



Détermination des causes de perturbations du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long - 2013

(Phase 3)

Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Avril 2014



Photos page couverture :

Route 351, en bordure du Grand lac Long, Saint-Élie-de-Caxton © OBVRLY
Sortie de ponceau, Chemin des Lacs Longs, Saint-Élie-de-Caxton © OBVRLY

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction et travaux terrain

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

Maxime Brien, géographe, *M.Sc.*²

Cartographie

Sébastien Lanneville, géographe, *B.Sc.*³

Révision

Nathalie Sarault, directrice, *B.Sc.*³

¹ Consultant : *Boissonneault, Sciences, eaux et environnement*, www.boissonneault.ca

² Consultant : *Reseauterra groupe-conseil*, reseauterra@gmail.com

³ Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

CE RAPPORT A ÉTÉ RÉALISÉ POUR L'ORGANISME DE BASSINS VERSANTS DES RIVIÈRES DU
LOUP ET DES YAMACHICHE (OBVRLY)



Dans le sens de l'eau !

3

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

BOISSONNEAULT, Y. et M. BRIEN. 2014. *Détermination des causes de perturbation du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long - 2013, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 34 pages et 3 annexes.

© OBVRLY, 2014

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?

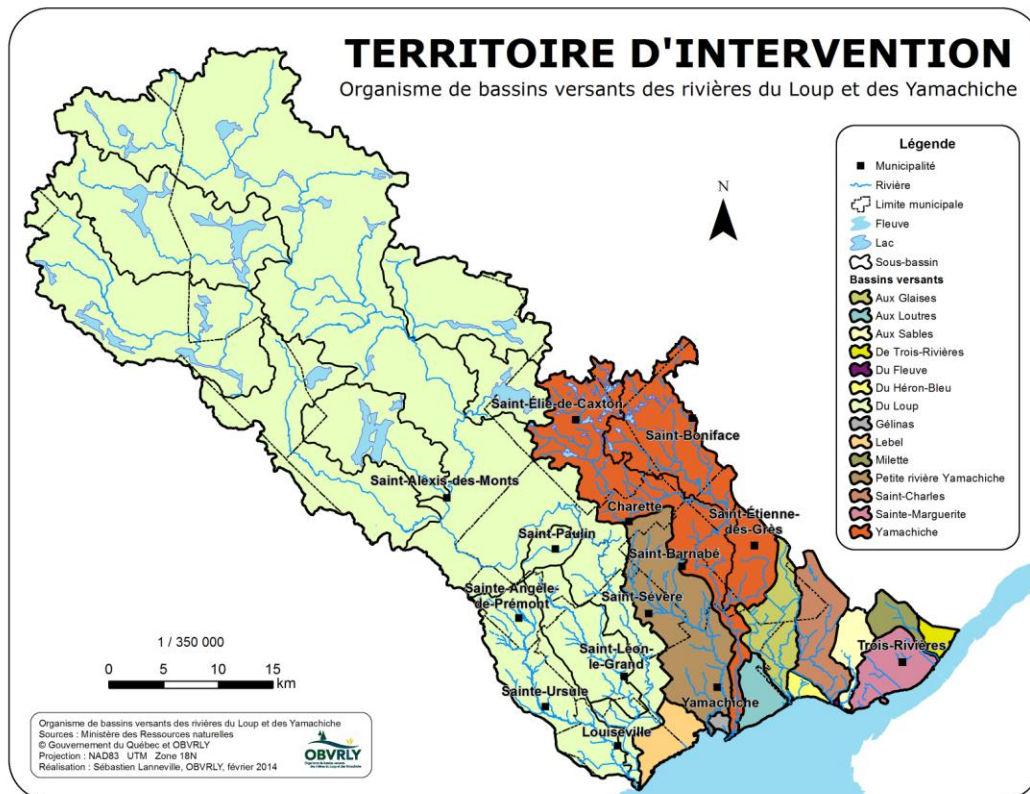
Un bassin versant constitue un territoire où l'eau reçue par précipitation s'écoule et s'infiltré pour former un réseau hydrographique alimentant un exutoire commun, le cours d'eau principal.



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.



Dans le sens de l'eau !

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation	3
Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)	5
Table des matières	7
Introduction	9
Utilisation du territoire du bassin versant	10
Contributions des apports diffus en phosphore	12
Capacité de support en phosphore du Petit lac Long et du Grand lac Long	14
Identification des problématiques d'érosion	19
Ponceaux caractérisés	20
Problématiques d'érosion	22
Conclusion	25
Utilisation du territoire	25
Problématiques d'érosion inventoriées	25
Limites et perspectives	26
Recommandations	27
Références	33
Annexe 1 : Bathymétrie du Petit lac Long et du Grand lac Long	35
Annexe 2 : Ponceaux caractérisés	37
Annexe 3 : Problématiques d'érosion identifiées	40



INTRODUCTION

Situé à quelques kilomètres du village de Saint-Élie-de-Caxton, le bassin versant du Grand lac Long et du Petit lac Long représentent un lieu exceptionnel pour les riverains et la population locale. À la demande de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) a entrepris en 2010 une étude de ce lac afin de vérifier son état de santé à l'égard de l'eutrophisation* (Boissonneault, 2011a). Afin de compléter la caractérisation débutée en 2010, une étude complémentaire a été réalisée en 2011 qui consistait à caractériser la zone littorale de ce lac (Boissonneault, 2011b). Soulignons que ces études correspondent aux phases 1 et 2 du programme de caractérisation des plans d'eau de l'OBVRLY. Ce programme a vu le jour en 2009 afin d'éviter la réalisation d'études trop poussées pour des lacs qui n'en auraient pas besoin. L'OBVRLY propose donc une caractérisation des lacs qui s'effectue en trois phases :

1) l'identification des lacs problématiques consiste à caractériser les premiers symptômes d'eutrophisation des lacs à partir des mesures physico-chimiques telles la concentration en oxygène et la conductivité, et à partir de la transparence;

2) l'évaluation des symptômes des lacs identifiés comme étant potentiellement problématiques à la phase 1. Elle consiste à mesurer les concentrations en nutriments (azote, phosphore, etc.), à caractériser le littoral des lacs par l'analyse des plantes aquatiques, la sédimentation et l'abondance du périphyton† et à caractériser les rives à partir de l'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR);

3) la détermination des causes de perturbations pour les lacs identifiés comme étant véritablement problématiques. Elle consiste à analyser le territoire naturel et occupé du bassin versant du lac et à identifier les causes des perturbations que les lacs subissent sur le terrain et par secteur du bassin versant.

Les résultats de ces études (phases 1 et 2) ont permis de constater que le Petit lac Long et le Grand lac Long présentaient certains signes d'eutrophisation (vieillesse prématuré du lac) et suggéraient que l'état de santé des écosystèmes était plus dégradé dans certains secteurs de ces lacs (Boissonneault, 2011a). En 2013, une troisième phase de caractérisation de ces deux lacs a donc été entreprise afin d'identifier les causes de perturbation sur le territoire du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long. Cette étude s'avère donc essentielle pour l'élaboration d'un plan d'action qui vise la protection et l'amélioration de l'état de santé de ces lacs.

La détermination des causes des perturbations du Petit lac Long et du Grand lac Long a été effectuée par un inventaire terrain des problématiques d'érosion et par une analyse de l'utilisation du territoire du bassin versant du lac. Les résultats de cette troisième phase d'étude sont présentés dans ce document ainsi que les recommandations qui en découlent.

* Enrichissement des eaux par des nutriments, tels l'azote et le phosphore, se traduisant par une prolifération des végétaux aquatiques ou des cyanobactéries et par une diminution de la teneur en oxygène des eaux profondes (Office québécois de la langue française, 2007).

† Algues microscopiques de couleur brunâtre fixées à un substrat solide, telles les roches.



UTILISATION DU TERRITOIRE DU BASSIN VERSANT

Les superficies des différentes utilisations du territoire (forêts, milieux urbains, etc.) ont été calculées dans la portion immédiate du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long. La portion du bassin versant de ces deux lacs se situe donc entre la décharge du Petit lac Gareau et du lac Gareau et la décharge du Petit lac Long (carte 1). Les analyses de l'utilisation du territoire et les inventaires terrain ont été concentrés dans la portion immédiate du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long, car les lacs situés en amont* reçoivent les eaux de ruissellement de la partie amont du bassin versant et agissent comme d'énormes bassins de sédimentation. C'est donc la portion immédiate du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long qui est la plus susceptible de présenter des problématiques qui affectent ces deux lacs.

La majeure partie du bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long est occupée par des éléments naturels (tableau 1). Les forêts dominent largement (83,2 %), suivi des lacs (11,4 %). Les milieux humides représentent moins de 1 % du territoire du bassin versant immédiat de ces deux lacs.

Le territoire occupé par les éléments d'origines anthropiques occupe moins de 5 % de cette portion du bassin versant. Les terrains résidentiels† représentent près de 2 % de ce territoire alors que les chemins, tous types confondus, occupent 2,7 % du bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long. Soulignons que les terrains résidentiels et les chemins d'accès privés de ces terrains représentent la majeure partie de l'utilisation du territoire d'origine anthropique de ce territoire, soit 3 % sur un total de 4,5 % (tableau 1).

Tableau 1 : Utilisation du territoire du bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long

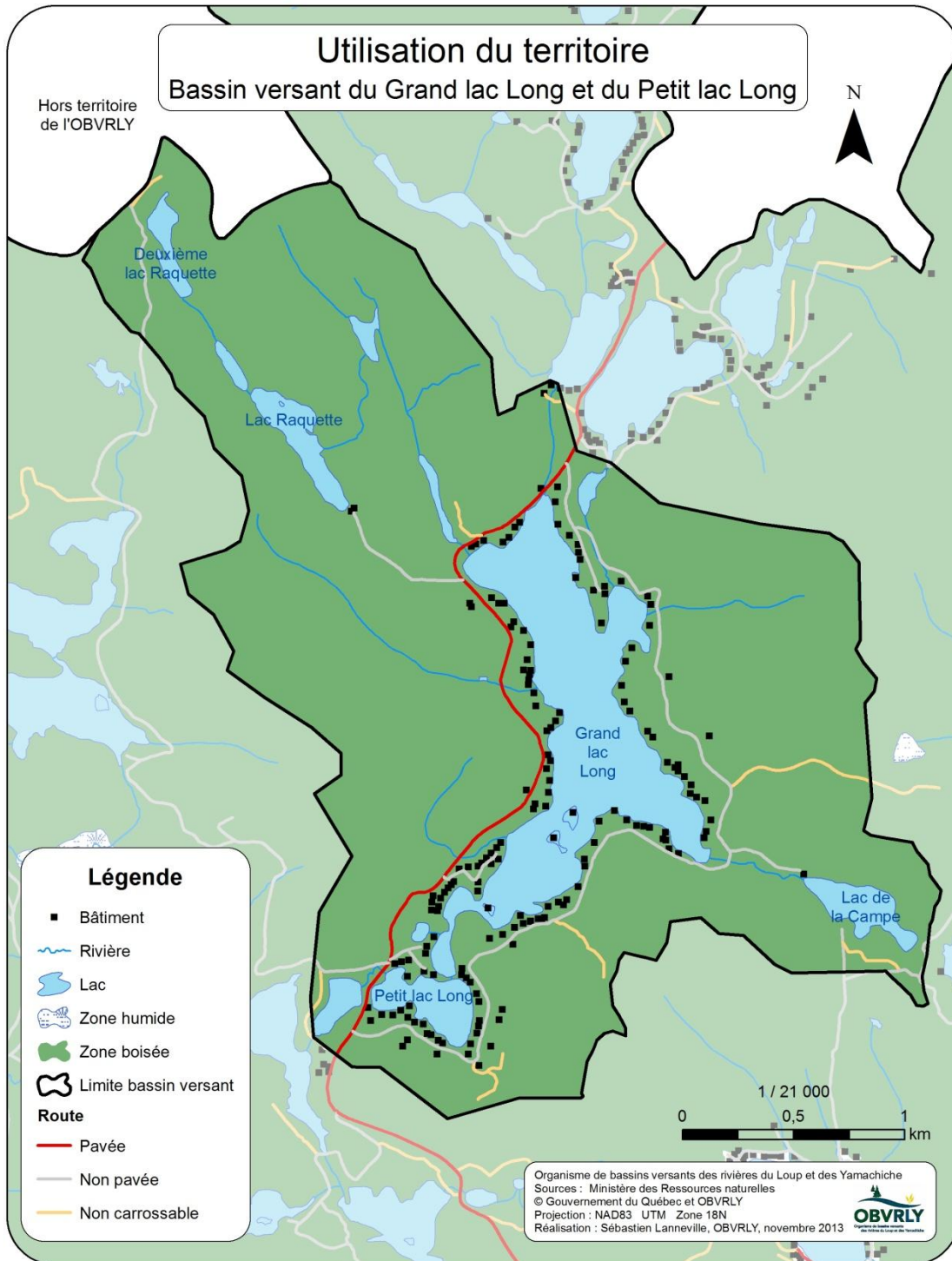
Utilisation du territoire	Superficie (Km ²)	% d'utilisation du territoire
Forêt	6,59	83,20
Milieux humides	0,08	0,96
Petit et Grand lacs Long	0,90	11,36
Sous-total naturel	7,57	95,52
Résidentiel	0,14	1,77
Chemins asphaltés	0,03	0,36
Chemins de gravier	0,07	0,84
Chemins non carrossables	0,02	0,26
Chemins d'entrées privées	0,10	1,26
Sous-total anthropique	0,36	4,48
Total	7,93	100,00

* Le lac à la Pêche, le lac Blanc, le Petit lac Gareau et le lac Gareau.

† La superficie moyenne d'un terrain résidentiel est de 700 m².



Le nombre de bâtiments inventoriés est de 199 dans ce secteur immédiat du bassin versant, dont 175 bâtiments situés dans la ceinture de 100 mètres autour du Petit lac Long et du Grand lac Long. Ces bâtiments ne sont pas collectés à un réseau d'égout dont les eaux usées sont traitées.



Carte 1 : Utilisation du territoire du bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long



Contributions des apports diffus en phosphore

Il est reconnu que le phosphore est un des principaux éléments responsables des problématiques d'eutrophisation des plans d'eau. La contribution des apports diffus en phosphore a donc été estimée à partir de coefficients d'exportation en phosphore pour les différentes utilisations du territoire du bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long. Les coefficients d'exportation en phosphore sont généralement exprimés en charges de phosphore (mg de phosphore) pour une superficie donnée (mètre carré) par an. Ces coefficients sont spécifiques pour chaque type d'utilisation du territoire (milieux humides, forêts, chemins, etc.) (tableau 2).

Tableau 2 : Coefficients d'exportation en phosphore utilisés pour les apports diffus

Utilisation du territoire	Coefficient d'exportation en phosphore (mg/m ² /an)	Référence
Forêts - roches ignées (naturel)	5	Travaux de Richard Carignan, Louis Roy, communications personnelles, 2011
Milieux humides (naturel)	180	Crago, 2005
Dépôts atmosphériques - plans d'eau (naturel)	17	Paterson et coll., 2006
Milieux ouverts autour des bâtiments (anthropique)	10 *	Sonzogni, 1980
Routes/chemins (anthropique)	64 **	USEPA, 1976

* Cette valeur correspond au coefficient proposé par Sonzogni (1980) pour des terres agricoles non exploitées (prairie) sur une texture limoneuse moyenne ou à une terre cultivée mixte sur sable. Comme les coefficients d'exportation en phosphore sont non disponibles pour ce type de milieux, nous avons choisi l'utilisation du territoire qui s'approchait le plus de ce type de terrains. De plus, le coefficient proposé vise à rendre compte de l'enlèvement d'une partie de la végétation et de l'aménagement de chemins et fossés. Notons que ce coefficient d'exportation ne tient pas compte de la contribution en phosphore des installations septiques.

** Le coefficient d'exportation en phosphore pour les chemins est une adaptation de la valeur attribuée pour les milieux urbains dans USEPA (1976). Nous assumons que la contribution en phosphore des chemins est la même que la contribution des milieux urbains en raison de l'effet de l'imperméabilisation des surfaces sur le ruissellement de surface. Afin de ne pas surestimer les charges en phosphore des chemins de gravier, nous avons utilisé un coefficient d'exportation en phosphore parmi les plus faibles disponibles pour les milieux urbains.

Les coefficients d'exportation en phosphore permettent d'estimer la contribution potentielle des différentes sources de phosphore, c'est-à-dire les charges en phosphore qui pourraient atteindre les lacs, et ce, sans considérer les processus conduisant aux pertes de phosphore. L'objectif de cette approche ne consiste donc pas à estimer les



concentrations en phosphore du lac, mais consiste plutôt à évaluer la contribution potentielle des différentes sources de phosphore d'origines anthropiques et naturelles.

À ce jour, plusieurs coefficients d'exportation en phosphore sont disponibles dans la littérature pour une même utilisation du territoire. Par conséquent, nous devons choisir un coefficient qui soit le plus représentatif des conditions qui prévalent pour une région. En premier lieu, la majorité des coefficients d'exportation en phosphore que nous avons choisis sont ceux déterminés pour l'Amérique du Nord (tableau 1). Pour les milieux naturels québécois (forêts et milieux humides), lorsque plusieurs coefficients étaient disponibles, nous avons volontairement choisi les valeurs les plus élevées afin de ne pas sous-estimer l'apport en phosphore provenant des milieux naturels. Pour les milieux anthropiques (villégiature, sablières et routes), nous avons choisi les coefficients dont les valeurs étaient les plus faibles. Comme plusieurs coefficients d'exportation en phosphore ne font pas l'unanimité dans la communauté scientifique, cette approche conservatrice et prudente permet de minimiser les erreurs d'estimation qui pourraient conduire à une surestimation des apports provenant des activités humaines.

Pour les apports diffus en phosphore estimés dans le bassin versant du Petit et du Grand lac Long (tableau 3), nous observons que les milieux naturels (milieux humides, forêts et les dépôts atmosphériques sur les plans d'eau) contribuent pour 80,3 % des apports en phosphore estimés. Les apports diffus en phosphore d'origine anthropique estimés contribuent pour 19,7 % des apports. Les routes et chemins (tous types confondus) contribuent pour la majeure partie de ces apports diffus avec 17,8 % des apports en phosphore, suivi des terrains résidentiels avec 1,8 % des apports en phosphore diffus.

Tableau 3 : Estimation des contributions des apports diffus en phosphore à l'intérieur du bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long en 2013

Utilisation du territoire	Superficie (m ²)	Coefficient d'exportation en P (mg/m ² /an)	P estimé* (mg/an)	Contribution relative (%)
Forêt	6 593 590	5	32 967 952	42,8
Dépôts atmosphériques plans d'eau	900 000	17	15 300 000	19,8
Milieux humides	76 000	180	13 680 000	17,7
Apports diffus en phosphore d'origine naturelle				80,3
Urbain/résidentiel	140 000	10	1 400 000	1,8
Routes/chemins	215 410	64	13 786 214	17,8
Apports diffus en phosphore d'origine anthropique				19,7

* Le phosphore (P) estimé est obtenu en multipliant la superficie par le coefficient d'exportation en phosphore pour une utilisation donnée du territoire.

Note₁ : Les apports diffus en phosphore proviennent majoritairement des sols érodés (sédiments) et de la matière organique. Le phosphore particulaire est donc attaché (adsorbé) aux particules de sol.



La contribution des apports diffus phosphore estimés pour le milieu « urbain/résidentiel » ne comprend pas les apports ponctuels en phosphore provenant des installations septiques (fosses). Ces apports ponctuels en phosphore provenant des eaux usées des installations septiques des résidences isolées n'ont pu être estimés par manque d'informations relatives à l'état et l'âge des installations septiques, à la distance des installations aux plans d'eau, à la pente, au type de sol (capacité de rétention du phosphore), à la qualité du drainage et à la conformité des installations septiques. Par contre, les eaux usées provenant des installations septiques non conformes peuvent représenter une contribution importante en phosphore pouvant dépasser largement la somme des apports diffus d'origine anthropique (terrains résidentiels, routes et chemins). Rappelons qu'aucune résidence n'est collectée à un réseau d'égout dont les eaux usées sont traitées. Notons que l'estimation de la contribution en phosphore liée à la présence de résidences autour du lac est présentée à la section suivante.

Capacité de support en phosphore du Petit lac Long et du Grand lac Long

L'intérêt d'évaluer la capacité de support en phosphore d'un lac réside dans les problèmes d'eutrophisation que les lacs peuvent connaître. Rappelons que l'eutrophisation est le terme général pour expliquer le vieillissement d'un plan d'eau. Ce phénomène peut se résumer ainsi : « ...*enrichissement des eaux par des nutriments, tels l'azote et le phosphore, se traduisant par une prolifération des végétaux aquatiques ou des cyanobactéries et par une diminution de la teneur en oxygène des eaux profondes.* » (Office québécois de la langue française, 2007). L'eutrophisation est d'abord un phénomène naturel à l'échelle géologique qui s'étale sur des dizaines de milliers d'années. Cependant, il peut être accéléré par les activités humaines qui contribuent à l'augmentation des charges en éléments nutritifs, particulièrement le phosphore. En effet, à cause de ces apports en provenance de la présence de l'humain autour des lacs, ce processus naturel s'est vu nettement accéléré, un lac pouvant passer du stade oligotrophe (jeune lac) à eutrophe (vieux lac) en une dizaine d'années (Laniel, 2008).

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. » (GRIL, 2009)



Modèle empirique de Carignan

Comme le Petit lac Long et le Grand lac Long sont situés sur le Bouclier canadien en Mauricie, le modèle de Carignan s'avérait être le plus adapté pour le calcul de la capacité de support en phosphore de ce lac, car il a été développé à partir de lacs aussi situés sur le Bouclier canadien, soit dans la région des Laurentides. De plus, ce modèle affiche une précision satisfaisante (erreur relative moyenne de 24 %) et un bon pouvoir de prédiction des concentrations en phosphore (coefficient de détermination, R^2 de 0,93 avec un écart type de $\pm 0,8 \mu\text{g/l}$ de phosphore) pour la relation entre le phosphore prédit et le phosphore mesuré (Roy, 2010), ce qui en fait un modèle parmi les plus performants à ce jour, pour les lacs des Laurentides.

Le Dr *Carignan* et son équipe ont développé plusieurs modèles au fil de leurs recherches. Le modèle que nous avons utilisé intègre :

- les concentrations en carbone organique dissous mesurées en mg/l (**COD**) ;
- le nombre de bâtiments dans la ceinture de 100 mètres autour du lac (**bâtim_100**) ;
- la superficie des milieux ouverts en mètres carrés (**MOUV**) ;
- le volume d'eau du lac en mètres cubes (**Vol**).

Voici la formule du modèle de Carignan (tirée de Roy, 2010) qui permet d'estimer la concentration en phosphore [Pte] dans les eaux de surface au-dessus de la fosse du lac :

$$[\text{Pte}] = 0,09 \pm 0,050 + 1,20 \pm 0,13 (\text{COD}) + 52\,236 \pm 5516 (\text{bâtim}_{100}/\text{Vol}) + 1,49 \pm 0,71 (\text{MOUV}/\text{Vol})$$

Les concentrations en COD mesurées nécessaires dans l'utilisation de ce modèle proviennent du *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)* du MDDEFP. Les concentrations en phosphore mesurées provenant aussi du *RSVL* ont permis de calculer la précision de ce modèle pour le Petit lac Long et le Grand lac Long. Soulignons que les prélèvements d'eau ont été effectués en 2008 par l'Association pour la protection de l'environnement du Lac Long (APELL) (Boissonneault, 2011a).

C'est pour estimer l'augmentation relative de la concentration en phosphore par rapport à la situation naturelle que nous avons utilisé le modèle de Carignan. Les données nécessaires aux calculs de ce modèle qui sont présentées au tableau 4 ont permis d'estimer la concentration actuelle en phosphore des eaux de surface du Petit lac Long et du Grand lac Long.



Tableau 4 : Données nécessaires aux calculs du modèle empirique de Carignan pour le Petit lac Long et le Grand lac Long

Données nécessaires aux calculs	Valeurs
Carbone organique dissous (COD) moyen* mesuré en 2008	3,2 mg/l
Volume d'eau des deux lacs (Vol)	8 453 441 m ³
Nombre de résidences à l'intérieur d'une ceinture de 100 m autour du lac (bâtim_100)	175 résidences
Superficie milieux ouverts (routes et terrains résidentiels) (MOUV)	355 410 m ²

* Valeur moyenne calculée à partir de 10 mesures effectuées en 2008 au Petit lac Long et au Grand lac Long.

À partir de la modélisation, la concentration en phosphore estimée était de 5,11 µg/l au Petit lac Long et au Grand lac Long, alors que la valeur moyenne mesurée pour ces lacs en 2008 était de 4,11 µg/l pour ce paramètre. Ainsi, la précision de ce modèle était acceptable pour ce lac, avec une erreur relative de 20 % pour la relation entre la concentration en phosphore prédite (estimée) et mesurée (tableau 5). Cette précision correspond de près à l'erreur relative moyenne obtenue (24 %) lorsque ce modèle a été testé sur 50 lacs dans la région des Laurentides (SIADL* dans Roy, 2010).

Tableau 5 : Précision du modèle de Carignan calculée à partir des mesures et des estimations des concentrations en phosphore qui tiennent compte de la présence humaine au Petit lac Long et au Grand lac Long

Concentration en phosphore total :	
... estimée à l'aide du modèle	5,11 µg/l
... mesurée <i>in situ</i> en 2008	4,11 µg/l *
Erreur relative	20 %

* Valeur moyenne calculée à partir de 10 mesures effectuées en 2008 au Petit lac Long et au Grand lac Long. La précision des mesures *in situ* des concentrations en phosphore ($\pm 1,5$ µg/l) a été obtenue à partir de l'erreur type et de la valeur *t* de Student (niveau de confiance à 95 %).

* Le système d'information d'aide à la décision des Laurentides (SIADL) est issu d'un projet de développement d'une « Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore » (projet CS SIADL) qui fut mis sur pied en 2007. Le projet géomatique SIADL est issu d'un effort des MRC de la région des Laurentides de créer un SIG régional voué à l'amélioration des connaissances du territoire dans le but d'encadrer le développement régional. (Laniel, 2008).



Après avoir déterminé la précision de ce modèle pour le Petit lac Long et le Grand lac Long, nous avons estimé l'augmentation relative de la concentration actuelle en phosphore (en 2008) selon différents scénarios par rapport à la situation naturelle. Ce dernier scénario a été obtenu en éliminant le nombre de bâtiments et les superficies occupées par les milieux ouverts lors du calcul du modèle.

Nous pouvons voir au tableau 6 que la concentration en phosphore estimée pour les deux lacs à l'étude pour le scénario qui exclut la présence humaine était de 4,0 µg/l et de 5,1 µg/l lorsque les résidences et les milieux ouverts étaient inclus dans le modèle. Nous obtenons ainsi une augmentation de la concentration en phosphore dans les eaux de surface de ces lacs de 22 %, qui résulte de la présence d'activités humaines dans le bassin versant immédiat de ces deux lacs.

Nous avons utilisé le modèle de Carignan selon d'autres scénarios d'utilisation du territoire afin de distinguer les effets de la présence de résidences et de la présence de milieux ouverts (chemins et terrains résidentiels), pris séparément, sur l'estimation de la concentration en phosphore. Nous pouvons remarquer au tableau 6 que l'augmentation de la concentration en phosphore par rapport aux conditions naturelles est de 21 % lorsque seulement les résidences sont incluses dans le modèle et de 1,5 % lorsque seulement les milieux ouverts sont inclus dans le modèle. Les résultats de ces derniers scénarios suggèrent que la présence de résidences autour du Petit lac Long et du Grand lac Long est responsable d'une part considérable de l'augmentation de la concentration en phosphore par rapport aux conditions naturelles.

Tableau 6 : Augmentation relative de la concentration en phosphore estimée, à partir de différents scénarios, par rapport à la situation naturelle au Petit lac Long et au Grand lac Long, modèle de Carignan

Scénarios	Concentration en phosphore estimée	Augmentation de la concentration en phosphore par rapport aux conditions naturelles
Avant le développement résidentiel (conditions naturelles)	4,0 µg/l	-
Avec résidences et milieux ouverts (chemins et terrains résidentiels) en 2008	5,1 µg/l	22 %
Avec résidences seulement en 2008	5,0 µg/l	21 %
Avec milieux ouverts seulement (chemins et terrains résidentiels) en 2008	4,0 µg/l	1,0 %



Il est important de mentionner que les méthodes de calculs du modèle de Carignan et des coefficients d'exportation en phosphore des apports diffus présentés à la section précédente sont différentes. Le calcul du modèle de Carignan consiste à estimer la concentration en phosphore des eaux du lac selon différents scénarios, alors que l'utilisation des coefficients d'exportation en phosphore consiste à estimer les charges annuelles en phosphore provenant des superficies des différentes utilisations du territoire. Cette dernière méthode consiste donc à estimer la quantité de phosphore à la source dans le bassin versant qui peut en partie atteindre les lacs.



IDENTIFICATION DES PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION

L'identification des problèmes d'érosion du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long a eu lieu entre le 22 avril et le 18 juillet 2013. Pour ce faire, des visites ont été effectuées sur le terrain afin de localiser et de décrire les problèmes rencontrés, et ce, principalement au niveau de l'état des routes et des ponceaux. Un inventaire des problématiques d'érosion sur les berges a aussi été effectué à partir d'une embarcation. Rappelons que la portion du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long étudiée se situe entre la décharge du Petit lac Gareau et du lac Gareau et la décharge du Petit lac Long (carte 1).

Pour l'état des ponceaux, la description effectuée incluait les coordonnées géographiques de chacun des sites, la classe de priorité d'intervention (1-très détérioré, 2-moyennement détérioré ou 3-peu ou pas détérioré), le matériau de fabrication du ponceau, l'état de la stabilisation à l'entrée (E) et à la sortie (S) de l'ouvrage, la présence ou non de toile géotextile, le pourcentage d'obstruction à l'entrée (E) et à la sortie (S) de l'ouvrage, l'accumulation de sédiments à l'entrée (E) et à la sortie (S) de l'ouvrage, le matériel du lit du cours d'eau, la longueur et le diamètre du tuyau ainsi que la source du problème (annexe 2). L'analyse des données récoltées sur le terrain basée sur l'état de l'installation et de sa structure (état du tuyau lui-même, état de la stabilisation, entrave à la circulation du poisson et de l'eau) a été réalisée. Le but était d'établir les priorités d'intervention pour les autorités concernées en fonction des problèmes d'érosion. Bien que la priorité de cette caractérisation était de cibler les problèmes d'érosion, les ponceaux d'acier affectés par la rouille et pouvant mener à des bris importants à court ou moyen terme ont systématiquement été classés dans la catégorie 1-très détérioré (annexe 2).

Pour l'état des routes et les autres problématiques d'érosion rencontrées, la description effectuée incluait les coordonnées géographiques de chacun des sites, le type de problématique rencontrée, sa longueur, largeur et superficie ainsi que la source du problème (annexe 3). Comme pour les ponceaux, une ou plusieurs photos ont été prises afin de conserver une image de l'état de la problématique au moment de la visite.

En résumé, la caractérisation effectuée a permis d'identifier le niveau de détérioration des ponceaux afin de déterminer l'urgence à les restaurer ou les remplacer. Elle a aussi permis d'identifier les problématiques d'érosion et les principales sources de sédiments dans le bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long. Dans la portion du bassin versant étudiée, ce sont donc 99 sites, soit 52 ponceaux et 47 sites problématiques qui ont été caractérisés.



Ponceaux caractérisés

Parmi les 52 ponceaux caractérisés (tableau 7), 5 sont dans un état avancé de détérioration. Il serait donc important qu'une démarche d'entretien/remplacement soit entreprise pour ceux-ci. Pour les 30 ponceaux qui sont moyennement détériorés, ils devraient faire l'objet d'une attention particulière pour s'assurer qu'ils soient remplacés. Ceci permettrait de prévenir les apports sédimentaires aux cours d'eau ou des inondations en amont puisque ces ponceaux sont parfois obstrués par de la végétation et/ou par des sédiments. Pour les ponceaux qui sont peu ou pas détériorés, une visite annuelle serait suffisante pour s'assurer de les conserver en bon état et surtout sans obstacle pour la libre circulation des poissons et de l'eau.



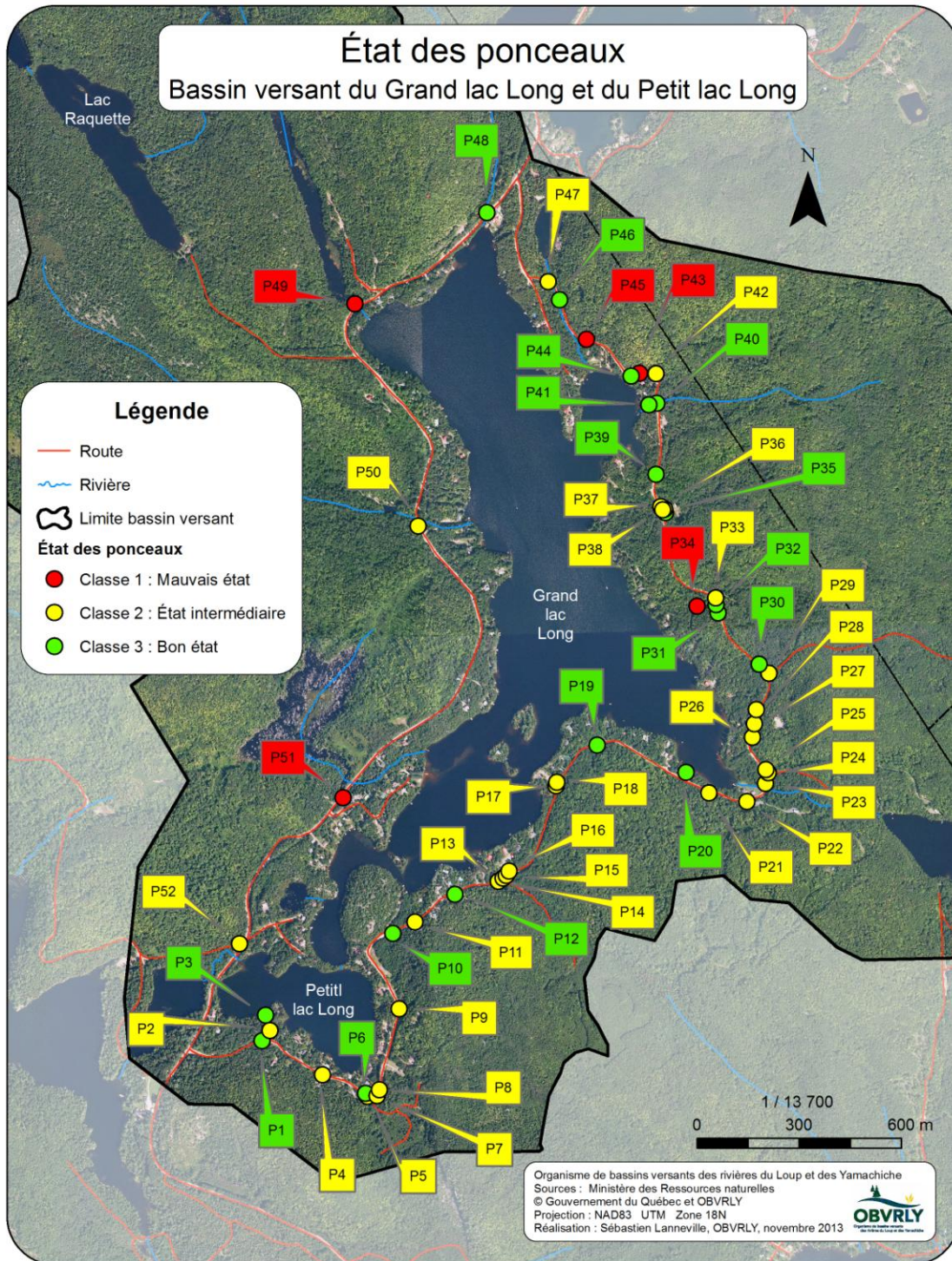
Photo 1 : Accumulation sédimentaire en amont d'un ponceau dont l'entrée est complètement obstruée (Voir ponceau n° P43, carte 2 et annexe 2).

La localisation et la classification de l'état de chacun des ponceaux caractérisés sont présentées à la carte 2 et leur description détaillée est présentée à l'annexe 2.

Tableau 7 : Classification de l'état des ponceaux caractérisés dans le bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long

État des ponceaux	Nombre	Pourcentage
1-Très détérioré	5	10 %
2-Moyennement détérioré	30	58 %
3-Peu ou pas détérioré	17	32 %
Total	52	100 %





Carte 2 : Localisation et classification de l'état des ponceaux dans le bassin immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long - 2013. Les résultats de la caractérisation de chacun des ponceaux sont disponibles à l'annexe 2.



Problématiques d'érosion

Parmi les autres problématiques d'érosion identifiées, 31 sites concernent le ruissellement de surface. De ces 31 sites, 24 font référence à de l'écoulement préférentiel ou du ruissellement de surface sur les routes de gravier du bassin versant (photo 2) et 7 font référence au ruissellement de surface sur des routes asphaltées.

Lors des visites terrain, un groupe de 20 sites a particulièrement retenu notre attention. Ce sont des sites situés sur le chemin du lac Long. Dans tous les cas, il s'agissait d'écoulement d'eau consécutif à la fonte des neiges et qui provenait du versant voisin. De l'autre côté du lac, un autre secteur présentait aussi des problématiques de ruissellement de surface sur des routes de gravier, et ce, pour 4 sites du secteur du chemin de la Sapinière et de la rue Ricard. Dans tous les cas, lors de la fonte des neiges et de fortes précipitations, les pentes fortes des versants y favorisent une accélération de la vitesse d'écoulement de l'eau, l'arrachement des particules de sol et le transport des sédiments vers le point le plus bas du secteur : le lac.



Photo 2 : Ruissellement de surface et écoulement préférentiel (Voir site n° E13, carte 3 et annexe 3).

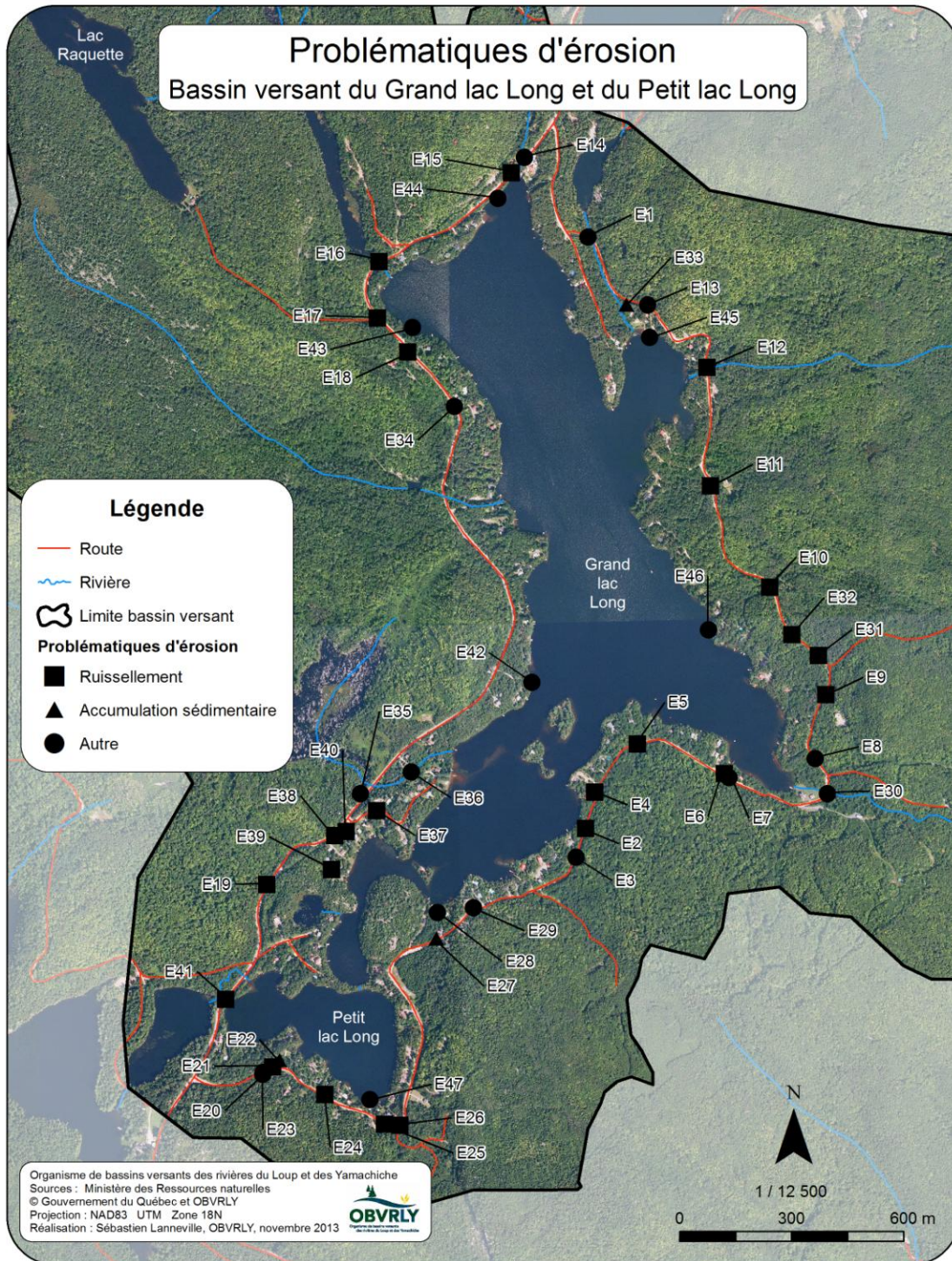


Photo 3 : Ruissellement de surface et transport de sédiments (abrasifs), route 351.

Sur la route 351 qui relie Saint-Élie-de-Caxton à Saint-Mathieu-du-Parc, des abrasifs épandus durant la période hivernale et qui ne sont pas récupérés assez tôt au printemps, ruissellent vers le bord de la route ou directement vers le lac lors de la fonte des neiges et de fortes précipitations (photo 3). Sur la portion de route et du côté du lac, 6 sites de ruissellement de surface sur route asphaltée ont été localisés. Il est à noter que l'absence de fossés de chaque côté de la route et surtout entre la route et le lac ne permet pas de contrôler le ruissellement de surface et de diriger l'eau et les sédiments vers un site de déposition/récupération.

Localisés au bas des pentes, 3 sites d'accumulation de sédiments ont été identifiés. Ces sites sont généralement des zones d'accumulation temporaires où les sédiments s'accumulent avant d'être transportés vers le point le plus bas du secteur : le lac.





Carte 3 : Localisation des problématiques d'érosion dans le bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long - 2013. Les résultats de la caractérisation de chacune des problématiques d'érosion sont disponibles à l'annexe 3.



Pour les autres problématiques identifiées (tableau 8), il s'agit, entre autres, de sites où le sol a été laissé à nu. Certains étaient localisés sur des terrains privés riverains du lac. Bien que ces problématiques aient été caractérisées à partir d'une embarcation, dans ces cas, la bande riveraine n'avait assurément pas la largeur réglementaire. Outre ces sites, d'autres sites problématiques identifiés font référence à des accès au lac qui ont été aménagés perpendiculairement à celui-ci, et ce, dans de fortes pentes. Le tout favorise ainsi l'accélération de la vitesse d'écoulement de l'eau, l'arrachement des particules de sol et le transport des sédiments vers le lac.



Photo 4 : Accumulation de sédiments sur un terrain privé, Chemin du Grand lac Long (Voir site n° E30 carte 3 et annexe 3).

Tableau 8 : Classification des problématiques d'érosion identifiées dans le bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long en 2013

Classes des problématiques	Nombre de sites
Accumulation de sédiments	3
Ruissellement de surface	31
Autres	13
Total	47



CONCLUSION

Les études antérieures réalisées au Petit lac Long et au Grand lac Long (Boissonneault, 2011a et 2011 b) ont démontré que ces lacs présentaient des signes d'eutrophisation et de sédimentation. Les conclusions de ces études indiquent que certains secteurs de ces deux lacs sont plus vulnérables au phénomène d'eutrophisation qui provient à la fois de processus naturels et anthropiques. Il était donc pertinent de compléter le portrait et diagnostic du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long par l'identification des causes responsables de ces perturbations qui ont lieu dans le bassin versant immédiat de ces deux lacs. Les résultats présentés dans ce rapport pourront donc être utiles pour la planification des actions correctrices qui visent à diminuer les effets néfastes des activités humaines qui ont lieu à l'intérieur du bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long, et conséquemment, de préserver l'état de santé actuel de ces deux lacs.

Utilisation du territoire

Le bassin versant immédiat du Petit lac Long et du Grand lac Long est majoritairement occupé par les éléments naturels tels, les forêts, les lacs et les milieux humides. Cependant, les activités humaines qui ont lieu sur ce territoire sont principalement situées à proximité des lacs. Les analyses de l'utilisation du territoire démontrent que la présence de résidences serait la première responsable des apports en phosphore de ces deux lacs. Les apports ponctuels en phosphore provenant des eaux usées des installations septiques non conformes des résidences isolées peuvent représenter une contribution importante en phosphore pouvant dépasser la somme des apports diffus d'origine anthropique. À ce sujet la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton a effectué en 2011 au Petit lac Long et au Grand lac Long une évaluation des installations septiques (fosses) les plus potentiellement polluantes sur la base de critères comme l'année d'installation, le type de réservoir, etc. (Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, 2002). Cet évaluation avait pour objectif la mise à niveau de la conformité de ces dispositifs afin d'assainir et de protéger les plans d'eau.

Mise à part les apports ponctuels en phosphore provenant des résidences, ce sont les routes et les chemins qui sont responsables de la plus grande part des apports diffus en phosphore dans le bassin versant, suivi des terrains résidentiels. Ces apports en phosphore proviennent en grande partie des problématiques d'érosion qui conduisent à la sédimentation dans certains secteurs du Petit lac Long et du Grand lac Long.

Problématiques d'érosion inventoriées

La présence de nombreux chemins et entrées de résidences gravelés à proximité du Petit lac Long et du Grand lac Long (chemin des Lacs Longs) est en partie responsable des apports sédimentaires qui atteignent ces lacs : 47 sites problématiques d'érosion distribués autour des deux lacs. La présence de nombreux ponceaux très et moyennement détériorés (68 % des 52 ponceaux caractérisés) contribue aussi aux



apports sédimentaires qui peuvent atteindre le Petit et le Grand lac Long. Les pentes du bassin versant sont relativement abruptes dans certains secteurs. Or, lors de la fonte des neiges ou de fortes précipitations, ces pentes fortes favorisent l'accélération de la vitesse de l'eau qui s'écoule et entraînent l'arrachement des particules de sol et le transport des sédiments vers le point le plus bas du secteur : le Petit et le Grand lac Long.

En outre, la présence de la route provinciale 351 qui relie Saint-Élie-de-Caxton à Saint-Mathieu-du-Parc amène l'épandage d'abrasifs durant la période hivernale. Puisque ceux-ci ne sont pas récupérés assez tôt au printemps, ils ruissellent vers le bord de la route ou directement vers le lac lors de la fonte des neiges et de fortes précipitations. L'absence de fossés de chaque côté de la route et surtout entre la route et le lac ne favorise donc pas le contrôle du ruissellement de surface. L'eau s'écoule ainsi vers le lac et transporte par le fait même les abrasifs vers le lac plutôt que de les diriger vers un site de déposition/récupération. La récupération des abrasifs à l'aide d'un balai mécanique permettrait d'éviter qu'ils atteignent le lac, à condition que le nettoyage des routes asphaltées soit réalisé tôt au printemps.

Limites et perspectives

Rappelons que cette étude a été concentrée dans la portion immédiate du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long, car les lacs situés en amont, tel le Petit lac Gareau et le lac Gareau, reçoivent les eaux de ruissellement de la partie amont du bassin versant et agissent généralement comme d'énormes bassins où les sédiments demeurent captifs, retenant ainsi le phosphore particulaire (adsorbé aux particules des sédiments).

Le suivi de la qualité de l'eau des principaux tributaires (cours d'eau se jetant dans le lac) est normalement prévu dans la troisième phase de caractérisation des plans d'eau de l'OBVRLY. Comme la majorité des activités anthropiques ont lieu dans la couronne résidentielle située autour du Petit lac Long et du Grand lac Long, ce suivi de la qualité de l'eau des tributaires n'a pas été effectué. Les ressources ont plutôt été concentrées dans l'inventaire des problématiques d'érosion qui ont lieu à proximité de ces deux lacs. Néanmoins, le suivi de la qualité de l'eau des principaux tributaires permettrait dans le futur de vérifier si des apports en phosphore dissous dépassent le critère de qualité de l'eau visant la protection des plans d'eau contre l'eutrophisation.



RECOMMANDATIONS

Plusieurs recommandations visant la protection de l'intégrité écologique du Petit lac Long et du Grand lac Long sont présentées dans Boissonneault, 2011a :

- Assurer le suivi de la conformité des installations septiques
- Assurer le suivi de la revégétalisation des bandes riveraines
- Promouvoir l'utilisation de savon sans phosphates
- Interdire l'utilisation d'engrais

Dans le cadre de cette étude, les recommandations suivantes méritent une attention particulière.

1. Gestion environnementale des eaux de ruissellement

Afin de limiter les apports diffus en sédiments et en nutriments provenant du bassin versant du Petit et du Grand lac Long, 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
- Aménager les mises à l'eau ou sentiers d'accès aux plans d'eau à angle ou avec sinuosité pour éviter que les eaux de ruissellement atteignent les plans d'eau
- Favoriser la récupération et l'utilisation des eaux de pluie
- Installer des déflecteurs dans les pentes des entrées ou chemins d'accès gravelés



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 contre les précipitations afin d'éviter le ruissellement de surface
- Mettre en œuvre une démarche annuelle de caractérisation et d'entretien/remplacement des traverses de cours d'eau (ponts et ponceaux) afin de réduire et/ou d'éviter les apports de sédiments et de nutriments vers les plans d'eau
- Utiliser des barrières à sédiments ou filtrantes sur les chantiers de construction
- Revégétaliser rapidement dès la fin de l'exécution des travaux
- Installer des déflecteurs dans les pentes des routes et sentiers gravelés
- Effectuer, le plus tôt possible au printemps, le nettoyage des routes asphaltées du bassin versant du lac afin d'y prélever les restes des abrasifs qui ont été utilisés pendant la saison hivernale
- Remplacer les abrasifs actuellement utilisés par de la poussière de roche. Récupérer et tamiser pour les réutiliser dans le futur

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 des lacs, permettra de réduire significativement les apports en sédiments vers les lacs et les cours d'eau, condition obligatoire pour la préservation de l'état de santé du Petit lac Long et du Grand lac Long.

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

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

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
- JOLY, A. 2011. *Guide d'aménagement et d'entretien des sentiers de motoneige*. Nature-Action Québec. 144 p.
http://www.fcmq.qc.ca/userfiles/file/FCMQ_guide-amenagement-entretien_VF.pdf
- MTQ, 2012. *Méthode du tiers inférieur pour l'entretien des fossés routiers. Guide d'information à l'intention des gestionnaires des réseaux routiers*.
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/bpm/Publication_entretien_des_fosses_routiers.pdf
- LANGVIN, R., L'ÉCUYER H., PARÉ R. et N. LAFONTAINE, 2008. *Méthodologie d'évaluation des cas d'érosion du réseau routier dans les forêts aménagées du Québec-Mise à jour 2008*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement et de la protection des forêts, 19 p.
<http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/consultation/erosion.pdf>
- HOTTE, M. et QUIRION, M. 2003. *Guide technique no. 15. Traverses de cours d'eau*. Fondation de la faune du Québec et Fédération des producteurs de bois du Québec, Sainte-Foy, 32 p.
http://www.fondationdelafaune.qc.ca/documents/x_guides/262_fascicule15.pdf
- BOUCHER, I. 2010. *La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*. Québec, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. « Planification territoriale et développement durable », 118 p.
http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/amenagement_territoire/urbanisme/guide_gestion_eaux_pluie_complet.pdf
- WEMPLE, B. C. 2013. *Assessing the effects of unpaved roads on Lake Champlain Water Quality. Technical report no. 74*. For The Lake Champlain Basin Program and New England Interstate Water Pollution Control Commission, 124 p.
http://www.lcbp.org/wp-content/uploads/2013/07/74_Road-Study_revised_June2013.pdf
- MRN, 1998. *Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec*.
<http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/amenagement/RN983036.pdf>
- Lien Internet du RAPPEL traitant des aspects économiques des méthodes de prévention de l'érosion : <http://www.rappel.qc.ca/bassin-versant/lerosion.html>



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

Afin de bien protéger le Petit et le Grand lac Long, il est important de s'assurer du respect des normes et règlements applicables à l'exploitation forestière en bordure des plans 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.

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), tél. (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.

3. Élaboration du plan directeur du bassin versant du Petit et du Grand lac Long

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 :
 - Portrait : les grandes caractéristiques
 - 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

Les études antérieures réalisées au Petit et au Grand lac Long (Boissonneault, 2011a et 2011b) et ce rapport contiennent la plupart des éléments du portrait et du diagnostic du bassin versant. Les résultats présentés dans ces études et ce rapport permettent de cerner les problématiques qui touchent ces deux lacs. Nous pouvons donc considérer que la première étape du plan directeur du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long est complétée.

Les trois étapes suivantes du plan directeur concernent les acteurs de l'eau du Petit et Grand lac Long. Un comité restreint composé des représentants des différents secteurs d'activités (propriétaires riverains, acteurs municipaux, exploitants forestiers, etc.) devra être mis sur pied pour faciliter la réalisation du plan directeur du bassin versant de ces lacs. 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 pages.
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf



RÉFÉRENCES

- BOISSONNEAULT, Y., 2011a. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du Grand lac Long et du Petit lac Long - 2010, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*. Rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 56 pages et 2 annexes.
- BOISSONNEAULT, Y., 2011b. *Caractérisation du littoral du Grand lac Long et du Petit lac Long – 2011, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 30 pages et 2 annexes.
- CLESCERI, L.N., CURRAN, J.S. et R.L. SEDLAK. 1986. *Nutrient loads to Wisconsin lakes : part I. Nitrogen and phosphorus export coefficients*, Water resources bulletin, American water resources association, 22 (6), 983-990.
- CRAGO, C., 2005. *Coefficients d'exportation de phosphore, carbone organique dissous et matières en suspension associés à la forêt, aux résidences et aux milieux humides dans les Laurentides*, mémoire de maîtrise en Sciences biologiques, Département des Sciences biologiques, Université de Montréal, Québec (Canada).
- 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 p.
- LANIEL, M., 2008. *Intégration du concept de capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore à l'aménagement du territoire au Québec : Réalité ou utopie?* Mémoire de maîtrise, Faculté de l'aménagement, Université de Montréal. 214 p. et 9 ann.
- MUNICIPALITÉ de SAINT-ÉLIE-DE-CAXTON, 2002. *Le suivi des fosses septiques*. [en ligne], http://www.st-elie-de-caxton.com.sp017.alentus.com/services/Environnement/2002_suivi%20des%20fosses_2012.pdf [consulté le 16 janvier 2014].
- OBVRLY, 2013. *Plan directeur de l'eau des bassins versants de la zone du Loup-Yamachiche (Mauricie)*, Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 455 pages et 7 annexes.
- PATERSON A.M., D. P. J., HUTCHINSON, N.J., FUTTER, M.N., CLARK, B.J., MILLS R.B., REID, R.A., SCHEIDER W.A. 2006. *A review of the components, coefficients, and technical assumptions Ontario's Lakeshore Capacity Model*, Lake and Reservoir Management, 22(1), p.7-18.

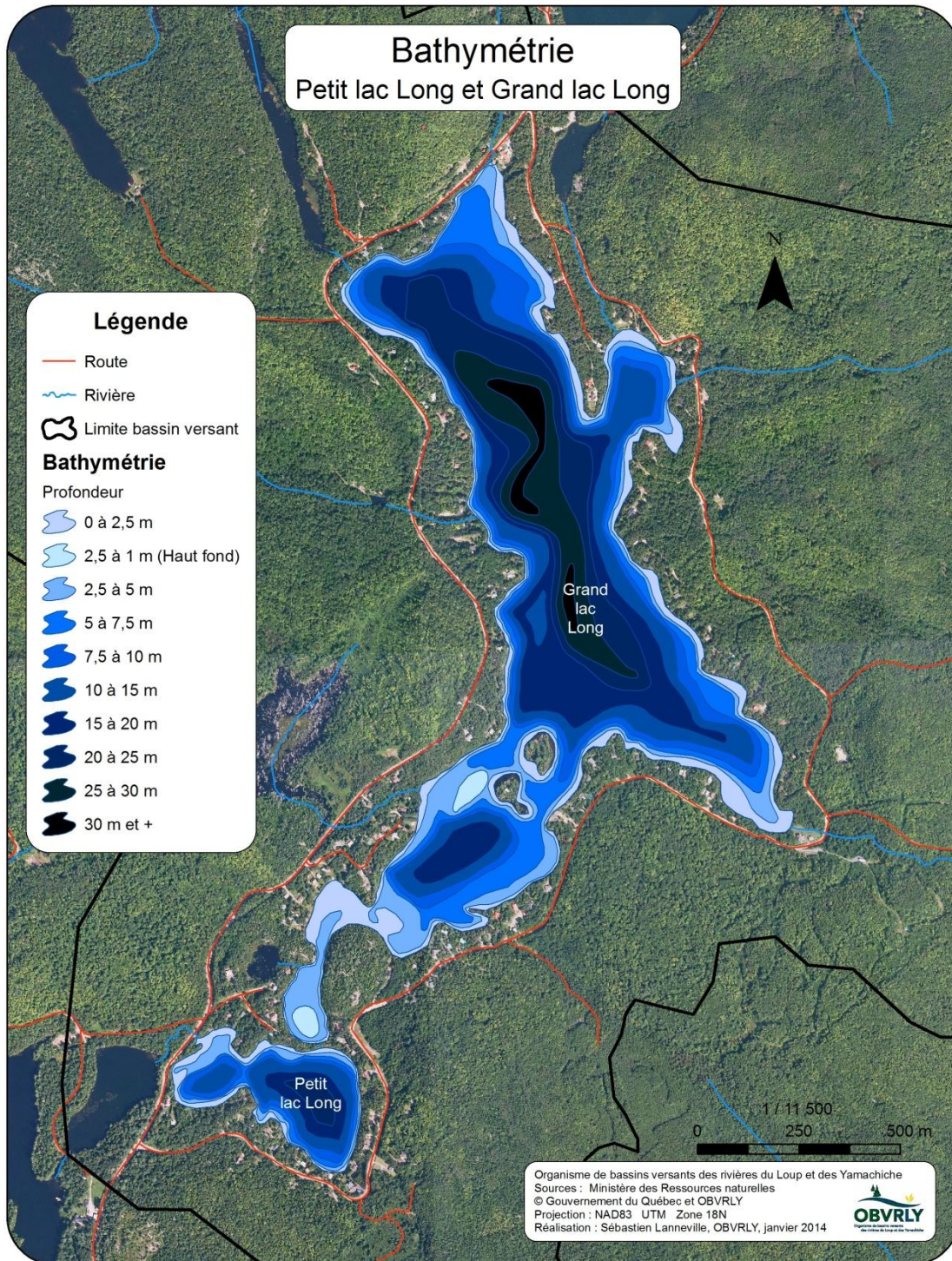


ROY, L., 2010. *État de situation du phosphore dans nos lacs*, présentation effectuée par Louis Roy de la Direction de l'état de suivi de l'état de l'environnement (DSÉE) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), dans le cadre du Forum Sciences et environnement, 1^{er} décembre 2010

USEPA, 1976. *Areawide Assessment Procedures Manual: Volume I, II et III*. EPA-600/9-76-04. U.S. Protection agency, Cincinnati, Ohio 45268.



ANNEXE 1 : BATHYMÉTRIE DU PETIT LAC LONG ET DU GRAND LAC LONG



Dans le sens de l'eau !

ANNEXE 2 : PONCEAUX CARACTÉRISÉS

X	Y	ID	Site	Classe	Matériau	Stab-E	Stab-S	Géotextile	Obstruc-E	Obstruc-S	Acc-sédi-E	Acc-sédi-S	Lit	Longueur (m)	Diamètre (pouces)	No photo	Source du problème
656527	5154281	P1	Lac Long	3	Acier	Mal	Mal	Non	25%	Non	Oui	Non	Sable et gravier	9	10	P1a, P1b	-
656550	5154311	P2	Lac Long	2	Acier	Ok	Ok	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	9,3	10	P2a, P2b	Rouille et perforé en dessous
656537	5154356	P3	Lac Long	3	Acier	Ok	Ok	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	16,3	10	P3a, P3b, P3c	-
656705	5154181	P4	Lac Long	2	Plast.	Mal	Mal	Non	50%	Non	Oui	Non	Sable et gravier	18	6	P4a	-
656837	5154117	P5	Lac Long	2	Plast.	Mal	Mal	Non	50%	Non	Oui	Oui	Sable et gravier	25	15	P5a, P5b	Manque bassin sédim.
656831	5154127	P6	Lac Long	3	Plast.	Ok	Ok	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	6	14	P6a, P6b	-
656865	5154119	P7	Lac Long	2	Béton	Mal	Mal	Non	20%	Non	Oui	Oui	Sable et gravier	8,5	14	P7a, P7b	-
656872	5154137	P8	Lac Long	2	Plast.	Non	Non	Non	10%	Non	Oui	Non	Sable et gravier	6	13	P8a, P8b	-
656930	5154375	P9	Lac Long	2	Plast.	Ok	Ok	Non	50%	100%	Non	Non	Sable et gravier	5,8	14	P9a, P9b	-
656911	5154596	P10	Lac Long	3	Plast.	Ok	Ok	Non	Non	20%	Non	Non	Sable et gravier	18	26	P10a, P10b	-
656976	5154630	P11	Lac Long	2	Plast.	Ok	Mal	Non	10%	20%	Non	Non	Sable et gravier	12	14	P11a, P11b	-
657093	5154711	P12	Lac Long	3	Acier	Ok	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	7,6	14	P12a, P12b	-
657221	5154750	P13	Lac Long	2	Acier	Non	Non	Non	Non	10%	Non	Oui	Sable et gravier	6,1	14	P13a, P13b, P13c	-
657235	5154759	P14	Lac Long	2	Plast.	Non	Non	Non	10%	Non	Oui	Non	Sable et gravier	9,7	18	P14a, P14b	-
657244	5154767	P15	Lac Long	2	Béton	Non	Mal	Non	30%	30%	Oui	Oui	Sable et gravier	5	24	P15a, P15b	-
657252	5154780	P16	Lac Long	2	Acier	Mal	Mal	Non	20%	20%	Oui	Oui	Sable et gravier	6,4	14	P16a, P16b	-
657390	5155030	P17	Lac Long	2	Plast.	Ok	Ok	Non	20%	100%	Oui	Oui	Sable et gravier	12	8	P17a, P17b	-

Note : Classification de l'état des ponceaux : 1-très détérioré, 2-moyennement détérioré et 3-peu ou pas détérioré



Dans le sens de l'eau !

Suite annexe 2 – Ponceaux caractérisés

X	Y	ID	Site	Classe	Matériau	Stab-E	Stab-S	Géotextile	Obstruc-E	Obstruc-S	Acc-sédi-E	Acc-sédi-S	Lit	Longueur (m)	Diamètre (pouces)	No photo	Source du problème
657392	5155041	P18	Lac Long	2	Plast.	Ok	Ok	Non	80%	40%	Oui	Oui	Sable et gravier	20	14	P18a, P18b	-
657511	5155150	P19	Lac Long	3	Plast.	Mal	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	2,3	14	P19a, P19b	-
657772	5155070	P20	Lac Long	3	Béton	Mal	Ok	Non	10%	Non	Non	Non	Sable et gravier	22,7	36	P20a, P20b	-
657839	5155009	P21	Lac Long	2	Acier	Non	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	7,7	30	P21a, P21b, P21c	-
657950	5154984	P22	Lac Long	2	Plast.	Mal	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	7,6	14	P22a, P22b	-
658005	5155037	P23	Lac Long	2	Béton	Mal	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	10,2	48	P23a, P23b	-
658013	5155068	P24	Lac Long	2	Plast.	Non	Non	Non	Non	25%	Non	Oui	Sable et gravier	10,3	8	P24a, P24b	-
658006	5155078	P25	Lac Long	2	Plast.	Mal	Non	Oui	Non	10%	Non	Oui	Sable et gravier	7,2	12	P25a, P25b, P25c	-
657967	5155173	P26	Lac Long	2	Plast.	Non	Non	Non	Non	50%	Non	Oui	Sable et gravier	13,6	14	P26a, P26b	-
657973	5155212	P27	Lac Long	2	Plast.	Non	Non	Non	10%	40%	Oui	Oui	Sable et gravier	3,5	14	P27a, P27b	-
657978	5155254	P28	Lac Long	2	Plast.	Non	Non	Non	Non	10%	Non	Oui	Sable et gravier	8,8	14	P28a, P28b	-
658015	5155361	P29	Lac Long	2	Béton	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	5	14	P29a, P29b	-
657986	5155388	P30	Lac Long	3	Plast.	Mal	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	12,3	14	P30a, P30b	-
657866	5155538	P31	Lac Long	3	Plast.	Mal	Mal	Non	20%	50%	Oui	Oui	Sable et gravier	3,1	14	P31a, P31b	-
657860	5155563	P32	Lac Long	3	Plast.	Mal	Mal	Non	20%	Non	Non	Non	Sable et gravier	11,7	18	P32a, P32b, P32c, P32d	-
657859	5155582	P33	Lac Long	2	Béton	Non	Mal	Non	20%	20%	Oui	Oui	Sable et gravier	7,3	8	P33a, P33b	-
657804	5155558	P34	Lac Long	1	Acier	Mal	Mal	Non	Non	10%	Non	Oui	Sable et gravier	5,1	8	P34a, P34b	Rouille
657712	5155833	P35	Lac Long	3	Plast.	Mal	Mal	Non	20%	20%	Oui	Oui	Sable et gravier	9	10	P35a, P35b	-

Note : Classification de l'état des ponceaux : 1-très détérioré, 2-moyennement détérioré et 3-peu ou pas détérioré



Suite annexe 2 – Ponceaux caractérisés

X	Y	ID	Site	Classe	Matériau	Stab-E	Stab-S	Géotextile	Obstruc-E	Obstruc-S	Acc-sédi-E	Acc-sédi-S	Lit	Longueur (m)	Diamètre (pouces)	No photo	Source du problème
657709	5155843	P36	Lac Long	2	Acier	Non	Non	Non	10%	20%	Oui	Oui	Sable et gravier	2,6	10	P36a, P36b	-
657698	5155850	P37	Lac Long	2	Plast.	Non	Non	Non	20%	30%	Oui	Oui	Sable et gravier	12,1	18	P37a, P37b	-
657703	5155841	P38	Lac Long	2	Plast.	Non	Non	Non	40%	40%	Oui	Oui	Sable et gravier	9,6	18	P38a, P38b	Manque bassin sédim.
657684	5155946	P39	Lac Long	3	Plast.	Mal	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	11,1	18	P39a, P39b, P39c	-
657686	5156154	P40	Lac Long	3	Plast.	Mal	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	11,2	24	P40a, P40b	-
657663	5156150	P41	Lac Long	3	Plast.	Ok	Ok	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	24	24	P41a, P41b	Sortie pas assez large
657684	5156242	P42	Lac Long	2	Plast.	Mal	Mal	Non	40%	40%	Oui	Oui	Sable et gravier	12	14	P42a, P42b	-
657635	5156243	P43	Lac Long	1	Plast.	Ok	Ok	Non	90%	50%	Oui	Oui	Sable et gravier	6	8?	P43a, P43b	-
657610	5156235	P44	Lac Long	3	Plast.	Mal	Ok	Non	Non	Non	Oui	Non	Sable et gravier	15	14	P44a, P44b	-
657479	5156342	P45	Lac Long	1	Acier	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	8,5	20	P45a, P45b	Rouille
657401	5156458	P46	Lac Long	3	Plast.	Mal	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	12,5	12	P46a, P46b, P46c	Erosion en amont et aval
657367	5156512	P47	Lac Long	2	Plast.	Mal	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	12,8	36	P47a, P47b, P47c	-
657187	5156715	P48	Lac Long	3	Béton	Ok	Ok	Oui	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	23,3	36	P48a, P48b, P48c, P48d	Acc. sédim
656800	5156447	P49	Lac Long	1	Acier	Mal	Ok	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	13	60	P49a, P49b, P49c, P49d	Rouille
656985	5155794	P50	Lac Long	2	Acier	Mal	Mal	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	15,2	72	P50a, P50b, P50c	Rouille
656765	5154995	P51	Lac Long	1	Acier	Ok	Ok	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	18,7	54	P51a, P51b	Rouille
656461	5154566	P52	Lac Long	2	Béton	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Sable et gravier	12,4	20	P52a, P52b	-

Note : Classification de l'état des ponceaux : 1-très détérioré, 2-moyennement détérioré et 3-peu ou pas détérioré



Dans le sens de l'eau !

ANNEXE 3 : PROBLÉMATIQUES D'ÉROSION IDENTIFIÉES

X	Y	ID	Lac	Problématique	Longueur (m)	Largeur (m)	Superficie (m ²)	No photo	Source du problème
657369	5156510	E1	Dech. lac Gareau	Neige entreposée	10	4	40	1a, 1b, 1c	Voirie
657362	5154924	E2	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	10	5	50	2a, 2b, 2c, 2d, 2e	Glong-3
657337	5154847	E3	Lac Long	Eau de fonte de la montagne	0,5	0,5	0,25	3a, 3b, 3c	Glong-2
657387	5155021	E4	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	25	5	125	4a, 4b, 4c	Eau de fonte / pluie
657501	5155150	E5	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	30	2	60	5a, 5b, 5c	Eau de fonte / pluie
657734	5155071	E6	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	65	2	130	6a, 6b, 6c	Eau de fonte / pluie
657747	5155060	E7	Lac Long	Bassin sédim. naturel à utiliser	6	2	12	7a	Eau de fonte / pluie
657977	5155111	E8	Lac Long	Écouf. préf. route gravier	25	1	25	8a, 8b	Eau de fonte / pluie
658006	5155283	E9	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	20	5	100	9a, 9b, 9c	Eau de fonte / pluie
657856	5155571	E10	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	20	1	20	10a	Eau de fonte / pluie
657697	5155843	E11	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier / acc. sédim.	5	2	10	11a, 11b	Eau de fonte / pluie
657687	5156160	E12	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier / acc. sédim.	10	2	20	12a, 12b	Eau de fonte / pluie
657528	5156327	E13	Lac Long	Écouf. préf. route gravier	15	1	15	13a, 13b, 13c	Ruisseau
657198	5156723	E14	Lac Long	Écouf. préf. route asphaltée	12	1	12	14a, 14b	Eau de fonte / pluie / sable de déglacage
657163	5156682	E15	Lac Long	Ruiss. surf. route asphaltée	2	1	2	15a	Eau de fonte / pluie / sable de déglacage



Suite annexe 3 –Problématiques d'érosion identifiées

X	Y	ID	Lac	Problématique	Longueur (m)	Largeur (m)	Superficie (m2)	No photo	Source du problème
656809	5156444	E16	Lac Long	Ruiss. surf. route asphaltée	12	1	12	16a, 16b, 16c, 16d, 16e	Eau de fonte / pluie / sable de déglacage
656804	5156293	E17	Lac Long	Ruiss. surf. route asphaltée	6	1	6	17a, 17b	Eau de fonte / pluie / sable de déglacage
656886	5156202	E18	Lac Long	Ruiss. surf. route asphaltée	10	2	20	18a, 18b	Eau de fonte / pluie / sable de déglacage
656508	5154774	E19	Lac Long	Ruiss. surf. route asphaltée	8	2	16	19a, 19b	Eau de fonte / pluie / sable de déglacage
656497	5154264	E20	Lac Long	Remblais	3	3	9	20a	Dépôt de cendre
656524	5154285	E21	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	25	1	25	21a, 21b	Eau de fonte / pluie
656542	5154302	E22	Lac Long	Acc. sédim.	37	1	37	22a	Eau de fonte / pluie
656498	5154270	E23	Lac Long	Acc. débris org.	16	3	48	23a	-
656664	5154210	E24	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	10	1	10	24a	Eau de fonte / pluie
656823	5154131	E25	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	2	0,5	1	25a	Eau de fonte / pluie
656865	5154128	E26	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	25	0,5	12,5	26a, 26b	Eau de fonte / pluie
656962	5154629	E27	Lac Long	Acc. sédim.	0,5	0,5	0,25	27a, 27b	Eau de fonte / pluie
656965	5154698	E28	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier / acc. sédim	2	1	2	28a, 28b	Voirie
657062	5154711	E29	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier / acc. sédim	50	1	50	29a	Eau de fonte / pluie
658010	5155017	E30	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier / acc. sédim	25	4	100	30a, 30b, 30c	Eau de fonte / pluie
657986	5155388	E31	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	10	1	10	31a	Eau de fonte / pluie



Dans le sens de l'eau !

Suite annexe 3 – Problématiques d'érosion identifiées

X	Y	ID	Lac	Problématique	Longueur (m)	Largeur (m)	Superficie (m2)	No photo	Source du problème
657915	5155444	E32	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	50	1	50	32a	Eau de fonte / pluie
657471	5156329	E33	Lac Long	Acc. sédim.	15	1	15	33a	Eau de fonte / pluie
657011	5156055	E34	Lac Long	Puisard	1	1	1	34a	Où est la sortie?
656759	5155017	E35	Lac Long	Barrage castor	2	2	4	35a	-
656895	5155075	E36	Lac Long	Sortie drain gouttière	X	X	X	36a, 36b	-
656802	5154972	E37	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	30	1	30	37a	Eau de fonte / pluie
656721	5154915	E38	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	100	1	100	38a, 38b, 38c	Eau de fonte / pluie
656682	5154814	E39	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	25	1	25	39a	Eau de fonte / pluie
656690	5154905	E40	Lac Long	Ruiss. surf. route gravier	50	1	50	40a	Eau de fonte / pluie
656398	5154465	E41	Lac Long	Ruiss. surf. route asphaltée / acc. sédim.	5	1	5	41a, 41b	Eau de fonte / pluie / sable de déglacage
657218	5155316	E42	Lac Long	Accès perpendiculaire au lac	50	2	100	42a	Manque déflecteur perpendiculaire à la pente
656899	5156267	E43	Lac Long	Accès perpendiculaire au lac	20	2	40	43a	Manque déflecteur perpendiculaire à la pente
657127	5156613	E44	Lac Long	Sol à nu	3	3	9	44a	Manque végétation
657534	5156241	E45	Lac Long	Sol à nu	10	10	100	45a	Manque végétation
657692	5155456	E46	Lac Long	Sol à nu	10	10	100	46a	Manque végétation
656784	5154197	E47	Lac Long	Sol à nu	2	2	4	47a	Manque végétation

