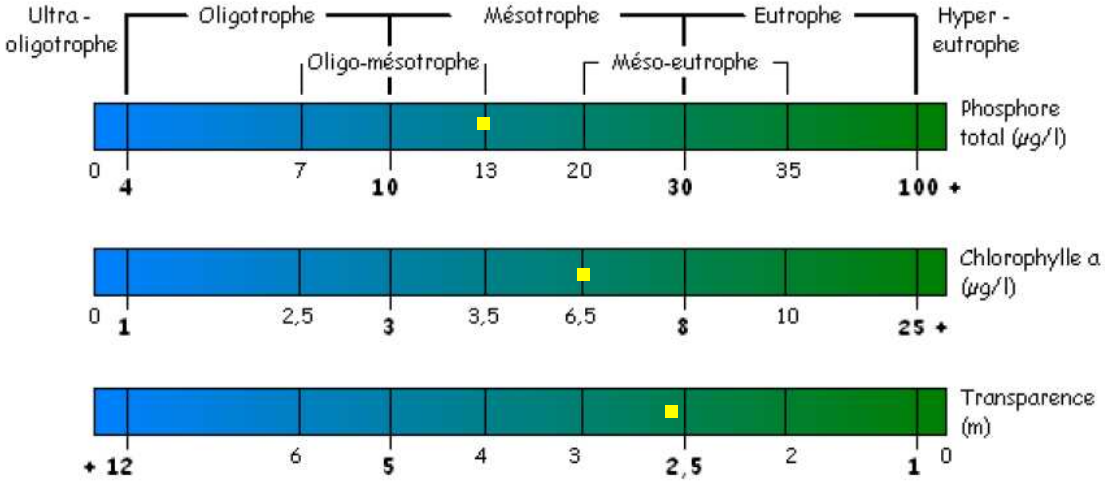


Figure 9 : Diagrammes de classement du niveau trophique du lac Héroux obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2007, 2008 et 2009 (tableau 5)
Source : Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), MDDEP

En 2008, uniquement la transparence a été mesurée par les riverains du lac. La moyenne des mesures de la transparence indique une légère baisse de la transparence comparativement à la moyenne des transparences mesurées en 2007. Cette diminution est de 0,4 mètre considérant une transparence moyenne de 3,2 mètres en 2007 et de 2,8 mètres en 2008. Le statut trophique passe de mésotrophe en 2007 à méso-eutrophe en 2008 en regard de la transparence (figure 9).

En 2009, suite aux floraisons de cyanobactéries survenues en 2007 et 2008, les riverains du lac ont répété les mesures physico-chimiques effectuées en 2007 dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL). La concentration moyenne en phosphore observée était de 11,3 µg/l, soit une augmentation de 3,2 µg/l depuis 2007 (tableau 5 et figure 9). Malgré cette augmentation, le lac Héroux demeure oligo-mésotrophe en 2009 en regard du phosphore. La concentration moyenne observée de chlorophylle « *a* » en 2009 était de 5,8 µg/l, concentration moyenne deux fois plus élevée qu'en 2007 (tableau 5 et figure 9). Ainsi, l'état trophique du lac passe du niveau oligo-mésotrophe au niveau mésotrophe entre 2007 et 2009 en regard de la chlorophylle « *a* » (figure 9). La transparence moyenne en 2009 était de 2,7 mètres, ce qui correspond à une diminution de la transparence de 0,5 mètre entre 2007 et 2009 (figure 9). Le statut trophique passe donc de mésotrophe en 2007 à méso-eutrophe en 2009. Les concentrations moyennes en carbone organique dissous (COD) ont doublé entre 2007 et 2009, passant de 4,5 mg/l à 10,5 mg/l de COD. La présence de carbone organique dissous indique que l'eau est colorée. La couleur a donc une incidence sur les valeurs de transparence.

L'évolution des paramètres physico-chimiques entre 2007 et 2009 nous démontre une augmentation des concentrations moyennes pour le phosphore, le carbone organique dissous et la chlorophylle « *a* ». Nous avons vu précédemment que l'augmentation de ces deux derniers paramètres avait une incidence sur la transparence qui se traduit par une diminution de cette dernière entre 2007 et 2009. Il serait tentant de conclure à une accélération du vieillissement (eutrophisation) du lac Héroux à l'intérieur d'une période de trois ans. Cependant, nous ne pouvons pas dégager une réelle tendance à l'eutrophisation pour une si courte période de temps. Par exemple, la variation interannuelle des conditions météorologiques pourrait expliquer cette augmentation des concentrations des paramètres physico-chimiques mesurés en 2009. Il est reconnu que les quantités de précipitations reçues ont un effet sur les quantités de phosphore et de carbone organique dissous. Ces éléments, qui proviennent de l'ensemble du territoire du bassin versant d'un lac, sont lessivés et finissent par atteindre le lac. À cet effet, les précipitations étaient plus importantes pour les années 2008 et 2009 comparativement à 2007, saison plus sèche.

À retenir

Les résultats obtenus à partir des données récoltées dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* entre 2007 et 2009 situent le lac Héroux dans la classe mésotrophe. Nous pouvons donc supposer que le processus d'eutrophisation est amorcé dans le lac Héroux. Les faibles concentrations en oxygène dissous mesurées en 2009 dans les eaux profondes du lac (hypolimnion) confirment cette tendance à l'eutrophisation.

Le phosphore sédimentaire

Un échantillon de sédiments du lac Héroux a été prélevé au fond de la fosse afin d'y mesurer la teneur en phosphore. Cette mesure permet d'estimer les apports en phosphore provenant du lac lui-même. En effet, dans des conditions particulières d'anoxie dans l'hypolimnion, les sédiments d'un lac peuvent relarguer des quantités importantes de phosphore qui se sont accumulées depuis plusieurs années.

Phosphore, sédiments et anoxie

Le phosphore que le lac reçoit, qu'il soit d'origine naturelle ou humaine, sera en partie transformé sous une forme minérale en solution, ions phosphates (PO_4^{3-}), directement assimilable par les algues et les plantes. Bien que ces transformations soient complexes, retenons que les micro-organismes participent à cette transformation du phosphore présent dans la matière organique (feuilles mortes, eaux usées, etc.) en une forme assimilable par les végétaux ou biodisponible.

Cependant, dans les eaux bien oxygénées, les phosphates dissous peuvent réagir avec des espèces minérales tels le fer, l'aluminium, le calcium, etc., pour former des complexes insolubles, non assimilables par les végétaux, qui se déposent parmi les sédiments. Ainsi dans ces lacs aux eaux bien oxygénées, une fraction souvent importante du phosphore est stockée dans la vase au fond du lac.

Il faut toutefois souligner que dans les lacs très productifs, lacs eutrophes, l'hypolimnion devient anoxique au cours de la stratification thermique estivale. Dans ces conditions d'anoxie, le phosphore insoluble stocké dans les sédiments peut être transformé en phosphates solubles. Les sédiments libèrent alors une quantité importante de phosphates biodisponibles dans les eaux froides du fond. On estime que les sédiments anoxiques libèrent jusqu'à 1000 fois plus de phosphates que les sédiments bien oxygénés des lacs peu productifs. Puisque le lac est stratifié en saison estivale, les phosphates relargués restent prisonniers dans l'hypolimnion, et ce, tant que l'eau n'a pas été brassée à l'automne.

Notons que les cyanobactéries peuvent tirer profit de cette situation. Les cyanobactéries ont la capacité de migrer verticalement dans la colonne d'eau de la surface du lac jusqu'au fond. C'est la présence de vacuoles gazeuses dans leurs cellules qui leur permettent d'ajuster leur flottabilité. L'accès aux eaux profondes et riches en phosphates leur confère un avantage compétitif face aux autres types d'algues planctoniques. De plus, dans certains lacs, lors du brassage automnal des eaux, les phosphates atteignent la surface ce qui peut occasionner des fleurs d'eau de cyanobactéries tard à l'automne.

Source :

Hade, A., 2003. *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger*, Les Éditons Fides, 359 p.

La concentration en phosphore présente dans les sédiments échantillonnés en 2009 au lac Héroux était de 3 000 mg/kg. Cette valeur correspond à la plus importante concentration en phosphore mesurée dans les sédiments des lacs étudiés en 2009 par l'OBVRLY (tableau 6). Lorsque l'on compare la concentration en phosphore sédimentaire du lac Héroux avec celles des lacs de l'étude de Nürnberg (1988), lacs pour la plupart mésotrophes et eutrophes, nous constatons que les sédiments du lac Héroux contiennent des quantités considérables de phosphore.

Tableau 6 : Concentrations en phosphore sédimentaire mesurées et niveau trophique pour les trois lacs étudiés par l'OBVRLY en 2009 et comparaison avec les résultats de sept lacs nord-américains tirés d'une étude réalisée en 1988 par Gertrud Nürnberg

Lacs (OBVRLY, 2009)	**Phosphore Total** (µg/l) Eaux de surface	**Niveau trophique**	**Phosphore sédimentaire** (mg/kg)
Héroux	11,3	mésotrophe	3000
Des Six (bassin est, station F-Six 1)	30,3	eutrophe	2700
Des Six (bassin ouest, station F-Six 2)	19,7	mésotrophe	1900
Plaisant	4,3	oligotrophe	1900
Lacs (Nürnberg, 1988)			
Red Chalk (Ontario, Can.)	7	oligotrophe	1580
Paint- 1 (Ontario, Can.)	22	mésotrophe	1450
Chub (Ontario, Can.)	12	mésotrophe	1990
GravenhaarstBay (Ontario, Can.)	17	mésotrophe	2540
St. George (Ontario, Can.)	50	eutrophe	1530
Wononsmpomc (Connecticut, É.-U.)	27	mésotrophe	2120
Warnag (Connecticut, É.-U.)	35	eutrophe	3060
Moyenne phosphore sédimentaire			***2039***

Comme l'hypolimnion du lac Héroux est dépourvu d'oxygène lors de la stratification estivale (figure 6), nous pouvons considérer les sédiments du lac Héroux comme une source supplémentaire de phosphore contribuant au vieillissement prématuré du lac. Rappelons que les sédiments anoxiques libèrent jusqu'à 1000 fois plus de phosphates que les sédiments bien oxygénés (Hade, 2003).

À retenir

Les concentrations en phosphore sédimentaire trouvées au fond du lac Héroux en 2009 et les conditions d'anoxie dans ses eaux profondes peuvent contribuer au relargage du phosphore accumulé dans les sédiments et par conséquent au vieillissement prématuré du lac Héroux.

Qualité de l'eau des tributaires du lac Héroux

Afin d'identifier les sources de perturbations provenant du bassin versant du lac Héroux, nous avons mesuré les concentrations en phosphore, en azote et en coliformes fécaux à deux reprises dans les principaux tributaires du bassin versant. Le premier prélèvement a été effectué au mois de mai 2009 et le deuxième au mois de juillet de la même année suite à de fortes pluies. Nous avons également utilisé l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) au mois de septembre 2009 afin d'examiner le niveau d'eutrophisation des tributaires. De par leur sensibilité aux nutriments (surtout le phosphore et l'azote) et à la matière organique, les diatomées sont d'excellents indicateurs du niveau d'eutrophisation des cours d'eau (Campeau *et al*., 2009). Ces analyses ont été effectuées aux mêmes sites, soit à l'embouchure des trois principaux ruisseaux se jetant dans le lac Héroux (carte 8).

Les données présentées au tableau 7 suggèrent que les tributaires contribuent aux apports en nutriments que le lac Héroux reçoit. Suite à une forte pluie en juillet 2009, deux tributaires du lac Héroux, station T-Roux 1 et T-Roux 2, affichaient des concentrations en phosphore qui dépassent le critère de qualité de l'eau. Ce critère établi à 20 µg/l de phosphore total concerne les ruisseaux se jetant dans un lac (SEMAT, 1998). Concernant l'azote total, les concentrations observées en 2009 se situaient entre 0,22 et 0,54 mg/l, ce qui ne représentait pas un problème. Même s'il n'existe pas de critère de toxicité pour l'azote total, une concentration moins élevée que 1,0 mg/l dans les eaux de surface n'est pas considérée comme étant indicatrice d'une problématique de surfertilisation dans le milieu (Hébert et Légaré, 2000). Les concentrations en coliformes fécaux observées dans les eaux des tributaires ne dépassent pas le critère de 200 UFC/100ml, critère le plus sévère s'appliquant aux activités de contact primaire comme la baignade (MNHW, 1990).

Tableau 7 : Concentrations des principaux paramètres physico-chimiques mesurés dans les tributaires du lac Héroux en 2009

Tributaire	**Azote total** (N-tot) mg/l	**Phosphore total** (P-tot) µg/l	**Coliformes fécaux** UFC/100ml
Échantillons prélevés le 28 mai 2009			
T-Roux 1	0,42	N/D	2
T-Roux 2	0,22	17	3
T-Roux 3	0,26	7,5	2
Échantillons prélevés le 1er juillet 2009, suite à une forte pluie			
T-Roux 1	0,53	34*	20
T-Roux 2	0,39	22*	20
T-Roux 3	0,54	15	7

* Dépassement du critère de qualité de l'eau de ruisseaux se jetant dans un lac (MDDEP) pour le phosphore, concentrations supérieures ou égales à 20 µg/l de phosphore total.

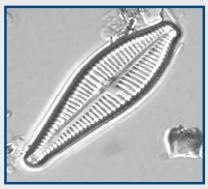
Résultats de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

L'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) a été utilisé afin d'évaluer le niveau trophique des cours d'eau du bassin versant du lac Héroux. L'IDEC est un indice biologique, basé sur les communautés de diatomées benthiques, permettant d'évaluer l'intégrité écologique d'un cours d'eau et son niveau d'eutrophisation.

Les communautés de diatomées s'installent dans des milieux répondant à leurs exigences écologiques. Ainsi, les communautés de diatomées trouvées dans des milieux perturbés ou pollués seront très différentes de celles trouvées dans des milieux sains. Les rivières et les plans d'eau stagnants se distinguent également par leurs communautés différentes. Les conditions de phosphore, et autres paramètres physico-chimiques, font également partie des caractéristiques d'un milieu permettant ou non l'installation de certaines espèces de diatomées.

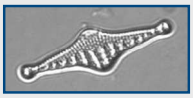
Que sont les diatomées ?

Les **diatomées** sont les algues d'une teinte brunâtre qui tapissent le fond de nos cours d'eau. Ce tapis brunâtre, qui rend les roches glissantes, est en fait composé de millions de petites cellules microscopiques. Ces algues forment une communauté très **diversifiée**. Chaque roche d'une rivière peut en effet compter plusieurs dizaines d'espèces de diatomées. Plus de **540 espèces** de diatomées ont ainsi été répertoriées dans les rivières de l'Est du Canada.



Gomphonema

Fragilaria



Nitzschia

Photos de diatomées prises par microscopie. Images grossies 1000 fois

Échantillonnage du tapis d'algues (biofilm) accumulé sur la surface des roches.

Chaque individu est composé d'une seule cellule qui est recouverte d'une coquille de verre (frustule de silice). Les coquilles présentent une ornementation qui permet d'identifier les différentes espèces au microscope.

Source: Lavoie, I., Hamilton, P., Campeau, S., Grenier, M. et Dillon, P. 2008. ***Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada***. Presses de l'Université du Québec. D1557, 15BN, 978-2-7605-1557-4.

L'échantillonnage et la caractérisation des diatomées benthiques (sur substrats durs, ex. blocs) permettent d'établir le niveau d'intégrité écologique actuel de chaque site d'échantillonnage en calculant une cote de 0 à 100 (tableau 9). Cette cote permet de cibler les tributaires problématiques, le cas échéant, ou de détecter dans l'avenir ceux qui subissent un enrichissement en nutriments ou une détérioration pouvant contribuer à l'eutrophisation du lac (Lavoie *et al.,* 2006). Deux sous-indices ont été développés afin de tenir compte du pH naturel des cours d'eau. En effet, les communautés de diatomées sont différentes selon qu'elles se trouvent soit dans des eaux de surface naturellement neutres ou légèrement acides, soit dans des eaux alcalines (Grenier *et al.,* 2006). L'**IDEC-neutre** fut développé pour le suivi des rivières dont le pH naturel est neutre ou légèrement acide (pH < 7,6) et l'**IDEC-alcalin,** pour le suivi des rivières dont le pH naturel est alcalin (pH > 7,6). Le choix de l'IDEC neutre a été réalisé à partir d'une analyse des cartes géologiques et des cartes présentant les dépôts de surface de la région à l'étude. L'identification des diatomées a été réalisée à partir du *Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada* (Lavoie *et al.,* 2008).

Des échantillons de périphyton (diatomées benthiques) ont été prélevés au mois de septembre 2009 afin d'évaluer le niveau d'eutrophisation des tributaires du lac Héroux (carte 8). Les échantillons de périphyton prélevés sur des substrats rocheux ont été acheminés à Mme Martine Grenier, diatomiste du Laboratoire de recherche sur les bassins versants (UQTR), qui a procédé au traitement, à l'identification des diatomées et au calcul de l'IDEC.

Deux des trois tributaires du lac Héroux affichent une cote A de l'IDEC correspondant aux cours d'eau oligotrophes. La communauté de diatomées trouvée dans ces tributaires correspond aux conditions de référence (non perturbées). Il n'y a pas ou très peu d'altérations d'origine humaine. Cependant, le ruisseau T-Roux 1 affiche une valeur de l'IDEC de 86 sur 100, valeur située près de la limite inférieure de cette classe qui est de 81 sur 100. Malgré qu'il appartienne à la classe A de l'IDEC, nous pouvons considérer que le ruisseau T-Roux 1 est légèrement plus altéré que le ruisseau T-Roux 3. Ce dernier affiche une valeur de l'IDEC de 93 sur 100 (tableau 8).

Tableau 8 : Résultats de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) pour les trois principaux tributaires du lac Héroux échantillonnés en 2009, IDEC neutre

Lac	No de station	Date d'échantillonnage	Valeur de l'IDEC	Cote IDEC	Milieu
Lac Héroux	T-ROUX 1	8 septembre 2009	86	A	Oligotrophe
Lac Héroux	T-ROUX 2	8 septembre 2009	76	B	Méso-oligotrophe
Lac Héroux	T-ROUX 3	8 septembre 2009	93	A	Oligotrophe

Le ruisseau T-Roux 2 affiche une valeur de l'IDEC de 76 sur 100, le situant dans la classe B de l'IDEC, cours d'eau méso-oligotrophe. La composition de la communauté de diatomées diffère modérément de la communauté de référence. Les concentrations en nutriments et les charges organiques et minérales étaient légèrement plus élevées au cours des semaines précédentes, comparativement aux deux autres tributaires. En effet,

les concentrations en phosphore étaient plus élevées en mai et en juillet 2009 pour ce tributaire lorsqu'on le compare avec le ruisseau T-Roux 3 (tableau 7).

Tableau 9 : Limite des classes de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) et éléments d'interprétation (Campeau, 2009)

IDEC	Couleur et cote	Interprétation
81-100	A	**Milieu oligotrophe** La communauté de diatomées correspond aux conditions de référence (non perturbées). Il n'y a pas ou très peu d'altérations d'origine humaines. Les concentrations en phosphore total étaient inférieures à 30 µg/l et les charges organiques et minérales étaient très faibles au cours des semaines précédentes. Il s'agit d'un cours d'eau oligotrophe.
61-80	B	**Milieu méso-oligotrophe** Le passage de la première classe à la deuxième marque le premier niveau d'altération. La composition de la communauté de diatomées diffère modérément de la communauté de référence. Les concentrations en nutriments et les charges organiques et minérales étaient relativement faibles au cours des semaines précédentes.
41-60	C	**Milieu mésotrophe** La composition de la communauté de diatomées diffère modérément de la communauté de référence et est sensiblement plus perturbée que pour les milieux méso-oligotrophes. Les valeurs montrent des signes modérés d'altération résultant de l'activité humaine. Il y eut, au cours des semaines précédentes, des épisodes où les concentrations en nutriments et/ou les charges organiques et minérales étaient élevées. Il s'agit d'un cours d'eau mésotrophe.
21-40	D	**Milieu eutrophe** La communauté de diatomées est sérieusement altérée par l'activité humaine. Les espèces sensibles à la pollution sont absentes. Il y eut, au cours des semaines précédentes, des épisodes fréquents où les concentrations en nutriments et/ou les charges organiques et minérales étaient élevées. Il s'agit d'un cours d'eau eutrophe.
0-20	E	**Milieu hypereutrophe** La communauté est parmi les communautés de diatomées les plus dégradées des rivières de l'Est du Canada. Elle est très affectée par les activités humaines. Elle est exclusivement composée d'espèces très tolérantes à la pollution. Les concentrations en nutriments et/ou les charges organiques et minérales étaient constamment élevées au cours des semaines précédentes. Il s'agit d'un cours d'eau hypereutrophe.

À la lumière des résultats obtenus à partir des deux campagnes physico-chimiques et de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada, nous avons identifié que les tributaires T-Roux 1 et T-Roux 2 étaient les cours d'eau qui semblaient contribuer le plus aux apports en phosphore vers le lac Héroux. Ces deux cours d'eau se jettent dans le bassin ouest du lac Héroux. Souvenons-nous que le cours d'eau T-Roux 1, qui prend sa source au lac Driver, draine la plus grande superficie du territoire du bassin versant du lac Héroux. De plus, ce territoire est caractérisé par la présence d'importants milieux humides (carte 5) qui, rappelons-le, peuvent contribuer aux apports en matières organiques et en phosphore que le lac Héroux peut recevoir. Le cours d'eau T-Roux 2 s'écoule, quant à lui, en milieu forestier, puis traverse un chemin forestier privé. Ensuite, l'eau traverse le chemin du lac Héroux sous un ponceau et jalonne un terrain habité. Pour ce ruisseau méso-oligotrophe à l'égard de l'IDEC, nous ne pouvons expliquer jusqu'à présent les dépassements du critère phosphore. Afin d'identifier les causes de ces perturbations, il faudra apporter une attention particulière à ces deux cours d'eau.

À retenir

Les résultats obtenus en 2009 à partir des données physico-chimiques et de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada pour les trois principaux tributaires du lac Héroux nous ont permis d'identifier les tributaires pouvant contribuer aux apports en phosphore vers le lac : les ruisseaux T-Roux 1 et T-Roux 2.

Floraisons de cyanobactéries

Les résultats des analyses de cyanobactéries prélevées en 2008 et 2009 dans le lac Héroux sont exposés ici afin de présenter l'ampleur, en terme de santé publique, des fleurs d'eau de cyanobactéries qui ont eu lieu au lac Héroux pour cette période. Avant de présenter les résultats d'analyse de laboratoire, voici les différents seuils pour les concentrations en cyanobactéries et en cyanotoxines[††] établis par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), Santé Canada et l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ).

Critères pour les eaux récréatives

Cyanobactéries totales, **20 000 cellules/ml et moins**. Effets mineurs et/ou faible probabilité d'effets sur la santé. Une densité aussi faible n'est pas considérée comme une fleur d'eau de cyanobactéries. Cependant, l'OMS considère qu'à ces niveaux, de l'information doit être donnée sur le site d'utilisation du plan d'eau pour prévenir la possibilité d'effets irritatifs (INSPQ, 2005).

Cyanobactéries totales, **20 000 cellules/ml et plus**. Indique la présence d'une fleur d'eau (*bloom*) de cyanobactéries. Suivre les recommandations générales en présence d'une fleur d'eau s'applique en tout temps. Il est suggéré par le ministère de la Santé et des Services sociaux d'éviter la pratique d'activités aquatiques ou nautiques pouvant occasionner un contact prolongé avec la fleur d'eau.

La présence d'écume et d'une concentration de 16 µg/l en microcystine-LR, critères retenus par l'INSPQ, constituent une recommandation à la population d'éviter tout contact avec l'eau.

Critères pour l'eau potable

Les valeurs seuils retenues par l'INSPQ pour l'eau potable sont celles de Santé Canada, soient **1,5 µg/l de microcystine-LR** et **40 µg/l pour l'anatoxine-*a*** (INSPQ 2005). Notez que de faire bouillir l'eau n'est pas efficace pour éliminer les toxines provenant des cyanobactéries.

Pour consulter les recommandations du ministère de la Santé et des Services sociaux relatives à une fleur d'eau de cyanobactéries, visitez le site Internet suivant :
http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?algues_bleu-vert

[††] Toxines, telles les microcystines et les anatoxines, libérées hors de la cellule lors du vieillissement cellulaire. Elles peuvent avoir des effets néfastes suite à l'ingestion ou au contact cutané. Seulement 46 espèces de cyanobactéries ont le potentiel de produire des cyanotoxines pour plus de 2000 espèces de cyanobactéries recensées dans le monde.

Que sont les cyanobactéries?

Connues sous le nom d'algues bleu-vert ou algues bleues, les cyanobactéries sont des **bactéries photosynthétiques** et non des algues proprement dites. Elles partagent toutefois les mêmes habitats que les algues et contribuent à la production primaire des écosystèmes aquatiques

Elles se regroupent en plus de **2 000 espèces** réparties en 150 genres. Les cyanobactéries font partie d'un groupe ancien de micro-organismes apparu il y a plus de 2 milliards d'années. Elles seraient à l'origine de la vie sur terre par leur production d'oxygène à partir de la photosynthèse.

Nostoc sp, forme filamenteuse de cyanobactéries, photo prise par microscopie
Source: W.F. Vincent, Université Laval

Qu'est-ce qu'une fleur d'eau de cyanobactéries?

Floraison de cyanobactéries en 2009 au lac des Six

Une fleur d'eau correspond à une densité si importante de cyanobactéries que le phénomène est généralement **visible à l'œil nu.** Dans des conditions favorables, par exemple en présence d'une grande quantité de phosphore, les cyanobactéries peuvent se reproduire rapidement et en abondance. Les cyanobactéries forment alors une fleur d'eau aussi appelée « floraison » ou « efflorescence ». Lorsqu'une fleur d'eau de cyanobactéries s'entasse à la surface de l'eau, souvent près du rivage, elle est appelée « écume ».

Les cyanobactéries sont toujours présentes dans nos lacs et rivières mais en faible abondance, donc non visibles à l'œil nu. Pour contrer les fleurs d'eau de cyanobactéries, il est peu profitable de miser sur des méthodes de contrôle du transport des cyanobactéries d'un plan d'eau à un autre, telle la désinfection des embarcations. Seul le contrôle des sources de phosphore peut prévenir ces fleurs d'eau.

Sources:

BLAIS, S. 2006. *Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries. Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et nos rivières*. DSÉE, MDDEP. 52 pages. ISBN-13 :978-2-550-47599-6
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide-identif.pdf

LAVOIE, I., LAURION, I. et W.F. VINCENT, 2007. *Les fleurs d'eau de cyanobactéries, document d'information vulgarisée*. INRS rapport no 917, iii, 27 pages. http://www.ete.inrs.ca/doc/Cyanobacteries_revue_litterature_vulgarisee.pdf

Résultats d'analyses des prélèvements de cyanobactéries au lac Héroux en 2008 et 2009

Nous vous présentons ici les résultats d'analyses des prélèvements de cyanobactéries réalisés en 2008 et 2009. Notez cependant que la présence de cyanobactéries a été détectée au lac Héroux en 2007.

En se référant aux critères pour les eaux récréatives, nous pouvons considérer qu'une fleur d'eau a été confirmée le 21 juillet 2008 près de l'exutoire du ruisseau *Driver* dans le bassin ouest du lac Héroux (carte 9). La densité de cyanobactéries se situait entre 50 000 et 100 000 cellules/ml de cyanobactéries totales et à potentiel toxique. Aucunes cyanotoxines (anatoxines-*a* et microcystine LR) n'ont été détectées dans cet échantillon, car les concentrations se trouvaient sous les seuils de détection (tableau 10). Toujours en 2008, les résultats d'analyses d'échantillons prélevés au centre du bassin ouest du lac Héroux (carte 9) affichaient une densité qui se situait entre 5 000 et 10 000 cellules/ml de cyanobactéries totales et à potentiel toxique. Une densité aussi faible n'est pas considérée comme une fleur d'eau de cyanobactéries. Comme pour le site d'échantillonnage H1, aucunes cyanotoxines (anatoxine-*a* et microcystine LR) n'ont été détectées dans cet échantillon.

Tableau 10 : Résultats d'analyses des prélèvements de cyanobactéries au lac Héroux en 2008 et 2009 (MDDEP)

Date de prélèvement	**Station**	**Cyanobactéries totales** (cellules/ml)	**Cyanobactéries à potentiel toxique** (cellules/ml)	**Anatoxine-*a*** (µg/l)	**Microcystine LR** (µg/l)
21 juillet 2008 *	H-1	50 000 - 100 000	50 000 - 100 000	< 0,02	0
21 juillet 2008	H-2	5 000 - 10 000	5 000 - 10 000	< 0,02	0
10 juillet 2009	LH-01	5 000 - 10 000	5 000 - 10 000	< 0,02	< 0,07
10 juillet 2009	LH-02	1 000 - 2 000	1 000 - 2 000	< 0,02	< 0,07
9 juillet 2009	LH-03	10 000 - 20 000	10 000 - 20 000	< 0,04	< 0,14
11 sept. 2009 *	LH-01	20 000 - 50 000	10 000 - 20 000	< 0,10	< 0,35

* Fleur d'eau confirmée par le MDDEP : plus de 20 000 cellules/ml de cyanobactéries totales

En 2009, la présence de cyanobactéries a aussi été signalée par les riverains du lac Héroux aux mois de juillet et de septembre. Les 9 et 10 juillet 2009, des échantillons d'eau ont été prélevés en trois endroits différents sur le lac Héroux (carte 9). Comme les densités en cyanobactéries se situaient en dessous de 20 000 cellules/ml, il ne s'agissait pas de fleurs d'eau de cyanobactéries (tableau 10). C'est un échantillon prélevé le 11 septembre 2009 dans le bassin du centre du lac Héroux cette fois-ci (carte 9) qui a confirmé la présence d'une fleur d'eau de cyanobactéries. Cependant, aucunes cyanotoxines (anatoxines-*a* et microcystine LR) n'ont été détectées dans cet échantillon, car les concentrations se trouvaient sous les seuils de détection (tableau 10).

À la lumière des résultats d'analyses des cyanobactéries et des cyanotoxines obtenus, nous observons la grande variabilité des densités de cyanobactéries aux différents points de prélèvement du lac Héroux. En un moment donné, un secteur du lac peut être affecté par des fleurs d'eau de cyanobactéries alors qu'un autre secteur du même lac peut ne présenter aucun risque pour la pratique d'activités nautiques. Il est donc nécessaire pour les riverains de faire l'évaluation visuelle de la coloration de l'eau avant de pratiquer des activités nautiques. Le ministère de la Santé et des Services sociaux recommande, lorsqu'une eau est manifestement colorée, bleue ou verte, d'éviter la pratique d'activités aquatiques ou nautiques.

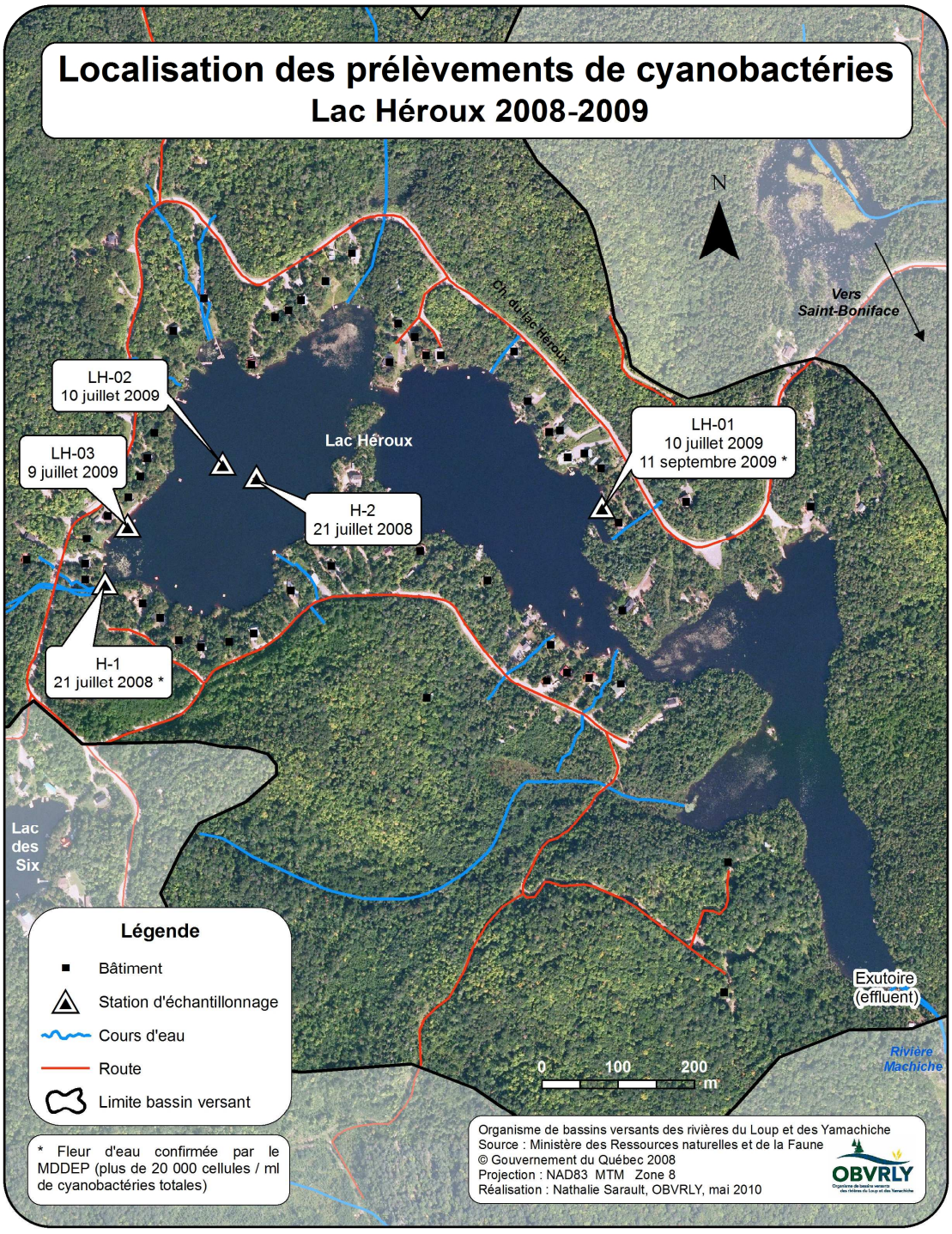
À retenir

En 2008 et 2009, deux échantillons sur six nous ont permis de confirmer la présence de floraisons de cyanobactéries au lac Héroux. La variabilité de l'apparition de ces fleurs d'eau rend difficile la prévision de celles-ci dans le temps et aux différents endroits du lac. Malgré que l'on n'ait pas détecté de cyanotoxines dans ces quelques échantillons, il est recommandé d'être prudent, surtout si l'on observe l'intensification du phénomène. Il est reconnu que la production et la libération de cyanotoxines sont proportionnelles à l'intensification des fleurs d'eau. Cette intensification se traduit généralement par l'apparition d'une écume verdâtre qui, poussée par les vents, finit par s'échouer sur les berges du lac.

Pour en savoir plus sur les cyanobactéries, consultez les documents suivants :

BLAIS, S., 2006. *Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries. Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et nos rivières*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 52 p., [En ligne].
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide-identif.pdf

LAVOIE, I., LAURION, I., et W.F. VINCENT, 2007. *Les fleurs d'eau de cyanobactéries, document d'information vulgarisée*, INRS rapport no 917, iii, 27 p., [En ligne].
http://www.ete.inrs.ca/doc/Cyanobacteries_revue_litterature_vulgarisee.pdf



Carte 9 : Prélèvements de cyanobactéries par le MDDEP au lac Héroux en 2008 et 2009

Inventaire ichtyologique du lac Héroux en 2001

Suite à la demande de la municipalité de Saint-Boniface, les 9 et 10 septembre 2001, la firme en aménagement faunique *Pemesseau faune inc*. (aujourd'hui *Synergis*) a effectué une diagnose écologique. Cette étude visait à connaître la composition et la structure de la faune piscicole que l'on retrouve au lac Héroux. Les résultats ont permis d'identifier l'espèce de poisson à privilégier pour l'ensemencement du lac Héroux. Lors de cette étude, une pêche expérimentale a permis d'identifier les espèces de poissons présentes dans le lac à cette époque : perchaude, meunier noir, crapet de roche, mulet à corne et barbotte brune. À ce moment, en 2001, aucun spécimen de truite mouchetée ne fut capturé dans les engins de pêche.

À la lumière des résultats obtenus dans la diagnose écologique réalisée en 2001, M. Guillemette recommandait d'adopter un plan d'ensemencement privilégiant l'introduction de la truite brune (*Salmo trutta*) plutôt que la truite mouchetée (*Salvelinus fontinalis*) en raison de la présence de poissons compétiteurs comme le meunier noir et en raison de mauvaises conditions physico-chimiques des eaux du lac (anoxie de l'hypolimnion). Si l'on se réfère aux figures 6 et 8, on dénote que les conditions appropriées au maintien des populations de truites mouchetées présentes dans le lac se situent seulement dans les premiers mètres du lac sous la surface. Cependant, pour des raisons réglementaires, les ensemencements qui ont lieu depuis 2002 étaient dominés par la truite mouchetée (tableau 11). L'étude de M. Guillemette suggérait la truite brune, mais la truite mouchetée fut privilégiée, car cette espèce avait été inventoriée dans le passé dans ce lac.

Tableau 11 : Historique des ensemencements de poissons d'intérêt sportif au lac Héroux de 2002 à 2009 (source : Association des riverains du lac Héroux)

Lac	Date	Espèce	Âge	Dimensions	Quantité
Héroux	2009-06-27	Truites mouchetées	1 ans +	8 - 9 pouces	550
Héroux	2009-05-11	Truites mouchetées	1 ans +	8 - 9 pouces	100
Héroux	2006-05-20	Truites mouchetées	1 ans +	8 - 9 pouces	200
Héroux	2004-06-19	Truites mouchetées	1 ans +	8 - 10 pouces	200
Héroux	2003-05-01	Truites brunes	1 ans +	6 - 7 pouces	100
Héroux	2002-05-18	Truites mouchetées	1 ans +	8 - 10 pouces	400
Héroux	2002-05-18	Truites brunes	1 ans +	8 - 10 pouces	100

Compte tenu des conditions non optimales pour la survie de la truite mouchetée au lac Héroux, il serait important de faire un suivi des poissons pêchés (espèces et nombre d'individus capturés, longueur, poids, effort de pêche) afin de vérifier le succès de l'ensemencement et d'y faire des modifications si nécessaire (recommandations de Guillemette, 2002). Il faut garder à l'idée que même dans un plan d'eau possédant toutes les caractéristiques idéales pour l'omble de fontaine (truite mouchetée), il y a toujours un pourcentage de pertes avoisinant les 40 % lors des ensemencements (stress à l'ensemencement, mortalité, refus d'alimentation, prédation, etc.). C'est donc dire que si un promoteur ensemence 1 000 truites, le projet sera considéré réussi s'il se capture 600 poissons (Guillemette, 2002).

CONCLUSION

Les floraisons de cyanobactéries

En 2008 et 2009, deux échantillons sur six nous ont permis de confirmer la présence de floraisons véritables de cyanobactéries au lac Héroux. Nous tenterons dans cette section de comprendre qu'elles sont les conditions qui ont permis aux cyanobactéries de proliférer.

De façon naturelle, qu'elles soient toxiques ou non, les cyanobactéries se retrouvent dans tous les plans d'eau québécois. Lorsque les conditions sont favorables, les cyanobactéries peuvent se multiplier en très grand nombre, formant ainsi des accumulations importantes. C'est à ce moment qu'elles peuvent causer un problème de toxicité. Une période calme leur permet de flotter à la surface et ainsi de former des fleurs d'eau (ou floraisons, *blooms* en anglais). Les « conditions favorables » à la croissance excessive des cyanobactéries sont souvent une conjoncture de plusieurs facteurs complexes. Un facteur essentiel à leur croissance est la présence d'éléments nutritifs dans le milieu. Parmi ceux-ci, le phosphore est incontestablement le plus important. Une eau avec peu de phosphore aura un nombre restreint de cyanobactéries. Cependant, une augmentation des apports en phosphore peut favoriser le développement d'une floraison excessive de cyanobactéries (GRIL, 2007).

Eutrophisation du lac Héroux

Les différentes mesures effectuées au lac Héroux confirment que le lac est en processus d'eutrophisation (vieillissement prématuré du lac). Le lac Héroux est classé au niveau mésotrophe à l'égard des teneurs élevées en phosphore dans les eaux de surface (épilimnion). Cependant, les quantités de phosphore présentes dans l'épilimnion ne suffisent pas à déterminer le niveau réel d'eutrophisation à elles seules. Les teneurs des formes assimilables de phosphore dans les eaux de surface (épilimnion) varient considérablement au fil des saisons. En hiver, la photosynthèse produite par les végétaux et les algues aquatiques est à son plus bas. Il se produit alors une accumulation de phosphates et de nitrates dans ces eaux superficielles. Par contre, en été, les plantes aquatiques prolifèrent et prélèvent les phosphates et les nitrates présents dans les eaux chaudes de surface (Hade, 2003). Il en résulte une diminution importante des teneurs de ces substances en saison estivale. C'est ce qui explique que le niveau d'eutrophisation, établi à partir du phosphore mesuré dans les eaux de surface d'un lac, peut être sous-estimé avec l'avancement de la saison estivale.

Une autre manifestation de l'eutrophisation d'un lac concerne les faibles concentrations en oxygène (anoxie) que l'on observe dans les eaux profondes (hypolimnion). Rappelons que dans un lac eutrophe, la forte production des algues et des plantes aquatiques entraînera des baisses des concentrations en oxygène dans l'hypolimnion (anoxie). C'est la respiration des bactéries qui décomposent la matière organique issue des organismes végétaux morts qui s'accumulent au fond du lac (hypolimnion) qui est

responsable de cette baisse en oxygène. En 2009 comme en 2001, les teneurs en oxygène mesurées dans les eaux profondes du lac Héroux pouvaient atteindre seulement 2 % de saturation en oxygène en saison estivale. L'hypolimnion du lac Héroux est donc anoxique, ce qui reflète une productivité importante pour ce lac. De plus, les conditions d'anoxie dans l'hypolimnion auront comme conséquence de relarguer le phosphore accumulé dans les sédiments accélérant ainsi la croissance des algues et des végétaux. Les concentrations en phosphore présentes dans les sédiments du lac Héroux étaient supérieures aux concentrations trouvées dans d'autres lacs subissant le même sort. Rappelons que les cyanobactéries ont la capacité de migrer dans les eaux profondes d'un lac leur permettant de profiter de cette source supplémentaire de phosphore. De plus, plusieurs espèces de cyanobactéries peuvent supporter de très faibles concentrations en oxygène, conditions fréquemment rencontrées lorsque l'hypolimnion est anoxique (Lavoie *et al.*, 2007).

Apports en phosphore

Le phosphore « naturel » provient ultimement de l'altération des roches qui contiennent toujours de petites quantités de cet élément. Il est à l'origine de tout le phosphore qui circule actuellement sur la terre via les organismes vivants : les organismes l'ingèrent lors de la nutrition et le rejettent par déjection ou après leur mort, lors de leur décomposition. Les lacs ont la capacité d'assimiler les charges en phosphore en les accumulant dans leurs sédiments de fond. Règle générale, les teneurs en phosphore des lacs sont le reflet de ce qu'ils reçoivent. Donc, lorsqu'il y a surcharge de phosphore de façon continue, cette capacité d'emmagasiner le phosphore peut être dépassée et cette surcharge élèvera sa concentration dans l'eau (GRIL, 2007).

Les sources de phosphore peuvent être diverses. Au lac Héroux, les apports en phosphore peuvent provenir de l'absence de bandes riveraines, de l'utilisation d'engrais, des installations septiques résidentielles inadéquates, du ruissellement des eaux provenant du réseau routier autour du lac et des activités ayant lieu sur l'ensemble du bassin versant du lac qu'elles soient d'origine humaine (ex. : coupes forestières) ou naturelle (ex. : activités des castors). Nous avons tenté de qualifier les apports en phosphore que le lac Héroux recevait. Notons que cette étude ne nous a pas permis de quantifier les apports en phosphore et la contribution des différentes sources de phosphore. C'est lors d'analyses subséquentes à cette étude, notamment à l'aide de modèles, qu'il nous sera possible d'estimer la contribution des différentes sources de phosphore qu'elles soient d'origines humaines ou naturelles.

Les bandes riveraines

Les rives du lac Héroux sont pour la moitié d'entre elles adéquates; plus de 50 % des rives appartiennent à la classe A de l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR), qualité excellente. Les autres rives sont d'une qualité intermédiaire; 34 % appartiennent à la classe B et 7 % à la classe C de l'IQBR. Malgré que l'on doive améliorer l'état des bandes riveraines afin de minimiser leur impact sur l'intégrité écologique du lac, elles ne peuvent expliquer à elles seules les teneurs élevées en phosphore observées au lac Héroux.

Les installations septiques

Un autre facteur contribuant aux apports en matière organique et en phosphore en milieu résidentiel est la présence de fosses septiques. Rappelons que les installations septiques conformes à la réglementation (Q-2, r.8) ont été conçues pour éliminer les micro-organismes pathogènes d'origine humaine et non pas pour retenir le phosphore des effluents domestiques. Évidemment, les installations septiques non conformes contribuent aux apports de phosphore vers les cours d'eau et les lacs. Cependant, une installation septique conforme libère également une certaine quantité de phosphore (de l'ordre de 1 à 2 grammes/habitant/jour) qui, selon le type de sol, pourra être transportée vers le lac (GRIL, 2009). Il est à noter qu'au Québec il y a une corrélation étroite entre l'augmentation des habitations par région administrative, dans les deux dernières décennies, et le nombre de lacs par région qui figurent sur la liste des lacs touchés par les algues bleu-vert (MDDEP, 2009). Ainsi, les installations septiques, qu'elles soient conformes ou pas, doivent être considérées comme une source potentielle de phosphore en raison du nombre élevé de résidences présentes autour du lac Héroux.

Le réseau routier

Le réseau routier du lac Héroux parcourt 6,5 km au total. Le chemin du lac Héroux ne possède que très peu de fossés routiers. Comme ces chemins sont constitués de gravier, il en résulte une augmentation de la charge sédimentaire vers le lac en provenance des eaux de ruissellement après les pluies et lors de la fonte des neiges au printemps. Comme les sédiments transportés par les eaux de ruissellement contiennent du phosphore, ces sédiments contribuent à l'enrichissement du lac en phosphore.

Les tributaires et le bassin versant

Les résultats obtenus en 2009 à partir des données physico-chimiques et de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada, pour les trois principaux tributaires du lac Héroux, nous ont permis d'identifier les tributaires pouvant contribuer aux apports en phosphore vers le lac : les ruisseaux T-Roux 1 et T-Roux 2. Au mois de juillet 2009, ces deux tributaires dépassaient le critère phosphore qui vise à prévenir l'eutrophisation des lacs. Comme ces deux tributaires parcourent un territoire où les activités humaines sont à peu près nulles, nous nous sommes penchés sur la contribution potentielle en nutriments des milieux naturels.

Le ruisseau T-Roux 1, situé au nord-ouest du lac Héroux, est le ruisseau drainant la plus importante superficie du bassin versant du lac Héroux. Il prend sa source au lac Driver au cœur de la forêt et parcourt plusieurs milieux humides d'importances avant d'atteindre le lac Héroux. Les milieux humides sont des environnements productifs, donc riches en matières organiques et en nutriments. Il est reconnu que ces milieux jouent un rôle dans l'enrichissement des eaux des lacs en matières organiques et en nutriments, tel le phosphore, via les tributaires et les eaux de ruissellement. Les concentrations élevées en carbone organique dissous (COD) observées dans les eaux du lac, qui confèrent une couleur brunâtre à l'eau, témoignent de cet enrichissement en matière

organique. De plus, il ne faut pas négliger l'effet de la présence de castors dans ce secteur. Ces derniers auront comme désavantage de favoriser le lessivage des éléments nutritifs contenus dans le sol par l'inondation de secteurs plus ou moins importants lors de la construction de barrages. La décomposition de la matière organique issue des sols inondés peut continuer à contribuer aux apports en phosphore et en azote pendant des décennies (Carignan, 2008). D'autre part, les barrages de castors auront l'avantage de retenir ces eaux créant ainsi un bassin de sédimentation et de rétention des éléments nutritifs. C'est lors de la rupture de ces barrages que les eaux chargées en nutriments atteindront les plans d'eau situés en aval. Conséquemment, il est impératif de ne pas adopter une gestion des populations de castors par la destruction systématique des barrages. Cette pratique aurait pour effet d'acheminer simultanément des charges importantes en sédiments néfastes vers le lac Héroux situé plus en aval.

Concernant le ruisseau T-Roux 2, situé au nord du bassin centre du lac Héroux, les informations actuelles ne permettent pas d'expliquer le dépassement du critère phosphore observé au mois de juillet 2009. La présence d'un petit milieu humide situé de l'autre côté du chemin du lac Héroux et le chemin du lac Héroux lui-même pourraient expliquer les concentrations relativement élevées en phosphore observées en 2009. Cependant, nous devrons accorder une attention particulière à ce cours d'eau afin de vérifier si une autre source de phosphore ne pourrait pas être identifiée.

La contribution des différentes sources de phosphore

Dans cette étude, nous avons pu identifier les différentes sources de phosphore contribuant à l'eutrophisation du lac Héroux. Les sources de pollution qu'elles soient ponctuelles (ex. : installations septiques) ou diffuses (ex. : ruissellement des eaux sur le territoire du bassin versant) contribuent toutes à l'enrichissement du lac Héroux. Jusqu'à présent, nous n'avons pu quantifier la contribution des différentes sources de phosphore qu'elles soient d'origine naturelle ou humaine. La prochaine étape consiste donc à réaliser des modèles qui serviront à estimer la proportion du phosphore qui provient du bassin versant (ex. : milieux humides, réseau routier, etc.) et de la ceinture résidentielle autour du lac (bandes riveraines, installations septiques, etc.). Ces modèles, élaborés avec l'aide de chercheurs universitaires et de professionnels du MDDEP, permettront de calculer la capacité de support en phosphore du lac Héroux.

Qu'est-ce que le calcul de la capacité de support en phosphore?

Le calcul de la capacité de support en phosphore des lacs permet, en théorie, d´estimer le degré de développement humain pouvant prendre place dans un bassin versant sans mettre en péril la qualité de l´eau du lac récepteur. Concrètement, la capacité de support est définie comme la quantité de phosphore qu'un lac peut recevoir sans engendrer d'effets indésirables. En utilisant des modèles appropriés, il devient possible de détailler et de calculer les concentrations de phosphore observées dans les lacs. Ces outils nous donnent la possibilité d'estimer la concentration naturelle, c'est-à-dire avant la présence humaine, et d'évaluer l'importance des apports en phosphore provenant de l'ensemble des activités humaines ainsi que la portion associée à chacune des grandes catégories d'utilisation du sol. Le calcul de la quantité maximale de phosphore pouvant être ajoutée dans un plan d'eau, tout en demeurant dans les limites acceptables de qualité de l´eau, dépend évidemment de ce que l´on entend par « acceptable ». La quantité maximale de phosphore peut, par la suite, être transposée en unités utiles à l'aménagement, par exemple en nombre d'habitations, et servir à évaluer le développement encore possible ou les efforts à consentir pour respecter cette limite.

Tiré de : GRIL, 2009. *Calcul de la capacité de support en phosphore des lacs : où en sommes-nous?,* Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL), avril 2009, 11 p.

D'ici à ce que la contribution des multiples sources de phosphore soit quantifiée, différentes actions doivent cependant être entreprises. Plusieurs avenues sont donc proposées dans la section *Recommandations* de ce rapport. Retenons que c'est par une approche prudente d'aménagement du bassin versant du lac Héroux qu'il sera possible de prévenir et d'éviter que l'état de santé du lac ne se dégrade davantage.

Futures recherches

Pendant la saison 2010, l'OBVRLY poursuivra l'étude du lac afin de réaliser le suivi de l'état de santé du lac Héroux. En plus d'effectuer le calcul de capacité de support en phosphore du lac, une caractérisation des plantes aquatiques et des algues sera réalisée. Ces mesures supplémentaires permettront de suivre l'évolution de l'eutrophisation du lac Héroux. Par conséquent, un rapport complémentaire sera rédigé en 2010-2011 et pourra donc être annexé au présent document afin d'augmenter les informations acquises dans cette première phase de l'étude du lac Héroux.

RECOMMANDATIONS

Le problème des cyanobactéries et de l'eutrophisation ne peut être résolu par l'entremise d'une seule action. C'est l'ensemble des interventions conjuguées des riverains et de la municipalité qui permettra d'atteindre les objectifs de restauration préalablement établis par les usagers du lac Héroux. Les solutions et les idées sont nombreuses. Les solutions dites miracles sont très coûteuses et ne fonctionnent généralement pas à long terme. Enfin, nous recommandons plutôt d'agir à la source par l'adoption d'actions qui limiteront les apports en nutriments, comme le phosphore, vers le lac.

1. Assurer le suivi de la conformité des installations septiques

C'est dans le cadre du PAPA[‡‡] que la municipalité de Saint-Boniface a procédé en 2009 à l'inventaire des installations septiques des résidences riveraines du lac Héroux. Cet inventaire permettra à la municipalité d'évaluer la performance des installations septiques résidentielles de ce secteur et de proposer des stratégies de résolution de problème pour les installations septiques non conformes. Cet inventaire permet de classer les installations septiques existantes en fonction de leur degré d'impact sur l'environnement[§§] : A - aucune contamination, B - source de contamination indirecte des eaux de surface et/ou des eaux souterraines et C - source de contamination directe des eaux de surface et/ou des eaux souterraines. Suite à cette caractérisation, un suivi de la conformité des installations septiques devra être maintenu et la mise aux normes des installations non conformes devra être exigée par la municipalité en vertu du *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées* (Q-2, r.8). Ce règlement concerne les résidences isolées et les autres bâtiments qui rejettent exclusivement des eaux usées d'origine domestique et qui ne sont pas raccordés à un système d'égout autorisé en vertu de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'Environnement (LQE).

Nous avons déjà mentionné que les installations septiques conformes à la réglementation (Q-2, r.8) ont été conçues pour éliminer les micro-organismes pathogènes d'origine humaine et non pas pour retenir le phosphore des effluents domestiques. Comme aucune fosse conforme ne retient le phosphore, toutes les résidences situées en milieu riverain devraient être munies d'installations septiques capables d'éliminer le phosphore. Le MDDEP a financé des études afin d'évaluer des systèmes tertiaires de déphosphatation conçus pour éliminer complètement le phosphore provenant des eaux usées domestiques et il a émis ses recommandations à cet effet[***].

[‡‡] Programme d'aide à la prévention d'algues bleu-vert (PAPA) du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT)

[§§] Voir : MDDEP, 2007.*Guide de réalisation d'un relevé sanitaire des dispositifs d'évacuation et de traitement des eaux usées des résidences isolées situées en bordure des lacs et des cours d'eau, à l'intention des municipalités et des propriétaires riverains*, [en ligne]. http://www.menv.gouv.qc.ca/publications/2007/ENV20071003.htm

[***] Voir : *Réduction du phosphore dans les rejets d'eaux usées d'origine domestique, position du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs*, [en ligne]. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/reduc-phosphore/index.htm

2. Assurer le suivi de la revégétalisation des bandes riveraines

La municipalité de Saint-Boniface et les comités de riverains travaillent à sensibiliser les riverains à l'importance d'une ceinture végétale depuis quelques années. L'inventaire des rives effectué en 2009 par la municipalité permettra d'effectuer le suivi de la revégétalisation conformément au *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau* adopté en 2008. Ce dernier stipule que tout propriétaire riverain doit avoir revégétalisé une largeur de 10 à 15 mètres de rive, selon la pente, d'ici le 1er novembre 2012. Bien que l'adoption de ce règlement soit précurseur dans la région, il offre un cadre normatif minimal pour la protection des milieux aquatiques. Plusieurs études démontrent que la largeur requise de la bande riveraine dépend des objectifs visés. La largeur requise pour des fins de stabilisation des berges sera d'un minimum de 3 mètres (Gonthier et Laroche, 1992) alors qu'une bande riveraine de plus de 45 mètres sera adéquate pour la création d'habitats fauniques (Carlson *et al*., 1992). Lorsque l'objectif visé par l'instauration d'une bande riveraine concerne l'élimination du phosphore par le contrôle des eaux de ruissellement, plusieurs facteurs physiques propres à un terrain riverain donné sont à considérer. La pente et le type de sol du terrain riverain sont les principaux facteurs qui influenceront la rétention des sédiments provenant des eaux de ruissellement par la végétation, ce qui explique que dans certains cas une bande riveraine de plus de 30 mètres est nécessaire pour assurer son rôle d'assainissement. Retenons que l'efficacité d'une bande riveraine à retenir les sédiments et le phosphore augmente en fonction de la largeur de la bande riveraine et diminue selon la pente du terrain (Gangbazo et Gagnon, 2007).

L'établissement d'une bande riveraine nécessite une compréhension de la dynamique végétale et des différents rôles des plantes présentes naturellement en milieu riverain. En résumé, les arbres et les arbustes jouent un rôle pour la stabilisation des berges et l'ombrage dans la zone littorale du lac, alors que les plantes herbacées prélèvent les sédiments et les nutriments des eaux de ruissellement (Carlson *et al*., 1992). La méthode préconisée de renaturalisation des rives consiste à cesser de couper la pelouse et de laisser la nature (plantes herbacées, arbustes et arbres) recoloniser la rive. Cependant, certains terrains riverains offrent de mauvaises conditions à l'établissement naturel de la végétation : sol pauvre, pente élevée, présence de murets, présence d'enrochement. Dans ces derniers cas, la plantation d'espèces indigènes est conseillée dans le respect des exigences des plantes, de la nature du sol, du degré d'ensoleillement et de la place dans le talus. Un moteur de recherche en ligne via le site Internet de la Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) permet d'identifier rapidement les végétaux recommandés en fonction des caractéristiques propres au site à revégétaliser[†††]. La revégétalisation des rives artificielles (ex. murets, enrochement) ou des cas particuliers (une rive exposée aux vagues, les pentes abruptes et les sites à forte érosion) doit être faite selon les règles du génie végétal.

[†††] …tels la zone de rusticité, la localisation sur le talus, l'humidité du sol, l'exposition, le type de sol, la hauteur de la plante et son type de croissance : http://www.fihoq.qc.ca/html/recherche.php. Il existe aussi un répertoire des végétaux adaptés aux bandes riveraines : http://www.fihoq.qc.ca/Repertoire_vegetaux_couleur.pdf.

Pour plus d'informations concernant la revégétalisation des bandes riveraines, consultez :

Le *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau* :
http://www.st-elie-de-caxton.com/affairesmunicipales/ReglementsMunicipaux/RÈGLEMENT%202008-006%20REVÉGÉTALISATION%20DES%20RIVES.pdf

Protection des rives, du littoral et des plaines inondables :
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/index.htm

Végétalisation de la bande riveraine :
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/vegetalisation-bande-riveraine.pdf

3. Promouvoir l'utilisation de savons sans phosphate

Depuis une dizaine d'années, divers produits nettoyants écologiques sont disponibles sur les tablettes des commerces québécois. Cependant, la mention « savon écologique » ou « savon biodégradable » n'assure pas l'absence de phosphore dans les produits nettoyants. Bien que ces savons contiennent de faibles concentrations en phosphore, parfois moins de 2,2 %, l'apport en phosphore de ces savons vers le lac n'est pas négligeable lorsque l'on considère l'ensemble des résidences présentes autour du lac. Les détergents pour lave-vaisselle sont ceux qui affichent les concentrations les plus élevées en phosphate avec une teneur permise par la réglementation de 8,7 %. Notons que plus de la moitié des ménages québécois possèdent un lave-vaisselle et que ceux-ci contribuent pour environ 7 % de la teneur en phosphate de nos eaux usées. L'adoption de lois interdisant la présence de phosphore dans les détergents à lave-vaisselle au Québec et les détergents domestiques au Canada est prévue en 2010. D'ici à ce que ces lois entrent en vigueur, l'utilisation de produits domestiques contenant des phosphates devrait être bannie pour les résidents riverains afin d'éliminer ce phosphore à la source.

Des listes de détergents sans phosphore sont disponibles à l'adresse des sites Internet suivants :

http://www.st-elie-de-caxton.com.sp017.alentus.com/milieuriverain/Pages/produitshygienes.aspx

http://rappel.qc.ca/images/stories/food/savons_phosphates.pdf

Note : Les données présentées sur ces sites Internet ne sont qu'à titre purement indicatif et démontrent qu'il existe des produits sans phosphate, alors que d'autres en ont une concentration significative. Pour en savoir plus, nous vous suggérons de communiquer directement avec le fabricant ou de rejoindre une des associations professionnelles pertinentes comme l'Association canadienne des produits de consommation spécialisés : http://www.ccspa.org/index-f.html ou l'Association canadienne de la savonnerie et de la détergence : http://www.healthycleaning101.org/french/SDAC-f.html.

4. Interdire l'utilisation d'engrais

Conformément à la réglementation municipale, il est essentiel d'interdire l'utilisation d'engrais partout en milieu riverain, qu'ils soient biologiques ou écologiques. Cette mesure vise à contrôler à la source des apports en nutriments responsables de l'eutrophisation des lacs et cours d'eau.

5. Gestion environnementale des eaux de ruissellement

Afin de limiter les apports diffus en sédiments et en nutriments provenant de l'ensemble du bassin versant du lac Héroux, des mesures doivent être entreprises par l'ensemble des usagers. Globalement, les actions pour limiter le ruissellement visent à ralentir l'écoulement de l'eau de pluie et de la fonte des neiges afin de favoriser son absorption par le sol (GRIL, 2009). Rappelons que la végétation est le meilleur allié à la lutte contre l'érosion. Cependant, dans certaines situations, des techniques préventives ou correctives devront être envisagées dans la pratique d'activités forestières, de voirie, de construction ainsi que dans l'aménagement des terrains riverains. Le contrôle de l'érosion compte pour chaque mètre carré du bassin versant. Il en revient aux différents usagers du bassin versant d'identifier les problématiques d'érosion qui résultent de leurs activités et d'apporter les correctifs nécessaires au contrôle des eaux de ruissellement.

Voici quelques actions proposées aux riverains :

- Favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol
- Éviter les sols laissés à nu et imperméabilisés
- Revégétaliser les terrains riverains dans leur ensemble et au-delà des rives soumises à la réglementation
- Aménager les mises à l'eau ou sentiers d'accès au lac à angle ou avec sinuosité pour éviter que les eaux de ruissellement atteignent le lac
- Favoriser la récupération et l'utilisation des eaux de pluie

Voici quelques actions proposées à la municipalité, aux producteurs forestiers et aux entrepreneurs en construction :

- Utiliser la méthode du tiers inférieur lors du nettoyage des fossés
- Aménager des bassins de sédimentation et des marais filtrants pour les eaux des fossés
- Adopter un « design » de développement (chantiers forestiers, résidentiels ou voirie) par phase afin de répartir dans le temps les effets de l'érosion
- Protéger les tas de terre, sable et autres matériaux
- Stabiliser les voies d'accès (ex. installation de ponceaux selon les règles environnementales)
- Utiliser des barrières à sédiments ou filtrantes sur les chantiers
- Revégétaliser tôt après exécution des travaux

« La protection des lacs et des cours d'eau naturels commence loin en amont dans le bassin versant. Les fossés routiers constituent certainement l'un des éléments importants de la problématique, mais il en va de même de nos attitudes et de nos attentes en matière de drainage routier. Il faut changer notre conception d'un fossé routier "propre" et s'habituer à y voir une végétation luxuriante » (MTQ, 1997).

Nous n'avons présenté ici qu'une infime partie des techniques de contrôle de l'érosion connues à ce jour. Plusieurs guides traitant de ce sujet sont disponibles, et ce, souvent gratuitement. Retenons que la somme de ces actions, généralement peu coûteuses, appliquées à l'ensemble du bassin versant du lac, permettront de réduire significativement les apports en sédiments vers le lac et les cours d'eau, condition obligatoire pour la préservation de l'état de santé du lac Héroux.

Pour plus d'informations sur les méthodes de contrôle du ruissellement, consultez les documents et liens Internet suivants :

MRNF, 2001. *Saines pratiques, voirie forestière et installation de ponceaux*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune. MRNF.
http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/sainespratiques.pdf

MTQ, 1997. *Fiche de promotion environnementale : Entretien d'été, système de drainage et nettoyage de fossés*, Ministère des Transports du Québec, Direction de l'Estrie.
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/ministere/environnement/gestion_eco.pdf

Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des marais du Nord (APPEL), SD. *Guide des bonnes pratiques dans la lutte à l'érosion et à l'imperméabilisation des sols*. http://apel.ccapcable.com/apel/pdf/guide_lutte-erosion-sol.pdf

Québec, 1998. *Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec.*
http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/amenagement/RN983036.pdf

Autres documents intéressants liés à la forêt : ministère des Ressources naturelles et de la Faune. http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/connaissances-activites-sols.jsp

Lien Internet du RAPPEL traitant des aspects économiques des méthodes de prévention de l'érosion : http://www.rappel.qc.ca/bassin-versant/lerosion.html

6. Exploitation forestière en forêt privée : Assurer le respect des normes environnementales

Afin de bien protéger le lac Héroux, il est important de s'assurer du respect des normes et règlements applicables à l'exploitation forestière en bordure des cours d'eau et des milieux humides en forêt privée. Les activités de récolte du bois contribuent à l'augmentation du ruissellement des eaux par la mise à nu du sol. Plusieurs mesures sont proposées afin de diminuer les eaux de ruissellement vers les milieux aquatiques et humides (voir recommandation n° 5 : Gestion environnementale des eaux de ruissellement).

Pour plus de détails concernant les normes et la réglementation en forêt privée en vigueur en Mauricie, vous pouvez commander le document suivant au Syndicat des Producteurs de Bois de la Mauricie (SPBM) au coût de 45 $, tel. (819) 370-8368 :

Lupien, P., 2009. *Guide d'assistance réglementaire pour les conseillers et les travailleurs en forêt privée,* Fonds d'information de recherche et de développement de la forêt privée mauricienne (FIRDFPM), Syndicat des producteurs de bois de la Mauricie (SPBM), Trois-Rivières, 182 p.

7. Assurer le suivi des barrages de castors

Il est important d'assurer un suivi préventif des barrages de castors situés dans le bassin versant du lac Héroux afin de minimiser leurs impacts sur les plans d'eaux situés en aval. Plusieurs techniques d'intervention, visant à diminuer les effets de la présence des castors sur un territoire, sont bien documentées. Ces techniques proposent, pour la plupart d'entre elles, une cohabitation entre les usagers et les populations de castors présentes sur le territoire. Elles visent à éviter les interventions d'urgence par l'adoption d'une stratégie de gestion préventive des populations de castors. Rappelons que la destruction des barrages de castors ne peut qu'aggraver la problématique d'enrichissement du lac en nutriments.

Pour plus d'informations sur les techniques visant à prévenir et contrôler les activités du castor, vous pouvez commander le document suivant au coût de 15,95 $:

Fondation de la faune du Québec, 2001. *Guide d'aménagement et de gestion du territoire utilisé par le castor au Québec*, 112 p.
http://www.fondationdelafaune.qc.ca/initiatives/guides_pratiques/30

8. Élaboration du plan directeur du bassin versant du lac Héroux

Un plan directeur a comme finalité de définir des pistes de solutions permettant de remédier aux problèmes qui touchent un lac. Pour assurer sa réussite, le plan directeur de lac doit impliquer tous les acteurs concernés, soit les propriétaires riverains, les instances municipales et les promoteurs privés. À partir d'une approche structurée et planifiée, il permet la réalisation d'activités de restauration et de conservation environnementale d'un lac. L'élaboration d'un tel plan se réalise en quatre étapes :

- Acquérir des connaissances sur le lac et son bassin versant :
  - Le portrait : les grandes caractéristiques
  - Le diagnostic : détermination des problèmes et de leurs causes
- Prioriser les problèmes et déterminer les pistes de solutions
- Élaborer et mettre en œuvre un plan d'action
- Assurer le suivi de ce plan d'action afin d'en évaluer les résultats

Le présent document constitue le portrait et le diagnostic du bassin versant du lac Héroux. Bien qu'il reste à acquérir d'autres informations, les résultats présentés dans cette étude permettent de cerner avec une relative précision les problématiques qui touchent le lac Héroux. Nous pouvons donc considérer que la première étape du plan directeur du bassin versant du lac Héroux est en grande partie réalisée.

Les trois étapes suivantes du plan directeur concernent les acteurs de l'eau du lac Héroux. Un comité restreint composé des représentants des différents secteurs d'activités (propriétaires riverains, acteurs municipaux et exploitants forestiers) devra être mis sur pied pour faciliter la réalisation du plan directeur du bassin versant du lac Héroux. Il est conseillé de regrouper et de transcrire les éléments de réflexion pour les différentes étapes d'élaboration du plan directeur sous la forme d'un bref rapport. Ce document de référence, comme un guide, servira d'outil et d'aide à la décision et au suivi du processus. Un document s'adressant aux riverains désirant élaborer un plan

directeur de lac a été produit par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs afin de les aider dans leur démarche :

MDDEP, 2007. *Prendre son lac en main, Guide d'élaboration d'un plan directeur de bassin versant d'un lac et adoption de bonnes pratiques,* Direction des politiques de l'eau, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 130 p. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf

Il est important de mentionner que différentes actions ont déjà été entreprises au lac Héroux. L'adoption par la municipalité de Saint-Boniface d'un règlement visant à protéger et revégétaliser la bande riveraine, conjuguée avec les efforts des riverains pour l'amélioration de celle-ci, sont des actions qui contribuent à l'amélioration de l'environnement du lac Héroux. Parallèlement à ces démarches, le suivi de l'évolution de l'état de santé du lac Héroux doit se poursuivre afin de vérifier le maintien ou l'amélioration de l'intégrité écologique du lac. Le suivi de l'évolution du vieillissement prématuré (eutrophisation) du lac Héroux peut être réalisé par la poursuite de la participation de l'association du lac au *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL), par le suivi physico-chimique des eaux du lac (mesures d'oxygène), par le suivi des plantes aquatiques, des algues et du périphyton. Ces derniers constituent d'excellents indicateurs de l'eutrophisation d'un lac. Le suivi peut aussi être effectué par l'identification des secteurs plus propices au ruissellement des eaux néfaste pour le lac.

Mentionnons que l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) a comme mandat de planifier et de coordonner des actions en matière de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV). Comme la zone de gestion de l'eau de l'OBVRLY inclut depuis 2009 le territoire du bassin versant de la rivière Yamachiche, un suivi de l'état des lacs et cours d'eau sera réalisé progressivement dans les prochaines années. C'est donc par la documentation de l'état de la situation des lacs et cours d'eau et par l'accompagnement de la municipalité de Saint-Boniface et de ses résidents que l'Organisme s'impliquera afin de maintenir ou d'améliorer la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leurs conseils, leurs recommandations et leur collaboration :

Pierre-André Bordeleau, *M.Sc.*
Professionnel de recherche et d'enseignement, section de géographie, Université du Québec à Trois-Rivières

Gilbert Cabana, *Ph.D*.
Professeur, département de chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières

Marie-Andrée Fallu, *Ph.D.*
Agente de liaison scientifique, Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL)

Luc Frigon
Résident du lac des Six, personne ressource pour l'historique du développement des lacs Héroux et des Six

Michel Lacerte
Résident du lac Héroux

Denis Leroux, *Ph.D.*
Professeur, section de géographie, Université du Québec à Trois-Rivières

Michel Mongrain
Urbaniste de la municipalité de Saint-Boniface

Jacques Paquin
Résident du lac Héroux

Simon Sansregret
Association des riverains du lac Héroux et du lac des Six

Pour leur soutien technique et scientifique, nous tenons également à remercier les professionnels du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) :

Daniel Blais
Direction du patrimoine écologique

Manon Ouellet
Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), Direction du suivi de l'état de l'environnement

Louis Roy
Direction du suivi de l'état de l'environnement

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation des bassins versants des lacs Plaisant, des Six et Héroux, bassin versant de la rivière Yamachiche, 2009 17

Carte 2 : Carte bathymétrique illustrant le relief du fond du lac Héroux et des profondeurs associées en mètres 22

Carte 3 : Bassin versant du lac Héroux, photo aérienne prise en 2008 23

Carte 4 : Topographie du bassin versant du lac Héroux obtenue à partir d'un modèle d'élévation numérique 24

Carte 5 : Utilisation du territoire du bassin versant du lac Héroux en 2008 27

Carte 6 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Héroux 2009 30

Carte 7 : Évolution des effets de la présence de castors dans le bassin versant du lac Héroux entre 1975 et 2008 34

Carte 8 : Stations d'échantillonnage du lac Héroux, mesures physico-chimiques prises dans les tributaires et la fosse du lac en 2009 37

Carte 9 : Prélèvements de cyanobactéries par le MDDEP au lac Héroux en 2008 et 2009 59

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Héroux en 2009 29

Figure 2 : Composition moyenne d'une rive du lac Héroux en 2009, IQBR = A 31

Figure 3 : Composition moyenne d'une rive du lac Héroux en 2009, IQBR = B 31

Figure 4 : Composition moyenne d'une rive du lac Héroux en 2009, IQBR = C 32

Figure 5 : Stratification thermique d'un lac dimictique 39

Figure 6 : Profils physico-chimiques du lac Héroux, juillet et août 2009 40

Figure 7 : Profil physico-chimique du lac Héroux, novembre 2009 43

Figure 8 : Profil physico-chimique du lac Héroux, septembre 2001 43

Figure 9 : Diagrammes de classement du niveau trophique du lac Héroux obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2007, 2008 et 2009 46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Hydrographie du bassin versant du lac Héroux, 2009. 22

Tableau 2 : Pourcentage d'utilisation du territoire dans le bassin versant du lac Héroux, 2009. 26

Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés en 2009. 38

Tableau 4 : Valeurs de saturation et de concentration en oxygène dissous requises pour la préservation de la vie aquatique 41

Tableau 5 : Données physico-chimiques, station F-Roux du lac Héroux – saison 2007 et 2009 45

Tableau 6 : Concentrations en phosphore sédimentaire mesurées et niveau trophique pour les trois lacs étudiés par l'OBVRLY en 2009 49

Tableau 7 : Concentrations des principaux paramètres physico-chimiques mesurés dans les tributaires du lac Héroux en 2009. 50

Tableau 8 : Résultats de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) 52

Tableau 9 : Limite des classes de l'Indice Diatomées de l'est du Canada (IDEC) 53

Tableau 10 : Résultats d'analyses des prélèvements de cyanobactéries au lac Héroux en 2008 et 2009 (MDDEP). 57

Tableau 11 : Historique des ensemencements de poissons d'intérêts sportifs au lac Héroux de 2002 à 2009. 60

RÉFÉRENCES

Béland, J. 1961. *Rapport géologique, région de Shawinigan, comtés de St-Maurice, Champlain et Laviolette.* Ministère des Richesses naturelles, Québec. Géological report 97, 32 pages.

Binesse, M. 1983. *Protection et amélioration des cours d'eau : objectif faune aquatique*. MLCP. Dir. Gén. de la faune, 153 pages.

Campeau, S., Lavoie, I., Grenier, M., Boissonneault, Y. et S., Lacoursière. 2009. *Le suivi de la qualité de l'eau des rivières à l'aide de l'indice IDEC*. Guide d'utilisation de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC). Université du Québec à Trois-Rivières, 18 pages.

Carignan, R. 2008. *Évolution de l'état des lacs de la municipalité de Saint-Hippolyte entre 1998 et 2007*. Université de Montréal, Station biologique des Laurentides, décembre 2008, 59 pages.

Carlson, J.R., G.L. Conaway, J.L. Gibbs et J.C. Hoag. 1992. *Design Criteria for Revegetation in Riparian Zones of the Intermountain Area*, dans: Proceedings - Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. USDA. Intermountain Research Station. Report INT-289. p.16-17.

Commission géologique du Canada. 2008. *Géologie urbaine de la région de la Capitale nationale ; Formation précambriennes.* Ressources naturelles du Canada. http://cgc.rncan.gc.ca/urbgeo/natcap/his_precambrian_f.php

Gangbazo, G. et E. Gagnon. 2007. *Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspectives, Fiche n°7.* Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/fiches/bandes-riv.pdf

Gonthier, M. et R. Laroche. 1992. *La protection des rives en milieu agricole*. MAPAQ, dans : *Les bandes riveraines et la qualité de l'eau : Une revue de la littérature*, 8 pages. http://www.cuslm.ca/ccse-swcc/publications/francais/bandes.pdf

Goupil, J.-Y. 1998. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables : guide des bonnes pratiques. Service de l'aménagement et de la protection des rives et du littoral* – Québec : Ministère de l'Environnement et de la Faune : distribué par les Publications du Québec. Envirodoq n°EN980461. Mise à jour en 2005.

Grenier, M., Campeau, S., Lavoie, I., Park, Y.-S. et Lek, S., 2006. *Diatom reference communities in Québec (Canada) streams based on Kohonen self-organizing maps and multivariate analyses. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63 : 2087-2106.

GRIL, 2007. *Les cyanobactéries dans les lacs québécois : Un portrait de la situation selon les chercheurs du GRIL*. Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique, 28 juin 2007, 10 pages. Révisé en avril 2008. https://oraprdnt.uqtr.uquebec.ca/pls/public/docs/GSC1285/F291210543_gril_cyanobacteries_28juin2007_rev_avril2008.pdf

GRIL, 2009. *Mémoire du GRIL sur l'état des lacs et rivières du Québec en regard des cyanobactéries*. Mémoire présenté par le Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique dans le cadre de la commission sur la situation des lacs au Québec en regard des cyanobactéries, 2 novembre 2009, 12 pages.

Guillemette, L. 2002. *Rapport de la diagnose écologique du lac Héroux situé à Saint-Boniface.* Rapport présenté à la municipalité de Saint-Boniface. *Pémesseau faune*. 27 pages.

Hade, A. 2003. *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger.* Réimprimé au Canada en avril 2007. Les éditions Fides. 359 pages.

Hébert, S. et S. Légaré, 2000. *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Envirodoq n°ENV-2001-0141, rapport n°QE-123, 24 p ages et 3 annexes.

INSPQ, 2005*. Propositions de critères d'intervention et de seuils d'alerte pour les cyanobactéries*. Groupe scientifique sur l'eau, Unité Santé et environnement, Direction Risques biologiques, environnementaux et occupationnels. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Bibliothèque nationale du Canada. ISBN 2-550-43854-X. 4 pages.
http://www.inspq.qc.ca

La fondation Historica du Canada. 2009. *L'encyclopédie canadienne.* [En ligne]
http://www.thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=F1SEC877080

Lapalme, R. 2006. *Protéger et restaurer les lacs.* Bertrand Dumont éditeur inc. 192 pages.

Lavoie, I., Campeau, S., Grenier, M. et Dillon, P., 2006. *A diatom-based index for the biological assessment of Eastern Canadian rivers: an application of correspondence analysis*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 63 : 1793-1811.

Lavoie, I., Hamilton, P., Campeau, S., Grenier, M. et Dillon, P. 2008. *Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada.* Presses de l'Université du Québec. D1557, 15BN, 978-2-7605-1557-4.

Lavoie, I., I. Laurion et W.F. Vincent. 2007. *Les fleurs d'eau de cyanobactéries, document d'information vulgarisée*. INRS rapport no 917, iii, 27 pages.
http://www.ete.inrs.ca/doc/Cyanobacteries_revue_litterature_vulgarisee.pdf

MAMROT. 2007. *Programme d'aide à la prévention d'algues bleu-vert (PAPA)*. Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire. http://www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement/amen_algu_prog.asp

MDDEP. 2005. *Réseau de surveillance volontaire des lacs : Les méthodes.* Document d'interprétation des paramètres de qualité de l'eau utilisé dans le cadre du RSVL. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 5 pages. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/methodes.htm

MDDEP. 2006. *Le Réseau de surveillance volontaire des lacs de villégiature*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm

MDDEP. 2009. *Les fleurs d'eau d'algues bleu-vert en 2009 - Une responsabilité collective. Bilan provisoire des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert au 15 septembre 2009.* Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Direction des politiques en milieu terrestre. 9 pages. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bilan/saison2009/Bilan-alguesBV-150909.pdf

MNHW. 1990. *Guidelines for Canadian Recreational Water Quality* - Préparé par le groupe de travail fédéral-provincial sur la qualité des eaux de récréation du Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu de travail, Canada, Ministry of National Health and Welfare. 87 pages. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0123

Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. 2008. MRC Maskinongé. *Règlement 2008-006 relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau.* http://www.st-elie-de-caxton.com/affairesmunicipales/ReglementsMunicipaux/RÈGLEMENT2008-006REVÉGÉTALISATIONDESRIVES.pdf

Nürnburg, G. 1988. *Prediction of phosphorus release rates from total and reductant-soluble phosphorus in anoxic lake sediments*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, vol 45, p. 453-462.

Pageau, E. 1967. *Étude pédologique, comtés de Trois-Rivières et de Saint-Maurice.* Bulletin technique n°14, Division des sols, servic e de la recherche, Ministère de l'agriculture et de la colonisation du Québec. 80 pages. http://www.irda.qc.ca/_ftbFiles/Etude_pedo/Etude_pedo_56.pdf

Painchaud, J. 1997. *La qualité de l'eau des rivières au Québec : État et tendances*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec. 58 pages.

Parkyn, S. 2004. *Review of riparian buffer zone effectiveness*. MAF Technical Paper No: 2004/05. ISBN No: 0-478-07823-4. ISSN No: 1171-4662. 31 pages.

Proulx, C. 2009. *Le portail des ressources virtuelles du collège Bois-de-Boulogne*, http://www.colvir.net/prof/chantal.proulx/701/Chap6_contenu.htm

Racine, J.-C. et A. Houle. *Développement du lac Héroux et du lac des Six.* 3 pages.

RAPPEL. 2008. *L'eutrophisation dans nos plans d'eau, c'est quoi,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François (RAPPEL). http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_2_-_eutrophisation.pdf

Saint-Jacques, N. & Y. Richard. 1998. *Développement d'un indice de qualité de la bande riveraine : application à la rivière Chaudière et mise en relation avec l'intégrité biotique du milieu aquatique*, pages 6.1 à 6.41, dans ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Le bassin de la rivière Chaudière : l'état de l'écosystème aquatiques-1996. Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Envirodoq nŒEN980022.

SEMAT.1998. *Note technique interne sur l'utilisation du critère de 0,02 mg/L de phosphore total en amont de lacs en période d'étiage* - Service de l'évaluation du milieu aquatique et des travaux (SEMAT), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0393

Bibliographie

Deshaies, P. 2008. *Guide d'application du règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau.* Édition 2008. 28 pages. http://www.st-elie-de-caxton.com/milieuriverain/Pages/Revegetalisation.aspx

MDDEP. 2007. *Prendre son lac en main, Guide d'élaboration d'un plan directeur de bassin versant d'un lac et adoption de bonnes pratiques.* Direction des politiques de l'eau du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 130 pages. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf

MDDEP. 2006. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm

MEF. 1996. *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec,* ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques. Envirodoq n°EN970102, 20 pages et 4 annexes.

MRNF. 2001. *Saines pratiques, voirie forestière et installation de ponceaux*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/sainespratiques.pdf

RAPPEL. 2005. *Donnez-moi de l'oxygène.* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François.
http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_7_-_oxygene.pdf

RAPPEL. 2005. *Faut-il mépriser les plantes aquatiques,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François.
http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_10_-_plantes_aquatiques.pdf

RAPPEL. 2005. *Les matières en suspensions (MES), le cholestérol de nos lacs,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François.
http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_5_-_mes.pdf

RAPPEL. 2005. *Le phosphore : un engrais trop efficace,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François.
http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_3_-_phosphore.pdf

RAPPEL. 2005. *Les savons et les détergents : vers une solution écologique,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François.
http://www.rappel.qc.ca/images/stories/food/savons_phosphates.pdf

Documents cartographiques consultés

Forêt Québec. 2001. *Les peuplements forestiers.* Feuillet 31I/10SO, échelle 1 : 20 000. Réalisé et diffusé par la Direction des inventaires forestiers.

MTFQ. 1956. *Mines and technical surveys. Shawinigan, Québec.* Feuillet 31I10 échelle 1:50 000, Carte levée par le service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec.

Bolduc, A.M. 1999. *Carte géologique des formations superficielles, région de Shawinigan.* Feuillet 31I10 échelle 1:50 000. Dossier public 2995, Commission géologique du Canada.