



ÉVALUATION DES SYMPTÔMES D'EUTROPHISATION DU LAC LAMBERT – 2011 (PHASE 2)

Secteur rivière aux Écorces

Municipalité de Saint-Alexis-des-Monts

Janvier 2012



Photos page couverture :

Lac Lambert, photos prises en août 2011 © OBVRLY

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination et rédaction

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

Cartographie

Stacy Biron, étudiante en géographie (UQTR).²

Équipe terrain

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*¹
Pierre-Marc Constantin, assistant terrain¹
Sophie Lemire, biologiste, *M.Sc.*¹
Claude Lapointe, riverain³

Identification des macrophytes

Sophie Lemire, biologiste, *M.Sc.*¹

Révision

Nathalie Sarault, directrice, *B.Sc.*²

Nous tenons à remercier Louis Roy⁴ pour ses conseils et ses recommandations qui ont été utiles à la réalisation de ce projet.

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

² Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

³ Prise de données pour l'OBVRLY

⁴ Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

CETTE ÉTUDE A ÉTÉ RÉALISÉE POUR L'ORGANISME DE BASSINS VERSANTS DES RIVIÈRES DU LOUP ET DES YAMACHICHE (OBVRLY) ET LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXIS-DES-MONTS



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., 2012. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Lambert – 2011, secteur rivière aux Écorces, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 65 pages et 3 annexes.

© OBVRLY, 2012

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 oeuvrent 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.

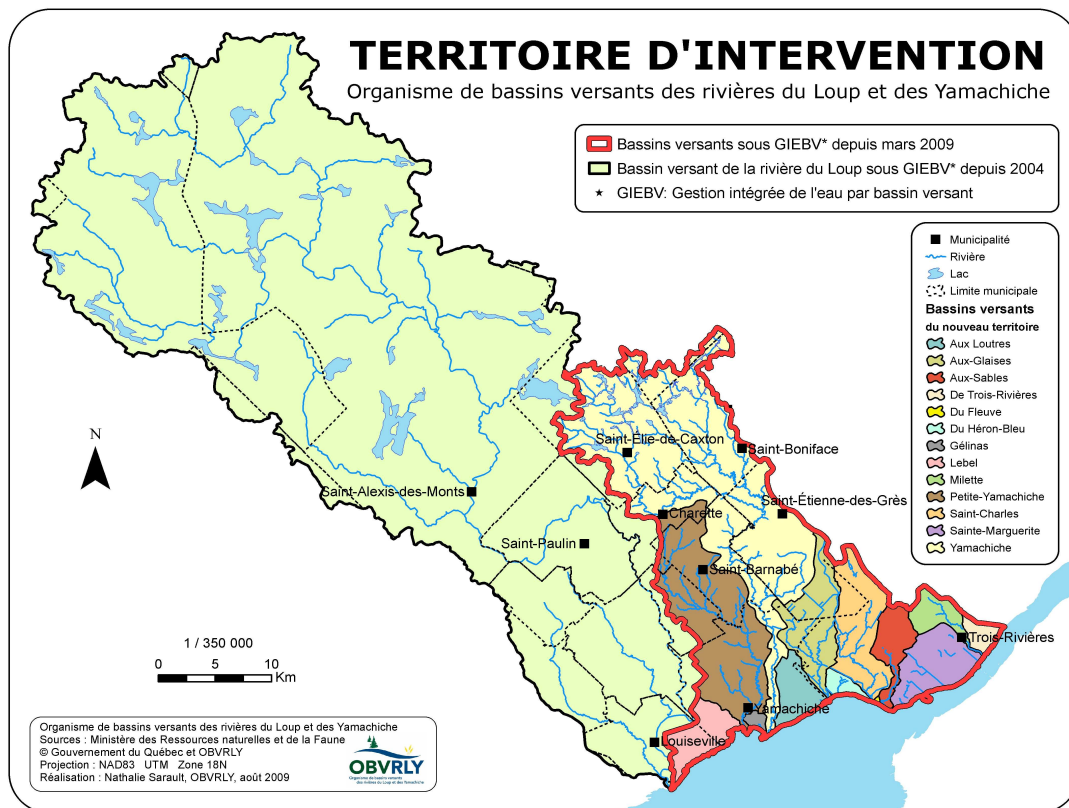


TABLE DES MATIÈRES

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
Bassin versant du lac Lambert	11
Indice de qualité de la bande riveraine (IQBR)	13
Résultats - IQBR.....	14
Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)	19
Résultats - RSVL	22
Profils physico-chimiques	25
Profils physico-chimiques et stratification thermique	25
Qu'est-ce que l'eutrophisation?.....	26
Résultats des profils physico-chimiques	28
Caractérisation du littoral du lac Lambert	31
Les macrophytes	31
Matériel et méthode	33
Résultats et interprétation	36
Suivi du périphyton	42
Conclusion	47
Recommandations	51
Liste des cartes	59
Liste des figures	60
Liste des tableaux	61
Références	63



Annexe 1 : Données brutes des prélèvements physico-chimiques	67
Annexe 2 : Liste des macrophytes inventoriés au lac Lambert-2011.....	69
Annexe 3 : Phases dans la caractérisation d'un plan d'eau	71



INTRODUCTION

Les lacs sont très nombreux au Québec et représentent une richesse collective non négligeable. Depuis des dizaines d'années, ils représentent un moteur économique d'importance puisque le tourisme dépend souvent de la proximité des plans d'eau. Depuis l'avènement de floraisons de cyanobactéries (algues bleu-vert) il y a quelques années au Québec, la population riveraine s'inquiète des répercussions de la dégradation de l'état de santé de leur lac. Situé dans la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts, le lac Lambert a donc été sélectionné afin d'effectuer le suivi de son état de santé. Soulignons que cette étude coordonnée par l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) a été rendue possible grâce à l'implication de riverains bénévoles du lac Lambert et la participation de la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts.

Rappelons que les municipalités et les organismes de bassin versant (OBV) ont le mandat de procéder au suivi de l'eau et des écosystèmes aquatiques et de produire un plan directeur de leurs plans d'eau. Pour réaliser ces tâches, il faut du temps et une expertise qui dépassent ce que peuvent fournir les membres bénévoles des associations et le personnel non spécialisé des municipalités. Afin d'éviter la réalisation d'études trop poussées pour des lacs qui n'en auraient pas besoin, l'OBVRLY propose 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.

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 herbiers, la sédimentation et l'abondance du périphyton† et à caractériser les rives à partir de l'indice de qualité des bandes riveraines (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, à mesurer la qualité de l'eau des ruisseaux se jetant dans le lac et à identifier les causes de perturbations que les lacs subissent sur le terrain et par secteur du bassin versant.

Comme le lac Lambert présentait des signes d'eutrophisation lors de son suivi (phase 1) en 2010 (voir Boissonneault, 2011), nous avons effectué, en 2011, la deuxième phase de caractérisation : *l'évaluation des symptômes d'eutrophisation du lac Lambert*. Nous présentons donc dans ce rapport les résultats de cette phase d'étude et 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.



BASSIN VERSANT DU LAC LAMBERT

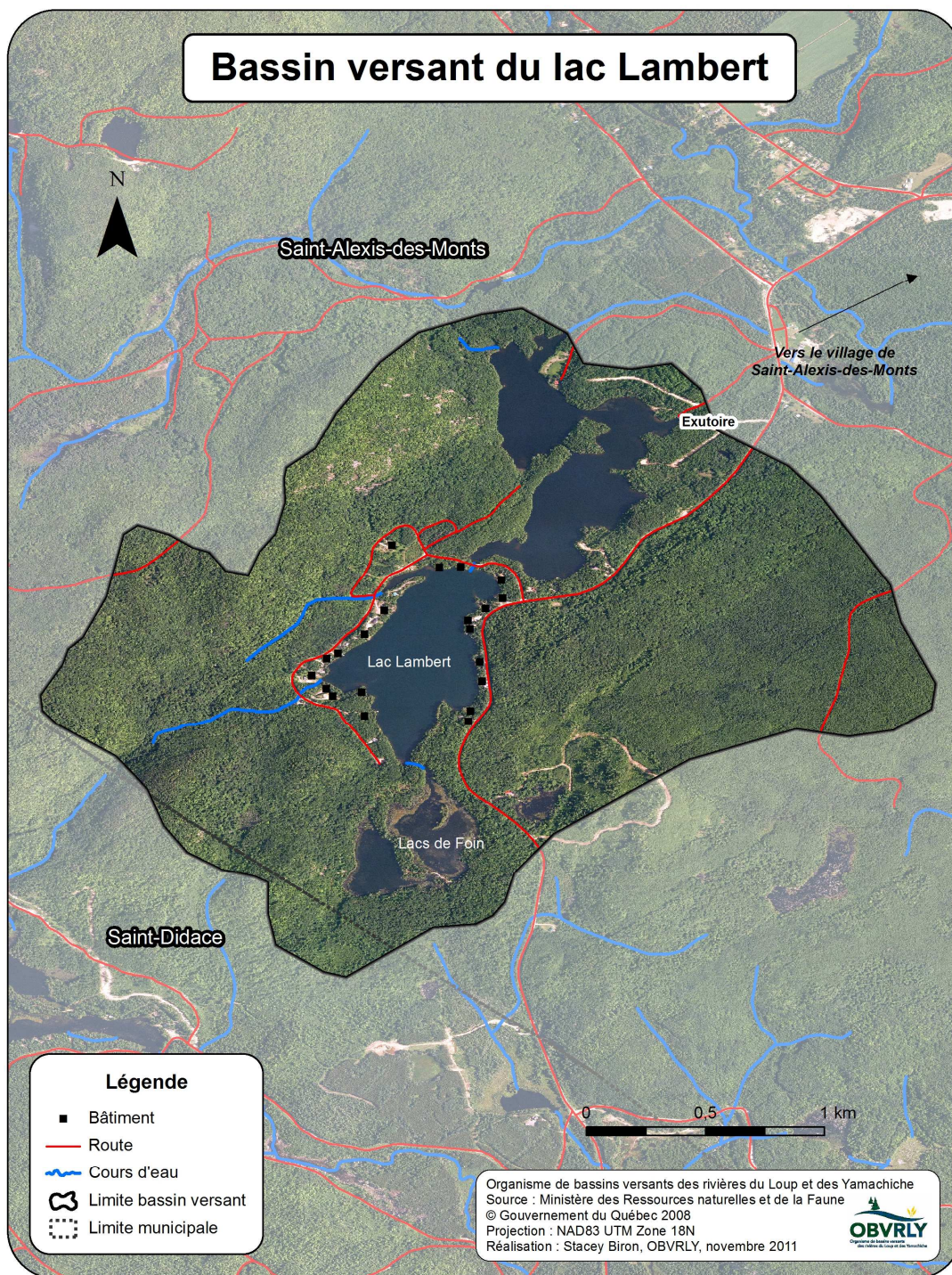
Le lac Lambert est alimenté par un bassin hydrographique d'une superficie relativement faible, soit de 4 km² (tableau 1). Ses principales sources d'alimentation en eau de surface sont constituées du lac de Foin, un étang, et de petits plans d'eau qui y sont associés, tous situés au sud du bassin versant. D'une superficie de 0,5 km² le lac Lambert occupe près de 10 % de la superficie de son bassin versant. Ainsi, son ratio de drainage (aire du bassin versant/aire du lac) est de 9, c'est-à-dire que le bassin versant a une superficie neuf fois supérieure à la superficie du lac. En guise de comparaison, le ratio de drainage moyen des lacs de la région se situe entre 10 et 15. Le lac Lambert possède donc un faible ratio de drainage. En général, les lacs ayant un ratio de drainage élevé auront tendance à être beaucoup plus productifs en raison des charges sédimentaires élevées provenant de leur bassin versant. En raison de son faible ratio de drainage, le lac Lambert devrait être peu productif d'un point de vu biologique.

Nous n'avons pas quantifié l'utilisation du territoire du bassin versant à cette étape, nous pouvons cependant mentionner que le bassin versant est majoritairement forestier (carte 1). Les activités de villégiature sont principalement concentrées autour du bassin sud (carte 1). Ce secteur du lac (bassin sud) est encaissé, il est relativement profond, avec une profondeur maximale de 18 mètres. D'autre part le secteur nord du lac (bassin nord) était originellement un milieu humide, ce bassin a donc été créé artificiellement par la construction d'un barrage. Ce dernier sert de réserve pour l'alimentation en eau d'une pisciculture située plus en aval à l'extérieur du bassin versant. Le bassin nord est moins encaissé et il est moins profond, avec une profondeur maximale de 11 mètres. Quelques résidences occupent le pourtour de ce secteur du lac (bassin nord).

Tableau 1 : Paramètres géographiques du bassin versant du lac Lambert et ratio de drainage

Paramètres	Valeurs
a. Périmètre du lac	6,8 km
b. Superficie du lac	0,5 km ²
c. Périmètre du bassin versant	8,7 km
d. Superficie du bassin versant	4 km ²
e. Ratio de drainage (e = d / b)	9





Carte 1 : Bassin versant du lac Lambert, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts



INDICE DE QUALITÉ DE LA BANDE RIVERAINE (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, 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) 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. Voici la liste des paramètres mesurés sur 15 mètres de profondeur de la berge à partir d'un lac :

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

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 rives pour un plan d'eau donné. 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, par exemple la classe « A » (excellente qualité de la bande riveraine) et classe « E » (très faible qualité de la bande riveraine).

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



Résultats - IQBR

Au lac Lambert, le développement résidentiel a débuté il y a près de 50 ans dans le périmètre du bassin sud, où la majorité des résidences sont situées. 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 à son vieillissement prématuré (eutrophisation). Nous présentons dans cette section les détails de la caractérisation des bandes riveraines effectuée au lac Lambert en 2011.

L'IQBR a été calculé à partir d'une caractérisation effectuée visuellement sur le terrain pour des tronçons homogènes, sur une profondeur de 15 mètres, et ce, pour tout le périmètre du lac. La qualité des rives du lac Lambert se situe à l'intérieur des classes A (excellente qualité) et B (bonne qualité) pour la majorité d'entre elles (tableau 2 et carte 2). Le bassin situé au sud est caractérisé par des rives dont la qualité est en majorité bonne (classe B) et moyenne (classe C). Le bassin nord du lac Lambert est plutôt dominé par des rives dont la qualité est excellente (classe A) ou bonne (classe B).

La rive typique (ou moyenne) d'une propriété privée du lac Lambert respecte les bonnes pratiques pour l'ensemble de sa superficie, soit présence d'arbres, d'arbustes et d'herbacées naturelles. Seulement un faible pourcentage (11 %) de cette superficie est généralement occupé par des éléments susceptibles d'altérer le milieu aquatique, tels les pelouses, les sols nus et les infrastructures (figure 1).

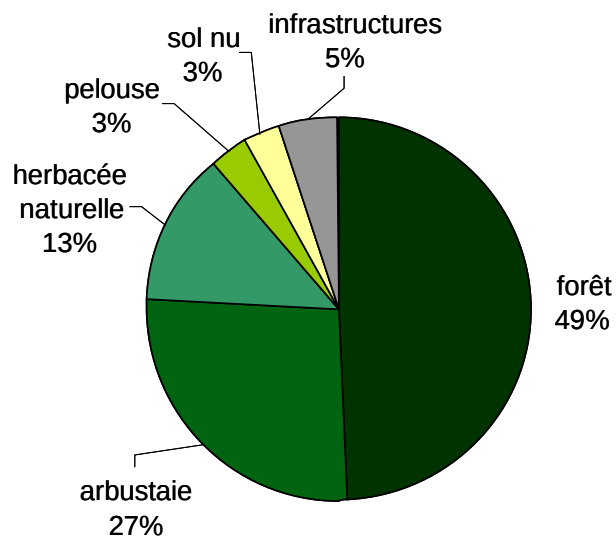
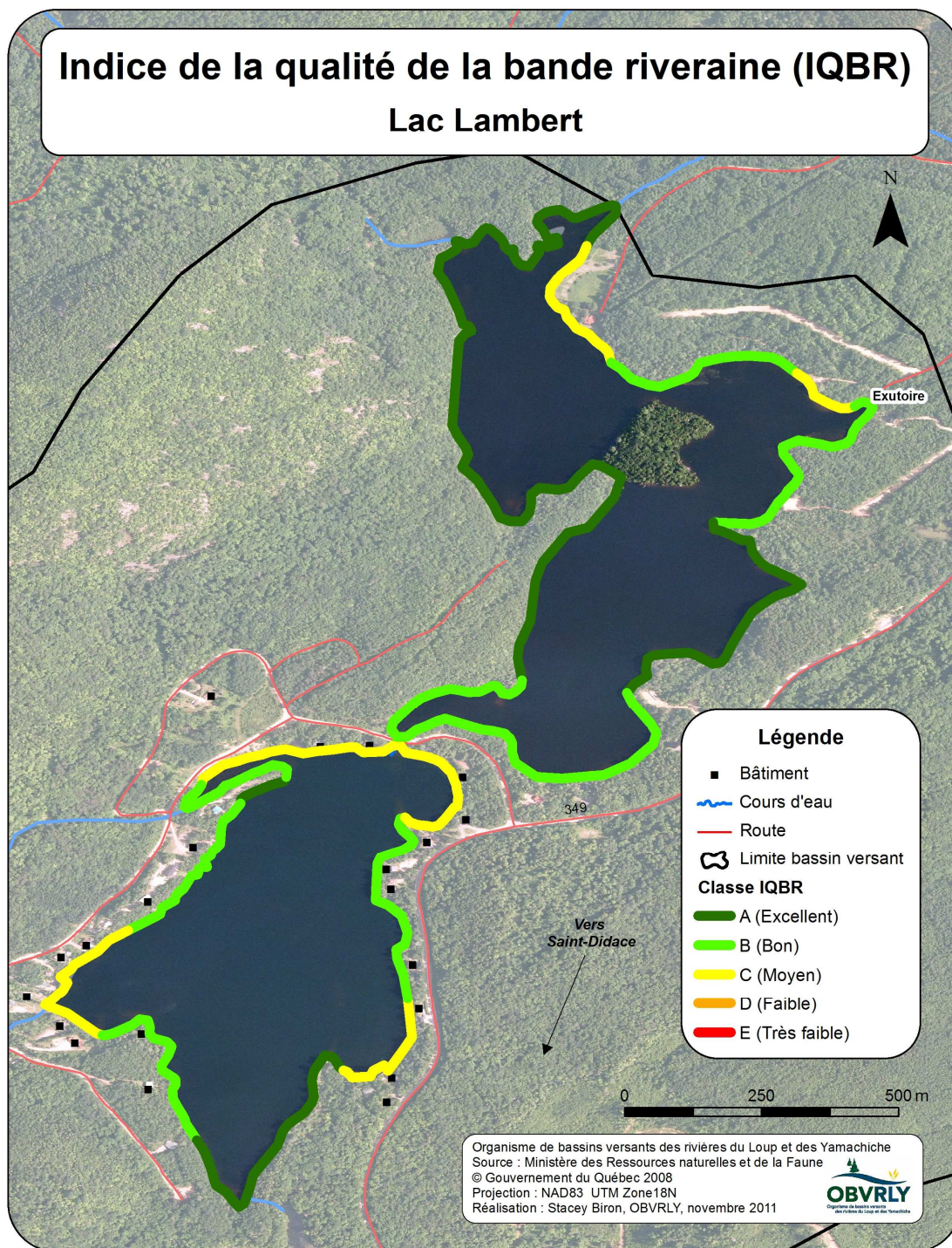


Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Lambert en 2011

Tableau 2 : Proportion des classes de l'IQBR des rives du lac Lambert en 2011

Classe A (excellente qualité)	41 %
Classe B (bonne qualité)	39 %
Classe C (qualité moyenne)	20 %
Classe D (faible qualité)	0 %
Classe E (très faible qualité)	0 %





Carte 2 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Lambert, 2011



Lorsque nous analysons la composition des rives du lac Lambert appartenant à la classe A de l'IQBR (excellente qualité), nous observons qu'elles sont composées essentiellement de forêts (figure 2). Généralement, les rives appartenant à la classe A de cet indice correspondent aux rives naturelles caractérisées par l'absence de composantes d'origine humaine.

Nous pouvons voir à la carte 2 qu'une forte proportion des rives situées dans le bassin nord du lac Lambert affichent une excellente qualité (IQBR classe A). La composition moyenne des rives appartenant à la classe A de l'IQBR ne comporte aucune superficie occupée par des éléments susceptibles d'altérer le milieu aquatique, tels les pelouses, les sols nus et les infrastructures (figure 2). Rappelons que plus de 40 % des rives de ce lac appartiennent à cette classe.

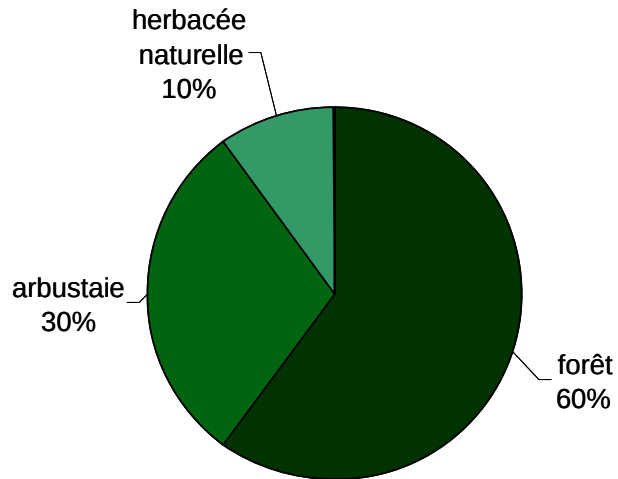
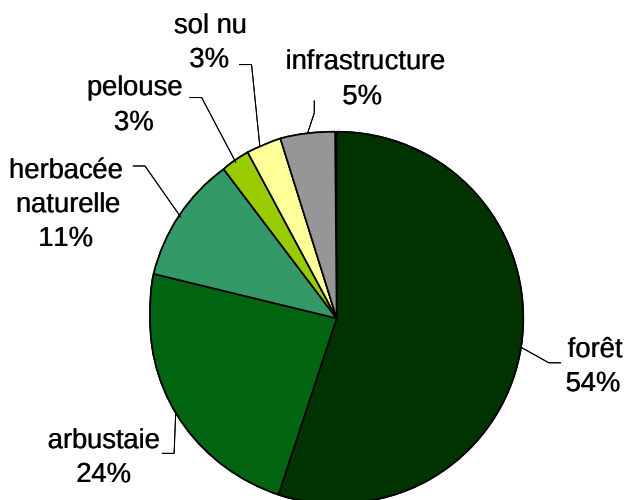


Figure 2 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe A de l'IQBR, lac Lambert, 2011



Les rives du lac Lambert appartenant à la classe B de l'IQBR, de bonne qualité, comprennent des composantes d'origine humaine telles la pelouse et les infrastructures qui représentent un peu plus de 10 % des rives (figure 3). Pour ces rives, nous remarquons donc une diminution de la présence d'arbres (forêt) et d'arbustes bénéfique pour la santé du lac. Cette catégorie de rives occupe une proportion importante des rives habitées des bassins sud et nord du lac Lambert, près de 40 % des rives de ce lac appartiennent à la classe B de l'IQBR.

Figure 3 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe B de l'IQBR, lac Lambert, 2011



Après analyse de la composition moyenne d'une rive appartenant à la classe C de l'IQBR (rives de qualité moyenne), nous constatons une diminution de la présence de forêts, d'arbustes et d'herbacées naturelles. À l'inverse, nous enregistrons une augmentation des superficies occupées par les sols nus, les infrastructures et en pelouse de près du double comparativement aux rives appartenant à la classe B de l'IQBR (figures 3 et 4).

Les rives appartenant à cette classe représentent 20 % du pourtour du lac (carte 2). 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 Lambert.

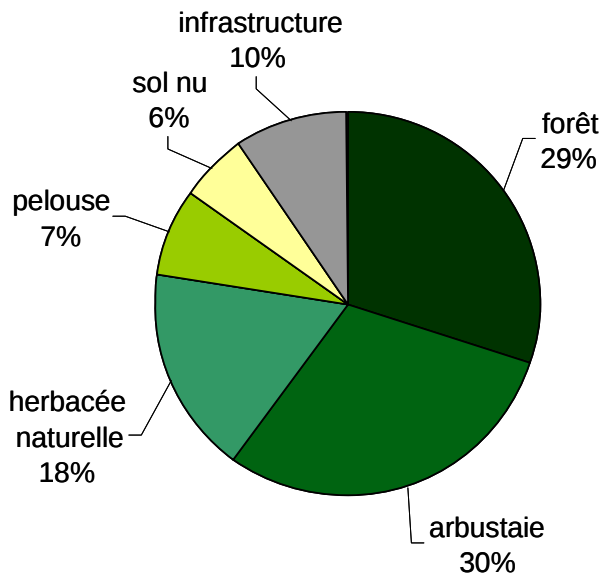


Figure 4 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe C de l'IQBR, lac Lambert, 2011

Nous pouvons remarquer que les pelouses et les infrastructures augmentent constamment entre les rives appartenant à la classe A et à la classe C de l'IQBR. Afin de préserver l'intégrité écologique du lac, toutes les rives de celui-ci devront atteindre la classe A où minimalement la classe B de l'IQBR. Or, on devra porter une attention particulière à la revégétalisation des rives du lac Lambert appartenant à la classe B et surtout à la classe C de l'IQBR. Bien que l'état des rives de la classe B ne soit pas dramatique en termes 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 de cette nature peut contribuer à l'altération du milieu aquatique. D'ailleurs, l'ensemble des rives du lac Lambert occupées par des propriétés riveraines devrait être minimalement revégétalisé sur 10 à 15 mètres de largeur, selon la pente, conformément à la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* adoptée par le MDDEP.

Rappelons que les mesures de revégétalisation des rives ne peuvent à elles seules corriger les problèmes d'eutrophisation qu'un lac peut subir. 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 donc être mises en place pour les bandes riveraines et, parallèlement à celles-ci, une meilleure gestion des eaux de l'ensemble du bassin versant devra être adoptée.



À retenir

Les rives du lac Lambert sont en bon état pour la majorité d'entre elles. Malgré ce bon état riverain, des améliorations devront être apportées par la revégétalisation des rives pour certains secteurs, afin de minimiser leurs impacts sur l'intégrité écologique de ce lac.

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

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

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



RÉSEAU DE SURVEILLANCE VOLONTAIRE DES LACS (RSVL)

Afin d'évaluer différents symptômes d'eutrophisation et de dégradation du lac Lambert, un suivi a été effectué en 2011 par des riverains bénévoles à partir du protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*. Le RSVL est un programme offert par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) qui 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 MDDEP, les associations de propriétaires riverains et les organisations participant à la protection et la gestion des plans d'eau, tels les organismes de bassins versants et les municipalités. Au Québec, le réseau a été développé sur une base expérimentale en 2002 et 2003 et est accessible au public depuis 2004 (MDDEP, 2005).

En collaboration avec les partenaires, le RSVL poursuit quatre objectifs :

1. acquérir des données afin d'établir le niveau trophique d'un grand nombre de lacs et suivre leur évolution dans le temps
2. dépister les lacs montrant des signes d'eutrophisation et de dégradation
3. éduquer, sensibiliser, soutenir et informer les associations de riverains et les autres participants
4. dresser un tableau général de la situation des lacs de villégiature au Québec

Différentes activités de suivi sont effectuées, à savoir :

- l'échantillonnage de l'eau de surface du lac 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 à partir du protocole du RSVL permettent d'évaluer le niveau trophique du lac, soit l'état d'avancement du vieillissement prématuré de celui-ci. Les résultats obtenus permettent donc aux riverains et aux partenaires de mieux connaître et de mieux comprendre leur lac pour participer activement à sa protection.

Sous supervision scientifique de l'OBVRLY et selon le protocole du RSVL, les riverains du lac Lambert ont réalisé cinq campagnes d'échantillonnage de l'eau en 2011. Nous présentons donc dans ce chapitre les résultats issus de ce suivi ainsi que leur interprétation.



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 au-dessus de la fosse du lac. Voici les principaux paramètres :

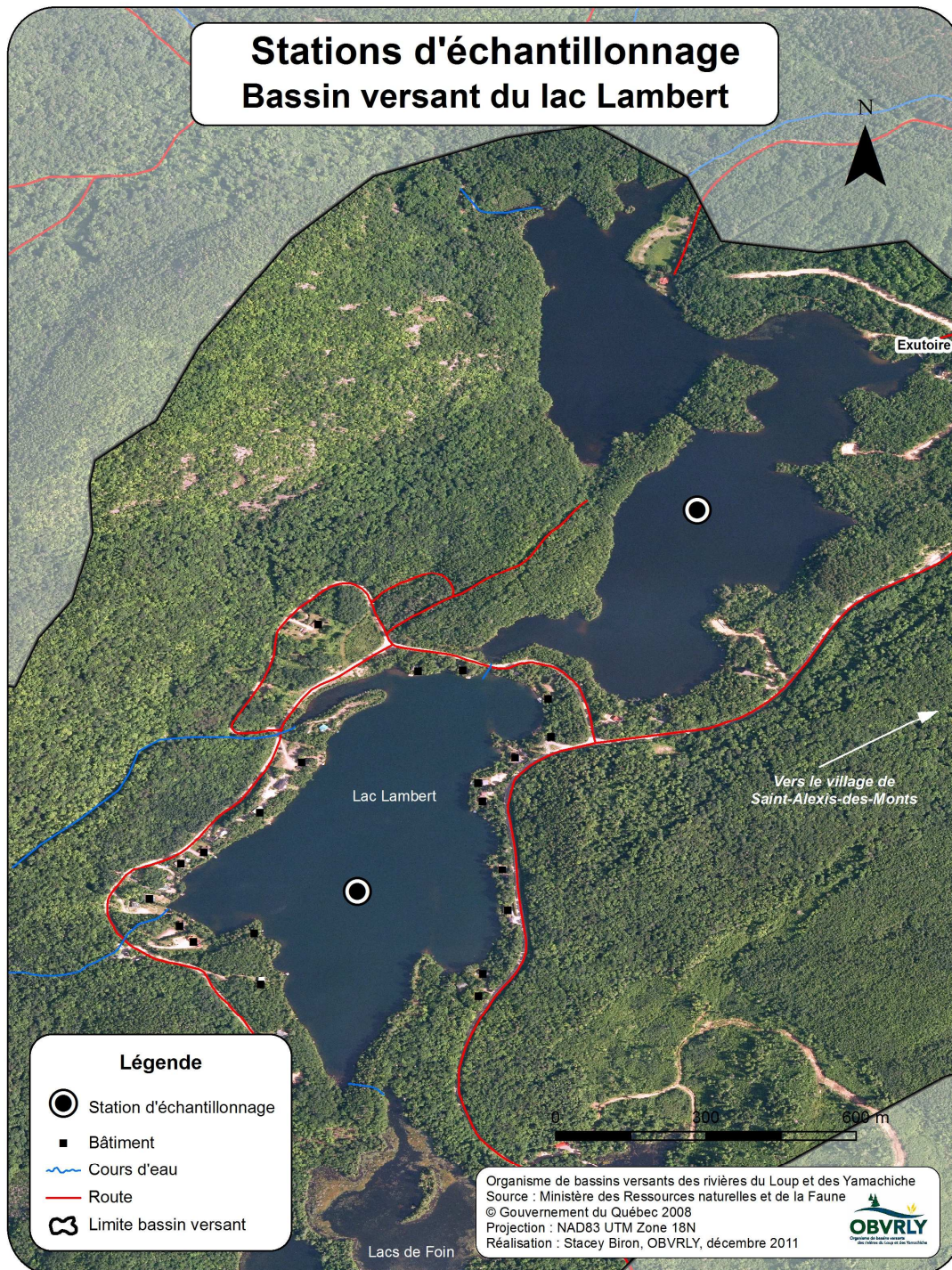
Le **phosphore total** est l'élément nutritif, dont la teneur limite ou favorise habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques. Il y a un lien entre la concentration de phosphore, la productivité du lac et son niveau trophique. Les lacs eutrophes ont une forte concentration de phosphore (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 que l'on descend dans l'eau jusqu'à ce qu'il disparaisse de la vue. La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues et de matières en suspension 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).





Carte 3 : Station d'échantillonnage des mesures effectuées à partir du protocole du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) et des mesures des profils physico-chimiques, lac Lambert - 2011



Résultats - RSVL

C'est à partir de prélèvements d'eau effectués par les riverains du lac Lambert que les résultats présentés dans cette section ont été obtenus. Les échantillons d'eau pour l'analyse physico-chimique ont été prélevés à cinq reprises en 2011 conformément au protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP. Ces échantillons ont été prélevés dans les eaux de surface au-dessus de la fosse dans le bassin sud du lac seulement (carte 3).

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 présentons donc les résultats de ces mesures et leur interprétation.

La concentration moyenne de phosphore trace (3,2 µg/l) indique que les eaux du lac Lambert étaient très peu enrichies par cet élément nutritif (tableau 3). Ce lac était situé en 2011 dans la classe du niveau trophique ultra-oligotrophe (figure 5), ne révélant aucun problème à l'égard de cet élément nutritif. La concentration moyenne en chlorophylle a de 2,4 µg/l situait aussi le lac dans la classe oligotrophe (figure 5). Cette concentration révélait une biomasse d'algues microscopiques en suspension qui était faible. Le niveau trophique obtenu à partir des valeurs de transparence mesurées en 2011 situait le lac Lambert dans la classe oligo-mésotrophe (figure 5), les eaux y sont donc peu troubles (profondeur moyenne du disque de Secchi = 5,7 m). La concentration moyenne en carbone organique dissous (COD) de 1,8 mg/l (tableau 3) obtenue en 2011 indique que l'eau était peu colorée. La couleur a donc probablement pas d'incidence sur la transparence de l'eau, confirmant la validité des mesures de la transparence.

Tableau 3 : Données physico-chimiques du lac Lambert – saison 2011

Date de prélèvement	Phosphore total (µg/l)	Chlorophylle a (µg/l)	Carbone organique dissous (mg/l)
24 mai 2011	7,2	2,9	1,6
27 juin 2011	2,9	2,4	1,7
25 juillet 2011	1,5	0,8	1,8
30 août 2011	0,3	1,4	1,7
04 octobre 2011	4,3	4,7	2,2
Moyenne	3,2	2,4	1,8

Source : Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ)



Classement du niveau trophique du lac Lambert - été 2011

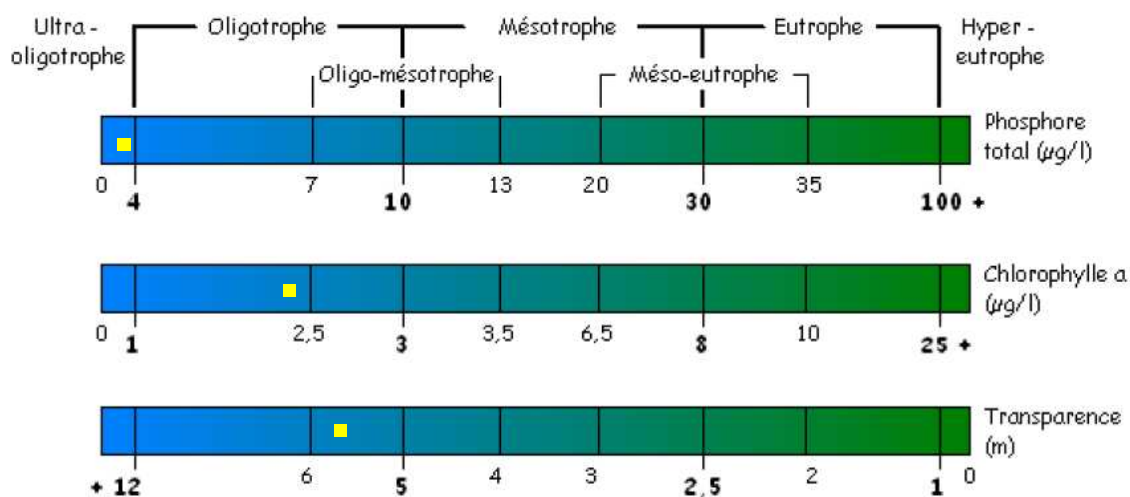


Figure 5 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Lambert obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2011 (tableau 3).
Modèle de la figure tirée de : *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*, MDDEP

À retenir

Les résultats obtenus à partir des mesures effectuées selon le protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* en 2011 situaient le lac Lambert dans la classe oligotrophe d'une part et oligo-mésotrophe d'autre part. À partir de ces mesures, nous ne pouvons donc pas établir que le processus d'eutrophisation est amorcé pour ce lac. Les résultats de mesures supplémentaires présentées aux chapitres suivants (ex. : les profils physico-chimiques et la caractérisation de la zone littorale) permettront de mieux évaluer les symptômes de vieillissement prématuré de ce lac.



PROFILS PHYSICO-CHIMIQUES

Pour compléter l'information obtenue à partir du RSVL, nous avons réalisé des mesures physico-chimiques supplémentaires. Ces mesures prises à différentes profondeurs du lac permettent d'observer entre autres les profils d'oxygène qui renseignent sur la présence de déficits en oxygène dans les eaux du lac. Ces mesures ont été réalisées au même site d'échantillonnage que les mesures effectuées dans le cadre du RSVL pour le bassin sud et au-dessus de la fosse du bassin nord du lac (carte 3). C'est à l'aide d'un appareil multisonde que 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. Afin de bien comprendre les résultats de ces mesures, des explications sont d'abord présentées sur les relations entre les profils physico-chimiques et la stratification thermique des lacs ainsi que l'effet de l'eutrophisation sur ces dernières.

Profils physico-chimiques et stratification thermique

Tiré et adapté de Hade, 2003 et Lapalme, 2006

Pour les lacs ayant une profondeur suffisante, 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 elle est mise en contact avec l'air. À cette période, cette couche subit un brassage continu 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.

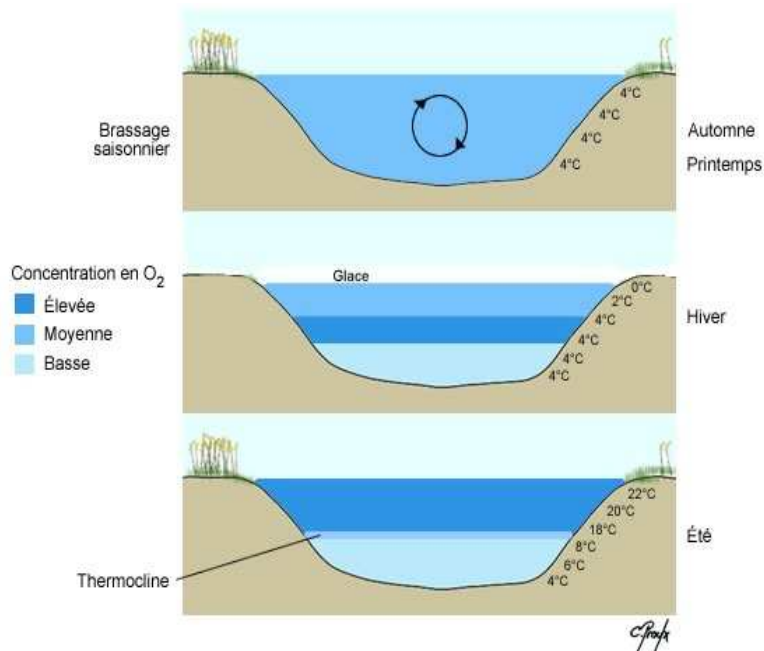


Figure 6 : Stratification thermique d'un lac dimictique[‡]
Source : Proulx, 2009

[‡] Lac dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an.



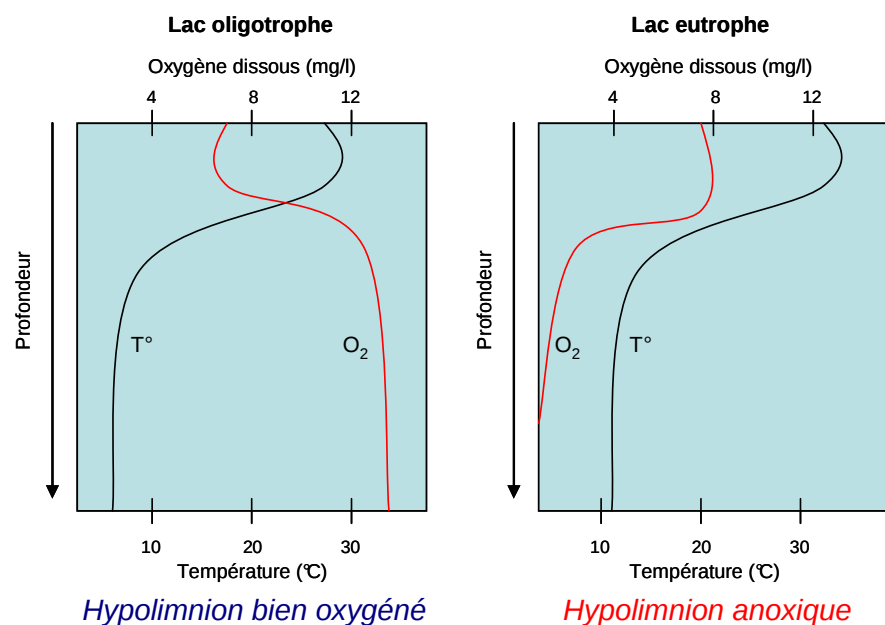
Qu'est-ce que l'eutrophisation?

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, 2008a).

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 végétaux, telles les algues et les plantes aquatiques. 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.



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.

Description des trois principaux niveaux trophiques des lacs à l'égard de certains paramètres physico-chimiques et biologiques, adaptée de : MDDEP, 2005

Niveau trophique	Âge	Description générale
Oligotrophe	Jeune	Éléments nutritifs : faible concentration Conductivité : faible Phosphore [0 à 10 µg/l] Flore : biomasse réduite Chlorophylle a [0 à 3 µg/l] Transparence de l'eau : élevée Profondeur disque de Secchi : 5 mètres et + Oxygène dissous : élevée dans toute la colonne d'eau.
Mésotrophe	Moyen	Éléments nutritifs : concentration moyenne Conductivité : moyenne Phosphore [10 à 30 µg/l] Flore : biomasse moyenne Chlorophylle a [3 à 8 µg/l] Transparence de l'eau : moyenne Profondeur disque de Secchi : entre 2,5 et 5 mètres Oxygène dissous : en déficit près du fond à la fin de l'été
Eutrophe	Vieux	Éléments nutritifs : concentration élevée Conductivité : élevée Phosphore [> 30 µg/l] Flore : biomasse élevée Chlorophylle a [> 8 µg/l] Périphyton et algues microscopiques et filamenteuses abondants. Prolifération des plantes aquatiques. Transparence de l'eau : faible Profondeur disque de Secchi : < 2,5 mètres Oxygène dissous : déficits sévères dans la partie profonde du lac (hypolimnion) à la fin de l'été



Résultats des profils physico-chimiques

Les profils de **température** réalisés aux deux sites de prélèvement du lac Lambert le 3 août 2011 illustrent bien la stratification thermique observée en été dans les lacs sous nos latitudes. La thermocline se maintient à une profondeur de 6 mètres pour atteindre entre 6°C et 8°C sous cette profondeur (figure 7). On y retrouve donc deux masses d'eau bien distinctes à l'égard de leur température, soit l'épilimnion et l'hypolimnion séparés par la thermocline. Dans la mesure où un lac reçoit peu d'apports en nutriments, nous devrions observer des concentrations élevées en oxygène dans les eaux fraîches de l'hypolimnion en raison du confinement de ces dernières.

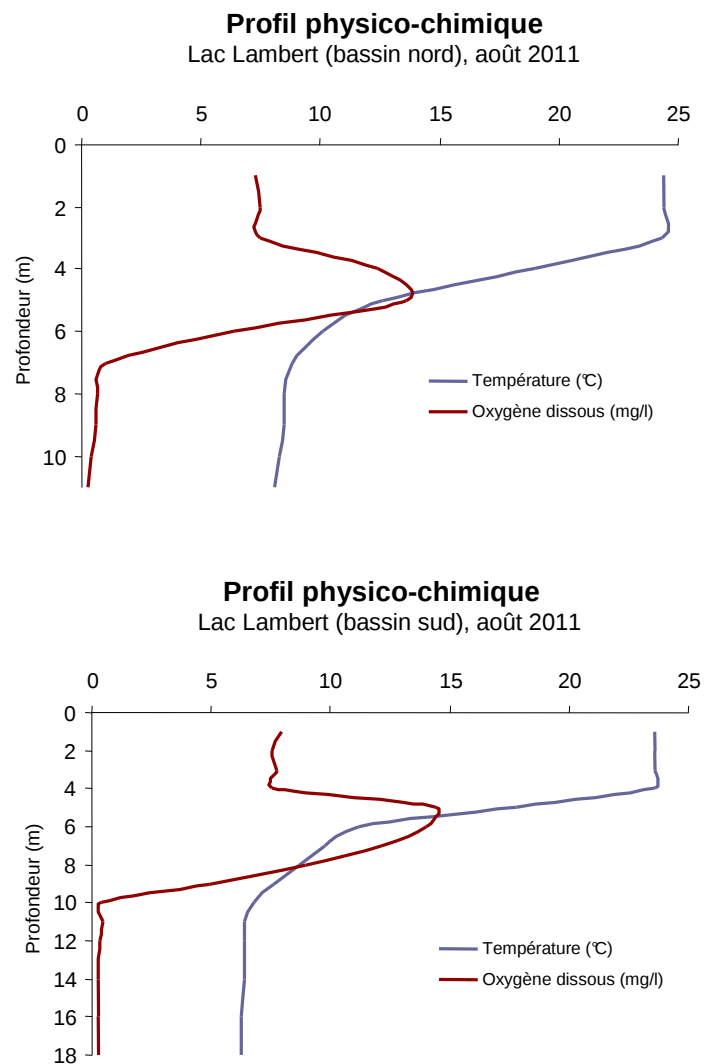


Figure 7 : Profils physico-chimiques du lac Lambert (bassins sud et nord), août 2011



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 (épilimnion) soumises au brassage. En contrepartie, les organismes biologiques, tels les poissons et les 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

Biotes (poissons) : ➔	D'eau froide	D'eau chaude
Température (°C)	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

Source : Painchaud, 1997. *Qualité de l'eau des rivières du Québec : état et tendance*. MENV.

Lorsque nous observons les profils d'oxygène dissous dans le **bassin nord** (figure 7), nous remarquons que l'ensemble des eaux de l'hypolimnion est hypoxique avec des valeurs de saturation en oxygène se situant entre 9 % et 2 % (annexe 1). Cette valeur sous le seuil de 50 % représente un signe de vieillissement (eutrophisation) pour ce secteur du lac. Les eaux de surface (épilimnion) soumises au brassage sont cependant bien oxygénées en raison des échanges avec l'atmosphère qui influencent la teneur en oxygène.

Pour le profil d'oxygène des eaux du **bassin sud** (figure 7), nous observons aussi que l'hypolimnion est hypoxique avec des concentrations en oxygène se situant entre 4 % et 2 % (annexe 1). Cette valeur sous le seuil de 50 % représente un signe de vieillissement (eutrophisation) pour ce secteur du lac. Les eaux de surface soumises au brassage sont aussi bien oxygénées pour ce secteur.

Les concentrations minimales en oxygène dissous nécessaires pour assurer le maintien des populations de salmonidés (ex. : truites) se situent entre 7 mg/l et 11 mg/l d'oxygène dissous en fonction du stade de développement des poissons (Binesse, 1983). Concernant l'oxygénation des eaux de surface (épilimnion) du lac Lambert en période estivale, nous observons des concentrations supérieures à 7 mg/l en oxygène dissous pour cette couche d'eau dans les deux bassins (annexe 1). Toutefois, les concentrations en oxygène observées diminuent rapidement pour atteindre moins de 7 mg/l dans l'hypolimnion (eaux profondes). Dans ces profondeurs du lac, l'espace vital pour la faune piscicole diminue donc en s'approchant du fond du lac.

Les profils d'oxygène présentés à la figure 7 sont de type hétérograde positif, nous y observons des concentrations élevées en oxygène dans la couche d'eau correspondant



au métalimnion, soit entre 4 et 8 mètres. Cette couche d'eau transitoire à l'égard de la température comprend la thermocline. Ce phénomène est possible lorsque l'eau est suffisamment transparente pour permettre aux organismes phytoplanctoniques de faire la photosynthèse à cette profondeur et par conséquent de produire de l'oxygène. Celle-ci s'y accumule donc en raison du confinement des eaux comprises dans la couche du métalimnion. Soulignons que des masses d'eau de températures différentes auront des densités différentes, par conséquent ces masses d'eau différentes ne peuvent se mélanger.

La **conductivité** traduit la minéralisation de l'eau qui participe à la productivité biologique d'un plan d'eau. La mesure moyenne de la conductivité du lac Lambert est de 53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le bassin sud et de 54 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le bassin nord, dictant un apport en minéraux relativement élevé provenant de son bassin versant. Soulignons que les valeurs moyennes de conductivité obtenues pour plus de 40 lacs à l'étude en 2010 et 2011 dans les municipalités de Saint-Alexis-des-Monts et de Saint-Élie-de-Caxton se situaient entre 12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 64 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Boissonneault, 2011). Notons que les valeurs de conductivité atteignaient 76 $\mu\text{S}/\text{cm}$ près du fond de la fosse du bassin sud et 98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ près du fond de la fosse du bassin nord.

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). Le lac Lambert est définitivement neutre avec une eau dont le pH moyen est de 7,0 pour les deux bassins (sud et nord). Cette valeur est située entre 6,5 et 9,0 représentant les limites selon les critères de la protection de la vie aquatique. Ce lac n'est donc pas considéré comme étant acide.

À retenir

En somme, le lac Lambert présente une stratification thermique bien marquée. Les teneurs élevées en oxygène observées dans les eaux de surface sont dues à l'échange possible avec l'atmosphère. Dans l'ensemble de la colonne d'eau, les conditions d'oxygène permettent d'assurer le maintien des populations de poissons. Cependant, l'oxygène dissous présente un déficit au fond du lac, ce qui laisse entrevoir un signe d'eutrophisation de ce lac. Ces déficits en oxygène ont été observés dans les eaux profondes des deux bassins (nord et sud). Les mesures de la conductivité qui sont relativement élevées semblent appuyer cette hypothèse.

À partir de ces mesures, nous ne pouvons établir sans aucun doute que le processus d'eutrophisation est amorcé pour ce lac. C'est à partir de mesures supplémentaires présentées au chapitre suivant, soit la caractérisation du littoral (macrophytes, périphyton et sédimentation), qu'il sera possible d'établir si le lac Lambert présente bien des signes d'eutrophisation.



CARACTÉRISATION DU LITTORAL DU LAC LAMBERT

Le littoral est la zone aquatique peu profonde normalement située en bordure d'un lac. Elle comprend la zone photique comprise entre la surface de l'eau et la profondeur maximale d'un lac exposée à une lumière suffisante pour que la photosynthèse se produise. La profondeur de la zone photique peut être affectée par la transparence de l'eau qui influence l'atténuation lumineuse dans la colonne d'eau. D'un point de vue biologique, la zone littorale est généralement très productive. Les conditions lumineuses et les apports sédimentaires (souvent riches en nutriments) permettent l'établissement de communautés de macrophytes. Cette zone est fréquemment nommée pouponnière du lac, car de nombreux organismes aquatiques peuvent y trouver refuge et s'y reproduire.

Les macrophytes

Les macrophytes aquatiques représentent une composante du compartiment végétal de la zone littorale. Ils désignent les grands végétaux aquatiques (bryophytes, ptéridophytes et spermatophytes) et les algues visibles, c'est-à-dire identifiables à l'œil nu sur le terrain (Haury et coll., 2000). Les plantes aquatiques sont des végétaux qui possèdent des feuilles, une tige, des racines et de véritables vaisseaux (plantes vasculaires). Elles sont généralement enracinées dans les sédiments de la zone littorale des plans d'eau. Il ne faut donc pas confondre les plantes aquatiques avec les algues qui sont dépourvues de véritables feuilles, tiges et racines (RAPPEL, 2008b). On peut diviser les macrophytes en 3 grands groupes :

- Plantes aquatiques émergées (hélrophytes) dont les feuilles sont dressées à l'extérieur de l'eau
- Plantes aquatiques flottantes (ex. : lentilles d'eau) ou à feuilles flottantes (ex. : nénuphars)
- Espèces immergées (hydrophytes) de plantes aquatiques et d'algues

Les plantes aquatiques sont essentielles à la santé de l'écosystème aquatique. Il est donc normal d'avoir des plantes aquatiques dans son lac. Elles y jouent plusieurs rôles dont ceux de filtrer les particules en suspension, de capturer des éléments nutritifs présents dans l'eau et les sédiments, de stabiliser les sédiments du littoral, de réduire l'érosion des rives et de fournir un habitat et de la nourriture pour différentes espèces fauniques. Cependant, tout est question de quantité et de qualité. Ainsi, une forte densité de certaines macrophytes révèle des apports excessifs en nutriments qui eutrophisent prématurément le lac (RAPPEL, 2008b).

Par ailleurs, les connaissances disponibles sur l'écologie des macrophytes permettent de les utiliser dans une analyse de bioindication, à partir des communautés ou des espèces elles-mêmes (Dutarte et Bertrin, 2009). Ainsi, des espèces sont reconnues pour préférer s'établir en milieux oligotrophes, alors que d'autres espèces préféreront les milieux



eutrophes. D'autre part, l'envahissement de la zone littorale par les macrophytes (abondance relative des communautés de macrophytes) permet d'évaluer le degré d'eutrophisation d'un lac. Notons que le degré d'envahissement par les macrophytes est relié au phénomène de l'eutrophisation. Il constitue donc une conséquence de l'eutrophisation et non une cause de ce phénomène (voir encadré 1). La caractérisation de la zone littorale est donc un outil complémentaire aux mesures déjà effectuées dans cette étude. Cette caractérisation permet ainsi d'évaluer avec plus de précision et de robustesse l'état de santé de ce lac.

Encadré 1 : Eutrophisation, envasement et macrophytes

Adapté de Fleurbec, 1987

Les lacs se répartissent en trois groupes principaux, suivant leur richesse en matière nutritive : les lacs oligotrophes (du grec *oligos* : peu et *trophê* : nourriture), les lacs eutrophes (du grec *eu* : bon) et les lacs mésotrophes (entre les deux). Cette richesse en matières nutritives détermine, jusqu'à un certain point, la quantité et la diversité des organismes vivants qui habitent le lac. Généralement, les lacs profonds aux eaux claires, encaissés dans le roc et bordés de rives sablonneuses, se classent parmi les lacs oligotrophes. La zone littorale de ces lacs reçoit très peu d'apports en matière organique et les **macrophytes** y sont peu diversifiés et peu abondants. Peu à peu s'installent les algues microscopiques et les autres végétaux, enrichissant le lac d'autant de matière organique qui servira de nourriture aux animaux ou, après décomposition, à d'autres végétaux. À un moment donné, la quantité de matière organique produite excédera la quantité utilisée par les organismes vivants ce qui entraînera une accumulation de débris organiques décomposés dans le lac. C'est donc le lac eutrophe, peu profond, aux eaux brunes et aux rives vaseuses; on parle de l'eutrophisation du lac, de son comblement. La zone littorale de ces lacs reçoit d'importants apports en matière organique et les **macrophytes** y sont diversifiés et abondants.

En résumé, l'**eutrophisation** est un processus de vieillissement naturel des lacs caractérisé par une augmentation de la productivité biologique d'un lac, c'est-à-dire 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. Cependant, 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 provenant des activités humaines (les épandages d'engrais et de fumier à proximité du lac, les rejets des installations septiques non conformes, l'artificialisation des rives ainsi que les coupes forestières excessives). 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.

Mis à part les problèmes d'anoxie et les risques de prolifération de cyanobactéries qu'engendre l'eutrophisation des lacs, c'est d'abord l'**envasement** et l'envahissement de la zone littorale par les végétaux aquatiques qui conduisent à la perte d'usages récréatifs en bordure de ces lacs (baignade, nautisme, etc.).



Matériel et méthode

Le protocole de caractérisation de la zone littorale du lac Lambert a été élaboré afin d'établir un portrait général de l'état de santé de la zone peu profonde du pourtour du lac : le littoral. Inspiré des travaux du RAPPEL portant sur l'inventaire du littoral du lac Memphrémagog (RAPPEL, 2005b), le présent protocole a été développé afin qu'il soit réalisable avec un effort d'échantillonnage réduit. Par conséquent, l'estimation des principaux paramètres a été effectuée à partir d'une évaluation visuelle sur le terrain pour des secteurs homogènes du littoral du lac. Ainsi, 28 secteurs ont été inventoriés au lac Lambert.

Les secteurs de la zone littorale ont été déterminés et géoréférencés à l'aide d'un GPS directement sur le terrain. Par la suite, l'inventaire de la zone littorale a été effectué visuellement à l'aide d'un aquascope pour des profondeurs variant entre 0 et 2 mètres, et ce, pour chaque secteur du littoral. Pour ces différents secteurs, l'inventaire des macrophytes a été réalisé par l'estimation du recouvrement occupé par les différentes espèces (ou groupes taxonomiques^s) de macrophytes. L'identification des macrophytes a été effectuée sur le terrain et en laboratoire lorsqu'un microscope était requis. Parallèlement, la caractérisation des sédiments de fond de la zone littorale a été réalisée par l'évaluation visuelle du type de substrat (ex. : sédiments fins, sable, gravier, etc.) et par l'estimation de la profondeur des sédiments récents.



Photo 1 : Aquascope maison fabriqué à partir du protocole de Legendre, 2008. Photo : Legendre, 2008.

Photo 2 : Inventaire de la zone littorale au lac des Six. Photo : Yann Boissonneault, 2010.

Photo 3 : Vue subaquatique de la zone littorale du lac des Six à l'aide d'un aquascope. La masse globuleuse jaunâtre est une colonie de bryozoaires, des animaux primitifs anciennement confondus avec des végétaux. La masse verte constituée de projections correspond à une éponge d'eau douce (*Spongilla lacustris*). Photo : Sophie Lemire, 2010.

^s Certaines espèces de macrophytes sont difficiles à identifier parce qu'elles requièrent une identification plus poussée. Dans certains cas, des espèces ont été jumelées dans un même groupe taxonomique.



Pourcentage de recouvrement des macrophytes

L'inventaire des macrophytes consiste d'abord à établir un portrait de l'envahissement par les végétaux aquatiques dans la zone littorale du lac. Le pourcentage de recouvrement total des macrophytes a donc été estimé pour chaque secteur de la zone littorale du lac. Comme les macrophytes atteignent leur développement maximal au mois d'août, l'inventaire de la zone littorale a été effectué à cette période. Les différentes classes de recouvrement des macrophytes indiquent le degré d'envahissement de la zone littorale.

Classes de recouvrement des macrophytes :

0 - 10 %
11 - 25 %
26 - 50 %
51 - 75 %
76 - 100 %

Source : RAPPEL, 2005b

Inventaire spécifique des macrophytes

Afin de dresser le portrait général des communautés de macrophytes, l'abondance relative des macrophytes a été calculée. Le pourcentage de recouvrement moyen a ainsi été estimé pour chaque espèce ou groupe taxonomique. Par la suite, il a été possible de mettre en évidence la distribution des espèces dominantes, leur occurrence et les espèces indicatrices des milieux eutrophes. De plus, cet inventaire a permis d'identifier les macrophytes considérés comme étant problématiques, soit à potentiel d'envahissement élevé. L'abondance relative des macrophytes a été estimée pour chaque secteur de la zone littorale du lac à partir d'une évaluation visuelle.

La présence excessive d'algues filamenteuses a aussi été notée pour chaque secteur inventorié. Ces algues sont indicatrices d'eutrophisation lorsqu'elles sont surabondantes, soit assez abondantes, pour être visibles à l'œil nu.



Algues vertes filamenteuses

Source : Biggs et Kilroy, 2000



Accumulation sédimentaire

La mesure de l'accumulation sédimentaire permet d'évaluer l'envasement des différents secteurs inventoriés. Pour chaque secteur de la zone littorale inventorié, cinq mesures d'épaisseur des sédiments ont été prises à l'aide d'une tige graduée. Par la suite, la moyenne de ces mesures a été calculée. Trois classes d'épaisseur des sédiments sont présentées afin de considérer l'importance de la sédimentation.

Classes d'épaisseur des sédiments :

0 - 10 cm
10 - 50 cm
50 cm et +

Source : RAPPEL, 2005b

Type de substrat

La caractérisation des différents types de substrats du fond a été effectuée dans la zone littorale. Elle permet par exemple d'identifier les secteurs de la zone littorale soumis aux apports en matière organique (vase). Comme certaines espèces de macrophytes ont des préférences distinctes pour le substrat dans lequel elles s'enracinent, il est possible d'en expliquer la présence dans un secteur donné. L'évaluation qualitative du substrat a été faite visuellement sur le terrain. Voici la liste des différents types de substrats.

Les types de substrats inventoriés :

Mince dépôt de particules fines
Particules fines
Sable
Gravier
Galets
Bloc
Roc

Source : RAPPEL, 2005b



Résultats et interprétation

Pourcentage de recouvrement des macrophytes

En 2011 dans le bassin nord du lac Lambert, le recouvrement moyen de la zone littorale par les macrophytes était de 35 %, ce qui traduit une abondance de végétaux aquatiques intermédiaire en termes d'importance. Les différentes classes de recouvrement par les macrophytes étaient tous représentées dans ce bassin (carte 4). Dans le bassin sud le recouvrement moyen de la zone littorale par les macrophytes était de 14 %, ce qui traduit une faible abondance des végétaux aquatiques. Pour le bassin sud, la majorité des secteurs affichait de faibles pourcentages de recouvrement (entre 0 et 10 %), sauf pour deux secteurs situés au nord dans des baies peu profondes où le recouvrement par les macrophytes était plus important (carte 4).

Inventaire spécifique des macrophytes

D'abord, l'inventaire des macrophytes nous a permis d'observer la présence de 23 espèces de macrophytes au lac Lambert. Cette richesse élevée en espèce est typique des lacs mésotrophes. Les espèces les plus rencontrées (occurrence) sur l'ensemble de la ceinture littorale du lac étaient : *Potamot à larges feuilles* (79 % d'occurrence), *Sagittaire graminioïde* (75 % d'occurrence), *Ériocolon à sept angles* (64 % d'occurrence) et *Potamot de Robbins* (54 % d'occurrence; tableau 5). Cinq autres espèces de macrophytes étaient présentes dans plus du tiers des secteurs inventoriés (entre 36 et 39 % d'occurrence; tableau 5).

Les espèces les plus abondantes lorsque présentes dans un secteur inventorié étaient : *Potamot de Robbins* (12 % de recouvrement moyen), *Ériocolon à sept angles* et *Nymphaea sp* (9 % de recouvrement moyen chacune). Deux de ces trois espèces (*Potamot de Robbins* et *Ériocolon à sept angles*) étaient dominantes en raison de leur importance, soit leur occurrence et leur recouvrement relativement élevé. Avant de présenter ces deux espèces, notons que des dix espèces les plus rencontrées au lac Lambert, cinq d'entre elles sont typiques des milieux oligotrophes, bien qu'elles peuvent être rencontrées dans les milieux mésotrophes et eutrophes, et quatre espèces sont typiques des milieux mésotrophes et eutrophes (tableau 5). Le *Myriophylle sp* n'a pas de niveau trophique préférentiel identifié dans la littérature (tableau 5), car nous n'avons pas été en mesure d'identifier cette plante à l'espèce.



Le Potamot de Robbins est commun dans de nombreux lacs du Québec. Ses feuilles rigides et linéaires brunâtres ou rougeâtres sont disposées sur deux rangs de part et d'autre de la tige, ce qui lui donne l'apparence d'une plume. Cette plante mesure environ 50 cm (RAPPEL, 2008b). Son feuillage sert de nourriture à de nombreux organismes aquatiques (Marie-Victorin, 1995). Cette espèce typique des milieux mésotrophes et eutrophes semble vivre principalement dans les fonds vaseux à différentes profondeurs. Ce potamot détient un potentiel d'envahissement élevé (RAPPEL, 2008b). Rappelons que cette espèce a été rencontrée dans plus de la moitié des secteurs inventoriés, et lorsqu'elle était présente, elle occupait 12 % de la zone littorale en moyenne.



Potamot de Robbins

Source : RAPPEL, 2008b.

Photo reproduite avec l'autorisation du RAPPEL obtenue en 2011.



Ériocaulon à sept angles

Source : RAPPEL, 2008b.

Photo reproduite avec l'autorisation du RAPPEL obtenue en 2011.

L'Ériocaulon à sept angles est aussi une plante aquatique commune au Québec. Cette espèce se caractérise par ses feuilles longuement triangulaires disposées en rosette à la surface du sol (RAPPEL, 2008b). Elle colonise les eaux peu profondes (moins de 1 mètre) qui reposent généralement sur un substrat graveleux ou sableux. Typique des milieux oligotrophes, on la retrouve aussi dans les plans d'eau mésotrophes (Fleurbec, 1987). Compte tenu de sa petite taille, cette espèce ne limite que très peu les activités humaines. On la retrouvait dans 64 % des secteurs inventoriés, et lorsqu'elle était présente, elle occupait en moyenne 9 % de la zone littorale.



Les plantes aquatiques envahissantes

Le Myriophylle que l'on retrouve au lac Lambert n'a pu être identifié à l'espèce, car aucune fleur nécessaire à l'identification n'a été trouvée. Distinguer les myriophylles en l'absence de fleurs ou de fruits s'avère une tâche très difficile (Fleurbec, 1987). Souvent une analyse de l'ADN est requise pour confirmer l'identification (Washington, 2001). Cependant, cette espèce n'est probablement pas le *Myriophylle à épis* (*M. spicatum* L.), une espèce exotique envahissante, car des caractéristiques anatomiques nous ont permis d'écarter cette espèce. Nous ne pouvons donc pas affirmer que cette plante aquatique est envahissante.



Le **Potamogeton à larges feuilles** qui présentait seulement 4 % de recouvrement moyen a été observé dans la majorité des secteurs de la zone littorale inventoriés au lac Lambert (79 % d'occurrence). Bien qu'elle soit indigène, cette espèce est considérée comme envahissante. Capable d'une abondante multiplication végétative, qui se fait par les rhizomes et les fragments de tiges, elle forme de luxuriants pâturages aquatiques (Marie-Victorin, 1995). Ainsi, des précautions devront être prises afin d'éviter sa propagation dans d'autres secteurs du lac et d'autres lacs de la région. Ces précautions doivent être prises lors des déplacements en embarcation munie d'un moteur, qu'il soit électrique ou non. L'hélice de ces moteurs pourrait déloger et propager cette espèce ailleurs dans la région.

Potamogeton à larges feuilles.
Source RAPPEL, 2008.
Photos reproduites avec
l'autorisation du RAPPEL
obtenue en 2011.

Les algues filamenteuses et le périphyton

Lors de nos visites terrain, nous avons observé la présence d'algues filamenteuses dans 14 % des secteurs inventoriés. Ces secteurs étaient tous situés dans le bassin sud du lac Lambert (secteurs 21, 25, 26 et 27; carte 4). Rappelons que les algues filamenteuses sont indicatrices d'eutrophisation lorsqu'elles sont surabondantes.

L'accumulation d'algues périphytiques ou épiphytiques (algues brunes) a aussi été observée lors de nos visites terrain. Cette accumulation était présente dans 39 % des secteurs inventoriés, soit dans les secteurs 02, 03, 06, 08, 13, 14, 15, 18, 19, 23 et 26 (carte 4). Notons qu'un suivi du périphyton (algues brunes) a été effectué de façon plus poussée dans cinq secteurs du bassin sud du lac Lambert. Nous présenterons les résultats de ce suivi du périphyton plus loin dans cette étude.

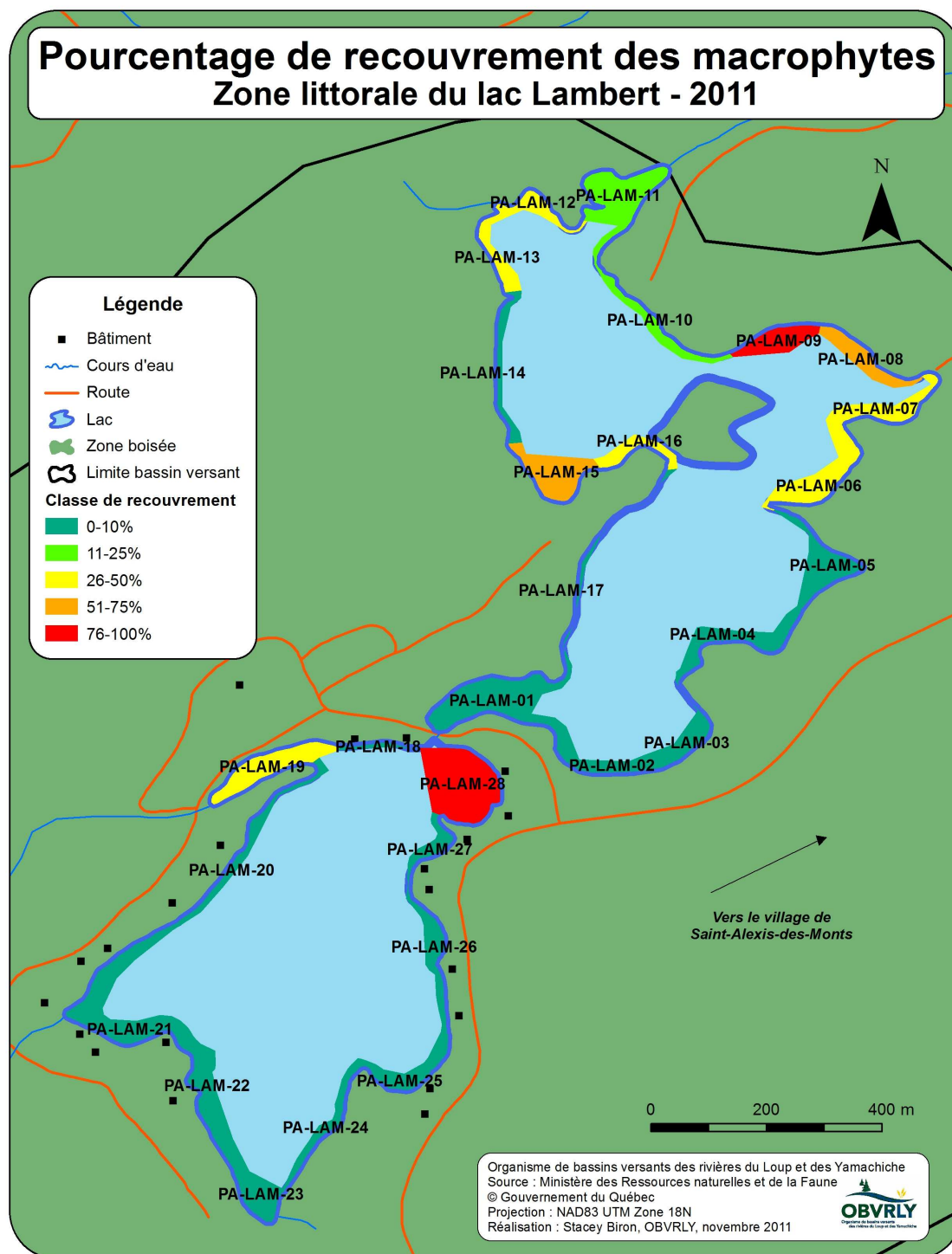


Tableau 5 : Occurrence, recouvrement moyen et niveau trophique préférentiel des macrophytes du lac Lambert, 2011

Espèces	Occurrence (%)	Recouvrement moyen (%)	Niveau trophique préférentiel *
Potamot à larges feuilles	79	4	M/E
Sagittaire graminoïde	75	2	O
Ériocolon à sept angles	64	9	O/M
Potamot de Robbins	54	12	M/E
Potamot nain	39	3	M/E
Isoète à spores épineuses	39	1	O
Naïas souple	36	4	M/E
Potamot émergé	36	3	O/M
Myriophylle sp.	36	2	N/D
Lobélie de Dortmann	25	2	O
Nymphée sp.	21	9	O/M/E
Vallisnérie d'Amérique	21	1	M/E
Grand nénuphar jaune	18	1	O/M/E
Potamot spiralé	18	1	M/E
Éléocharide aciculaire	14	6	N/D
Limoselle à feuilles subulées	14	3	N/D
Utriculaire pourpre	11	4	M/E
Pontédérie à feuilles en cœur	11	2	E
Rubanier à feuilles étroites	11	2	N/D
Potamot graminoïde	7	3	M
Algues Chara et Nitella	7	1	M/E
Utriculaire vulgaire	7	1	M/E
Callitriche des marais	4	1	O

* O = oligotrophe; M = mésotrophe; E = eutrophe; N/D = non disponible.
Tiré de Fleurbec, 1987





Carte 4 : Abondance des macrophytes, toutes espèces confondues, évaluée à partir du pourcentage de recouvrement des 28 secteurs inventoriés de la zone littorale, lac Lambert - 2011



Type de substrat

Les types de substrats dominants rencontrés dans la zone littorale du lac Lambert étaient principalement composés de galets, de gravier et de sable (tableau 6). La présence de particules fines correspondant à une accumulation sédimentaire et de matière organique a été observée dans 25 % des secteurs inventoriés et la présence de minces dépôts de particules fines a été observée dans 50 % des secteurs inventoriés (tableau 6). Ces derniers étaient tous situés dans le bassin nord du lac Lambert. D'autre part, le substrat de la zone littorale du bassin sud était essentiellement composé de blocs, de galets et de gravier, substrats moins propices à l'implantation des macrophytes (carte 4).

Tableau 6 : Substrats rencontrés dans la zone littorale du lac Lambert en 2011

Type de substrat	Occurrence (%)*
Mince dépôt de particules fines	50
Particules fines	25
Sable	57
Gravier	61
Galets	64
Bloc	32
Roc	0

* Pourcentage des secteurs inventoriés où nous avons noté la présence d'un type de substrat donné. Notons qu'un secteur donné de la zone littorale peut comporter plusieurs types de substrats.

Accumulation sédimentaire

L'accumulation moyenne des sédiments récents de la zone littorale du lac Lambert était de 4 cm dans le bassin sud et de 7 cm dans le bassin nord, ce qui représente une faible accumulation sédimentaire. Dans le bassin sud, le secteur 19 affichait les plus importantes accumulations sédimentaires (carte 4), l'épaisseur estimée des sédiments pouvait y atteindre 60 cm d'accumulations récentes, ce qui représente une accumulation importante de sédiments récents. Cette baie (secteur 19) reçoit les eaux d'un tributaire qui prend sa source dans les montagnes avoisinantes (carte 1). Pour le bassin nord, les secteurs présentant les accumulations sédimentaires les plus importantes étaient : 01, 09, 11 et 12, pour lesquels l'épaisseur moyenne des sédiments variait entre 13 cm et 28 cm, ce qui représente une accumulation sédimentaire intermédiaire en termes d'importance. Ces accumulations étaient aussi situées dans certaines baies de ce bassin du lac Lambert.



Suivi du périphyton

Le suivi du périphyton a été réalisé d'une façon expérimentale au lac Lambert à l'aide du *Protocole de suivi du périphyton* développé par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), le Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides) et le Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL). À l'étape du développement en 2011, ce protocole s'adresse aux associations de riverains et aux organismes engagés dans la conservation et la protection des lacs et qui désirent effectuer le suivi du périphyton comme indicateur de l'eutrophisation des lacs. Afin de bien saisir la participation de l'OBVRLY à ce projet et le caractère expérimental de l'utilisation de ce protocole au lac Lambert en 2011, voici le préambule de ce protocole paru en 2011 :

« La caractérisation et le suivi du périphyton dans le littoral comme un indicateur de l'eutrophisation des lacs sont des approches relativement récentes. L'intérêt pour cet indicateur vient du lien démontré entre l'abondance du périphyton et l'importance des apports en phosphore, dont ceux qui sont liés à l'occupation humaine dans le bassin versant des lacs. Pour certains lacs, un changement dans le périphyton peut même être un des premiers signes observables de l'enrichissement par les matières nutritives. Le suivi du périphyton à l'aide d'un protocole rigoureux et standard devient donc intéressant pour établir la situation de cette composante et pour suivre son évolution dans le temps. Les résultats vont donner des indications sur l'eutrophisation du lac.

Cependant, contrairement au suivi de la qualité de l'eau, les barèmes d'interprétation de l'état trophique des lacs basés sur le périphyton sont encore en développement. En plus de la recherche scientifique de base, ce développement se fait en accumulant des données sur plusieurs lacs. Dans cette optique, les utilisateurs de ce protocole participeront à un projet visant, à moyen et long terme, à augmenter nos connaissances sur le périphyton des lacs du Québec, à préciser les barèmes d'interprétation des résultats et à parfaire nos connaissances sur l'eutrophisation. » (MDDEP, CRE Laurentides et GRIL, 2011).

Comme il est cité précédemment dans ce préambule, les barèmes d'interprétation (critère ou seuil) de cette méthode sont encore à établir. Jusqu'à maintenant, les travaux de Lambert et Cattaneo** (2008) effectuée dans les Laurentides suggèrent qu'une épaisseur du périphyton sur les roches (épilithon) supérieure à 5 mm représente un premier signe de dégradation du lac causée par le développement de la villégiature sur son pourtour. Ces signes que l'on observe dans la zone littorale précéderont les changements qui ont lieu dans la zone pélagique.



Apparence typique du périphyton
Source : MDDEP, CRE Laurentides et GRIL, 2011

** Groupe de Recherche Interuniversitaire en Limnologie (GRIL), Département de Sciences Biologiques, Université de Montréal.



Dans ce protocole on définit le périphyton comme étant une communauté complexe d'organismes microscopiques (algues, bactéries, protozoaires et métazoaires) et de détritus s'accumulant à la surface des objets (roches, branches, piliers de quai et autres).

Matériel et méthodes



Prise des mesures de l'épaisseur du périphyton en plongée, secteur PERI-LAMB-03, lac Lambert, août 2011. Source : Yann Boissonneault

Les mesures et observations réalisées dans le cadre de ce suivi ont été effectuées sur seulement cinq sites d'échantillonnage de la zone littorale, en raison du caractère expérimental de ce suivi. Ces sites étaient tous situés dans le bassin sud du lac Lambert, car il offrait les conditions propices pour le suivi du périphyton. En effet, ce bassin possédait une zone littorale dont le substrat était dominé par le galet.

Voici un résumé des mesures et des observations réalisées dans le cadre du suivi du périphyton au lac Lambert en 2011, et ce, pour chacun des cinq sites suivis dans le bassin sud, adapté de MDDEP, CRE Laurentides et GRIL, 2011 :

Épaisseur du périphyton	30 mesures (en mm) par site réparties sur 10 roches, soit 3 mesures par roche.
Grosueur des roches	Évaluation de la classe de grosueur de chacune des roches sur lesquelles les mesures sont effectuées.
Apparence du périphyton et importance relative	Sur chacune des roches sur lesquelles les mesures sont effectuées : • Tapis-film de périphyton (si présent), couleurs (dominante et secondaire) et pourcentage de recouvrement. • Filaments (si présents) : couleurs (dominante et secondaire), longueur maximale et pourcentage de recouvrement

Note : Pour plus de détails concernant le matériel et les méthodes se référer au *Protocole de suivi du périphyton* (MDDEP, CRE Laurentides et GRIL, 2011)



Résultats et interprétations

Nous avons observé dans quatre sites (PERI-LAMB-01 à PERI-LAMB-04) que l'épaisseur moyenne du périphyton sur les roches pour lesquelles nous avons pris des mesures ne dépassait pas 1 mm (tableau 7). L'épaisseur maximale mesurée dans ces mêmes sites ne dépassait pas 5 mm, épaisseur qui rappelons-le correspond à un seuil au-delà duquel une dégradation du lac peut être soupçonnée. De ces quatre sites, deux sont situés en zone habitée et deux autres sont situés en zone non habitée (témoin), ce qui nous permet de supposer que le littoral des secteurs habités (PERI-LAMB-01 et PERI-LAMB-04; carte 5) ne présente pas de signes de dégradation. D'autre part, pour le site PERI-LAMB-05 nous avons observé une épaisseur moyenne du périphyton de 2,4 mm, ce qui représente une épaisseur du périphyton de plus de deux fois supérieure aux mesures effectuées dans les sites précédents. L'épaisseur maximale mesurée sur ce site était de 5 mm (tableau 7), épaisseur correspondant au seuil indiquant un signe précurseur de dégradation du littoral.

Tableau 7 : Épaisseur du périphyton dans cinq secteurs de la zone littorale du bassin sud du lac Lambert – août 2011

Sites suivis*	Épaisseur du périphyton (en mm)		
	minimale	moyenne	maximale
PERI-LAMB-01	0	0,97	3
PERI-LAMB-02**	0	0,93	4
PERI-LAMB-03**	0	0,53	2
PERI-LAMB-04	0	0,57	3
PERI-LAMB-05	0	2,40	5

* voir carte 5

** secteurs non habités

Concernant l'importance du recouvrement des roches par le périphyton, nous avons observé au site PERI-LAMB-05 un recouvrement de 75 à 100 % (classe 4) de recouvrement sur les dix roches ayant fait l'objet de mesures (tableau 8). La majorité des roches mesurées aux sites PERI-LAMB-01 et PERI-LAMB-02 présentaient des recouvrements par le périphyton se situant entre 40 et 100 % (classes 3 et 4; tableau 8). Pour les sites PERI-LAMB-03 et PERI-LAMB-04, les roches étaient recouvertes sur moins de 40 % de leur surface pour la plupart (tableau 8).

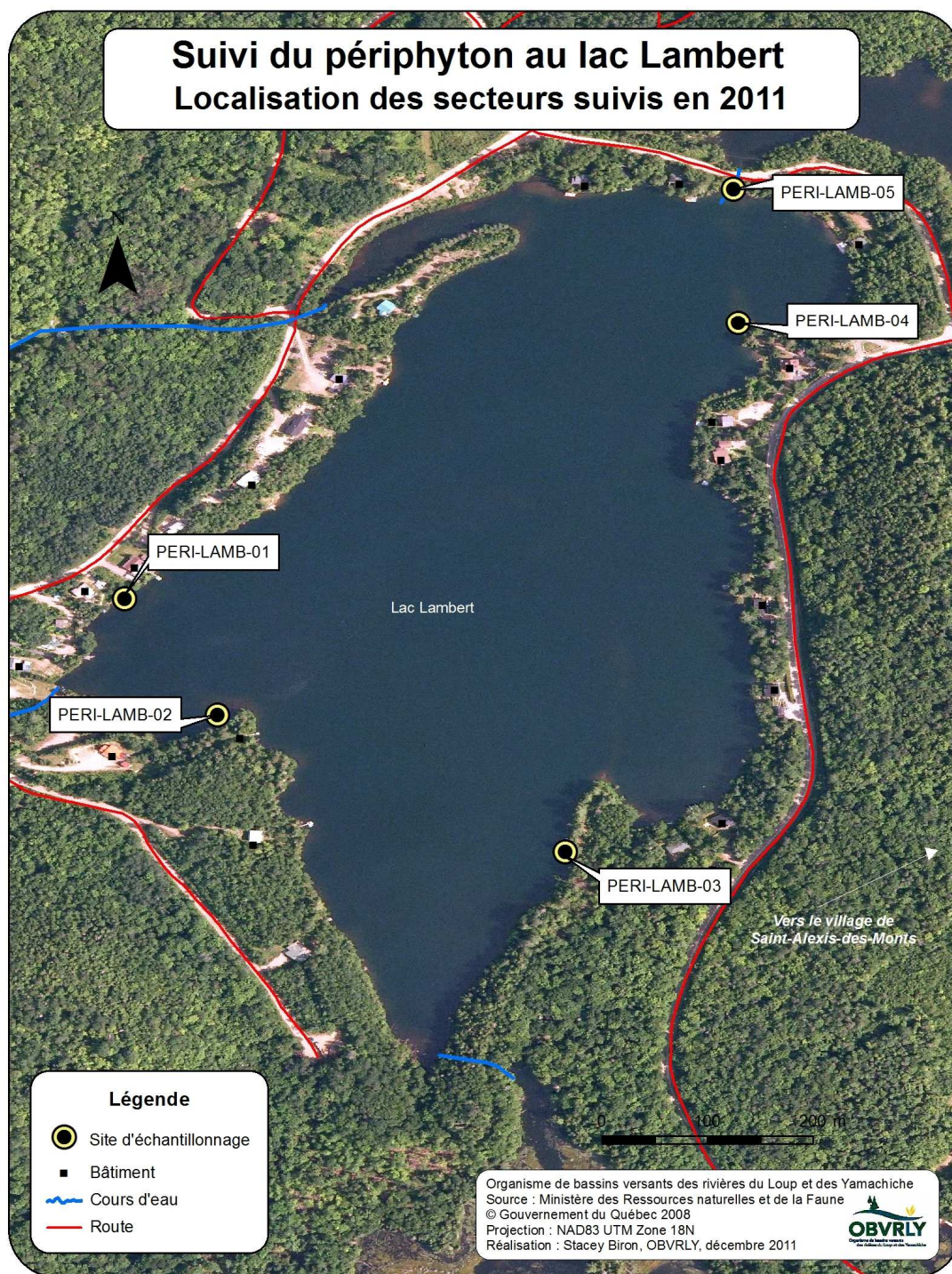
Tableau 8 : Pourcentage de recouvrement des roches par le périphyton dans cinq secteurs de la zone littorale du bassin sud du lac Lambert – août 2011

Sites suivis*	Recouvrement des roches par le périphyton				Nombre total de roches
	classe 1 (0 à 20 %)	classe 2 (> 20 à 40 %)	classe 3 (> 40 à 75 %)	classe 4 (> 75 à 100 %)	
PERI-LAMB-01	1	0	4	5	10
PERI-LAMB-02**	1	0	3	6	10
PERI-LAMB-03**	2	6	2	0	10
PERI-LAMB-04	5	2	0	3	10
PERI-LAMB-05	0	0	0	10	10

* voir carte 5

** secteurs non habités





Carte 5 : Localisation des secteurs de suivi du périphyton, lac Lambert - 2011



En résumé, le site PERI-LAMB-05 se distingue des autres sites suivis en 2011, car il présentait une nette différence quant à l'épaisseur moyenne du périphyton qui était de plus de deux fois supérieure aux quatre autres sites suivis. De plus, les roches présentent dans la zone littorale de ce site étaient toutes recouvertes par le périphyton sur plus de 75 % de leur surface. La présence d'un chemin non pavé situé à proximité de ce site (carte 5) et l'apport sédimentaire qui en découle pourrait expliquer cette augmentation de l'épaisseur du périphyton. Il est à noter que la présence de sédiments sur les roches peut apporter un biais dans les mesures de l'épaisseur du périphyton (Lambert et Cattaneo, 2008). Malgré ce biais dans la mesure de l'épaisseur du périphyton, les apports sédimentaires vers le lac sont reconnus comme étant un facteur important contribuant à l'enrichissement en nutriments, principaux responsables de l'eutrophisation des lacs.

À retenir

Voici les faits saillants de la caractérisation du littoral du lac Lambert qui nous a permis de constater quelques signes d'enrichissement en nutriments qui notons-le étaient plus marqués dans certains secteurs du lac :

- Le recouvrement du littoral par les macrophytes était plus élevé dans le bassin nord (recouvrement intermédiaire) que dans le bassin sud (faible recouvrement), bien que certains secteurs de ce dernier possédaient une zone littorale caractérisée par un degré élevé d'envahissement par les macrophytes.
- Dans le bassin nord, une accumulation de sédiments récents et de matière organique a été observée dans la moitié des zones inventoriées.
- Des deux espèces dominantes de macrophytes inventoriées, l'une d'elles est typique des milieux oligotrophes (*Ériocolon à sept angles*) et l'autre est typique des milieux mésotrophes (*Potamot de Robbins*).
- Une espèce à potentiel d'envahissement (*Potamot à larges feuilles*) a été identifiée dans l'ensemble des zones littorales inventoriées.
- La présence d'algues filamenteuses (indicatrices d'eutrophisation lorsqu'elles sont surabondantes) a été observée dans 14 % des secteurs inventoriés. Ces secteurs étaient tous situés dans le bassin sud du lac Lambert.
- Dans le bassin sud, où le suivi du périphyton a été effectué, seulement un site sur cinq présentait des signes de dégradation.



CONCLUSION

Cette étude visait à identifier les principaux symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Lambert. Bien que l'ensemble des mesures effectuées dans le cadre de cette étude ne suggère pas de problèmes sévères de vieillissement prématuré du lac (eutrophisation), nous avons observé certains signes d'eutrophisation pour ce lac :

- Les résultats obtenus à partir des mesures réalisées selon le protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* en 2011 situaient le bassin sud du lac Lambert dans la classe oligotrophe. À partir de ces mesures, nous ne pouvons donc pas établir que le processus d'eutrophisation est amorcé pour ce lac.
- Toutefois, des déficits en oxygène dissous ont été observés dans les eaux profondes (hypolimnion) et près des sédiments, ce qui laisse entrevoir un signe d'eutrophisation des deux bassins de ce lac (bassin nord et bassin sud). Les mesures de la conductivité mesurées qui sont relativement élevées semblent appuyer cette hypothèse.

La ceinture littorale qui correspond à la zone peu profonde autour du lac reçoit une part importante des apports sédimentaires et en nutriments provenant du territoire. Ces apports en nutriments, comme le phosphore, sont reconnus pour contribuer à l'eutrophisation des plans d'eau. Par ailleurs, il est connu qu'une grande partie de la charge diffuse en phosphore est initialement séquestrée dans la zone littorale par les macrophytes, les épiphytes et les sédiments (Carignan, 2010). La caractérisation de la zone littorale du lac Lambert a donc été effectuée afin de compléter les informations obtenues à partir des mesures effectuées dans cette étude, tels les profils physico-chimiques et les mesures réalisées selon le protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP. La caractérisation du littoral a ainsi permis de confirmer que le lac Lambert était relativement en bonne santé à l'égard de l'eutrophisation, malgré quelques signes d'eutrophisation. En voici les faits saillants :

- Dans le bassin nord du lac Lambert, le recouvrement moyen de la zone littorale par les macrophytes nous indique un degré d'envahissement intermédiaire, typique des lacs mésotrophes. Pour le bassin sud ce recouvrement était plutôt faible, ce dernier étant typique des lacs oligotrophes.
- La richesse spécifique intermédiaire (23 espèces de macrophytes inventoriées) est généralement typique des lacs mésotrophes.
- Des deux espèces dominantes de macrophytes inventoriées, l'une d'elles est typique des milieux oligotrophes (*Ériocolon à sept angles*) et l'autre est typique des milieux mésotrophes (*Potamot de Robbins*).
- Une espèce à potentiel d'envahissement (*Potamot à larges feuilles*) a été identifiée dans l'ensemble des zones littorales inventoriées.



- Dans le bassin nord, une accumulation de sédiments récents et de matière organique a été observée dans la moitié des zones inventoriées.
- La présence d'algues filamenteuses (indicatrices d'eutrophisation lorsqu'elles sont surabondantes) a été observée dans 14 % des secteurs inventoriés. Ces secteurs étaient tous situés dans le bassin sud du lac Lambert.
- Dans le bassin sud, où le suivi du périphyton a été effectué, seulement un site sur cinq présentait des signes de dégradation.

Nous avons tenté de comprendre, à partir des quelques données disponibles, si la situation géographique du lac Lambert pouvait être un facteur favorisant le vieillissement prématuré (eutrophisation) de celui-ci. Or, après analyse du ratio de drainage et de l'état écologique des bandes riveraines, nous avons constaté que ces facteurs ne favorisaient pas des apports importants en sédiments :

- Le lac Lambert possède un bassin versant dont la superficie est neuf fois supérieure à la superficie de son lac, ce qui est faible comme ratio de drainage. Par conséquent, les charges naturelles en sédiments et en éléments nutritifs sont limitées.
- Les rives du lac Lambert étaient de bonne qualité dans l'ensemble (excellente qualité à qualité intermédiaire). Notons que les rives bordants le bassin sud étaient légèrement plus artificialisées, alors que la majorité des rives du bassin nord étaient naturelles.

Rappelons que cette étude (phase 2; voir annexe 3) avait pour objectif d'identifier la présence de symptômes d'eutrophisation au lac Lambert. De ce fait, elle ne visait pas l'identification exhaustive des causes de perturbations qui proviennent principalement des activités qui ont lieu à l'intérieur de son bassin versant. Ces causes sont plutôt examinées lors d'une 3^e phase d'étude qui consiste à les déterminer par l'analyse du bassin versant du lac et de ses tributaires (voir annexe 3).

Même si ce lac est composé de deux bassins (nord et sud) de superficies comparables, quelques différences ont été constatées à l'égard de leurs caractéristiques naturelles et de leur état trophique.

Le **bassin nord** présentait certains signes d'eutrophisation à l'égard des caractéristiques du littoral. Par exemple, c'est dans le littoral du bassin nord que nous avons observé les accumulations moyennes en sédiments et en matière organique les plus élevées. Par conséquent, le pourcentage de recouvrement par les macrophytes était plus élevé dans la zone littorale du bassin nord que dans celle du bassin sud. Cette différence peut être expliquée en partie par l'historique de ce bassin. Originellement un milieu humide, le bassin nord du lac Lambert a été créé artificiellement lors de l'érection d'un barrage. L'enneigement des terres qui résulte de la création d'un bassin artificiel peut causer un apport en phosphore si cette couche n'a pas été enlevée avant l'enneigement du terrain. La décomposition de la matière organique issue des sols inondés peut continuer à contribuer aux apports en nutriments pendant des décennies (Carignan, 2008). Par conséquent, le bassin nord du lac Lambert présente des signes d'eutrophisation



typiques des lacs oligo-mésotrophes ou mésotrophes. Toutefois, des mesures supplémentaires, telles les concentrations en phosphore et en chlorophylle a prises dans les eaux de surface au-dessus de la fosse effectuées selon le protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP, seraient nécessaires afin de préciser le statut trophique du bassin nord du lac Lambert.

Nous avons observé dans le **bassin sud** du lac Lambert certaines caractéristiques qui le distingue du bassin nord. Ce bassin est plus encaissé que le bassin nord, il est plus profond et l'eau y est plus claire. Le littoral de ce bassin est caractérisé par un substrat composé de galets, de gravier et de sable, typique des lacs oligotrophes. De ce fait, le pourcentage de recouvrement par les macrophytes était moins élevé dans l'ensemble de la zone littorale de ce bassin. Malgré que ce bassin présente des caractéristiques naturelles typiques des lacs oligotrophes, quelques signes d'eutrophisation y ont été remarqués. C'est seulement dans ce bassin que la présence d'algues filamenteuses a été observée. Indicatrices d'apports en éléments nutritifs, ces algues filamenteuses étaient présentes dans la zone littorale du côté de ce bassin. Contrairement à l'ensemble du littoral, la zone littorale du secteur nord de ce bassin présentait des signes d'eutrophisation particulièrement marqués. Le pourcentage de recouvrement par les macrophytes y était très élevé, indiquant un degré d'envahissement élevé par ceux-ci. De plus, c'est seulement dans ce secteur que le suivi du périphyton a révélé un signe de dégradation du littoral. Rappelons que ce secteur du lac Lambert est caractérisé par la présence d'un chemin non pavé situé à proximité et par une bande riveraine de qualité intermédiaire (IQBR, classe C; carte 2). Il est important de souligner que le nombre de résidences qui occupe l'ensemble de la ceinture riveraine est beaucoup plus élevé dans le bassin sud, ce qui pourrait en partie expliquer les signes d'eutrophisation observés.

L'ensemble des mesures effectuées en 2011 nous indique que le lac Lambert est en bonne santé, mais que celui-ci présente une vulnérabilité relative à l'eutrophisation. Comme des signes d'eutrophisation ont été observés particulièrement dans la zone littorale de certains secteurs, une attention particulière devra être accordée aux activités qui ont lieu sur son pourtour, tel l'état des bandes riveraines, des chemins et des installations septiques. Ces efforts devront être déployés de la part des riverains et des instances concernées par la gestion des plans d'eau afin de préserver à moyen et long terme son état de santé actuel.



RECOMMANDATIONS

Cette étude nous indique que le lac Lambert est généralement en bonne santé, mais que celui-ci présente une vulnérabilité à l'eutrophisation. Les dix recommandations qui sont émises dans cette section permettront de définir des pistes de solutions afin de diminuer les apports en phosphore, ce dernier étant considéré comme le principal responsable de l'eutrophisation des lacs. Notons que le problème de l'eutrophisation ne peut être résolu par l'entremise d'une seule action. C'est l'ensemble des interventions conjuguées des acteurs du milieu (riverains, municipalités, forestiers, etc.) qui permettra d'atteindre les objectifs de conservation préalablement établis. Ainsi, il sera possible de préserver l'état actuel du lac Lambert et les usages qui y sont associés.

1. Assurer le suivi de la conformité des installations septiques

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a élaboré un guide visant à accompagner les municipalités et les propriétaires riverains dans la réalisation de l'inventaire des installations septiques des résidences isolées situées en bordure des lacs et des rivières^{††}. Cet inventaire permettra 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.22). 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 devons mentionner que les installations septiques conformes à la réglementation (Q-2, r.22) 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 qui ont évalué 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^{††}.

^{††} 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.*

<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 :*

<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-Alexis-des-Monts et les comités de riverains devront travailler à sensibiliser les riverains à l'importance d'une ceinture végétale dans la préservation de l'intégrité écologique du lac Lambert. Idéalement, toutes les rives des propriétés riveraines du lac devraient être minimalement revégétalisées sur 10 à 15 mètres de largeur, selon la pente, conformément à la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* adoptée par le MDDEP. Soulignons que cette politique 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. 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 coll.*, 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 coll.*, 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 (FIOHQ) permet d'identifier rapidement les végétaux recommandés en fonction des caractéristiques propres au site à revégétaliser^{ss}. 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.

^{ss} ...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.fihq.qc.ca/html/recherche.php>. Il existe aussi un répertoire des végétaux adaptés aux bandes riveraines : http://www.fihq.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 de Saint-Élie-de-Caxton :

<http://www.st-elie-de-caxton.com/milieuriverain/>

MDDEP. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables :*

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/index.htm>

MDDEP. *Végétalisation de la bande riveraine.*

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/vegetalisation-bande-riveraine.pdf>

3. Promouvoir l'utilisation de savons sans phosphates

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 phosphates. 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 phosphates de nos eaux usées. Ainsi, 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 phosphates sont disponibles aux liens 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 Web ne sont qu'à titre purement indicatif et démontrent qu'il existe des produits sans phosphates, 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.ccsa.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

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 des 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, 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 pour les 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 pour la municipalité, les producteurs forestiers et les 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
- Adopter une gestion optimale des eaux de pluie

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, permettra 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.

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

BOUCHER, I., 2010. *La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. « Planification territoriale et développement durable », 118 p. [www.mamrot.gouv.qc.ca]



RÉSEAU environnement, 2010. *Guide de gestion des eaux pluviales, stratégies d'aménagement, principes de conception et pratique de gestion optimale pour les réseaux de drainage en milieu urbain*. Pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et le ministère des Affaires municipales, Régions et Occupations du territoire (MAMROT). 364 pages et 3 annexes
[\[www.mddep.gouv.qc.ca/eau3pluviales/guides.htm\]](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau3pluviales/guides.htm)

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

Lien 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, 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.

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), 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 pages.

Pour plus d'informations sur les méthodes de contrôle du ruissellement en milieu forestier, consultez les documents et liens 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>

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>



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 d'un lac 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 d'un 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 pages, ISBN 2-551-21389-5

http://www.fondationdelafaune.qc.ca/initiatives/guides_pratiques/30

8. Éviter d'arracher les plantes aquatiques

Que ce soit à la main ou par faucardage, il est inutile et néfaste pour l'écosystème littoral d'arracher les plantes aquatiques. En fait, cette action :

- N'empêche pas une future repousse
- Provoque une croissance accrue des algues^{***}
- Facilite la dispersion des espèces envahissantes^{†††}
- Perturbe l'habitat aquatique

Finalement, l'enlèvement des végétaux aquatiques en zone littorale aura un effet temporaire et ne règlera pas le problème à la source.

^{***} ...les algues et les plantes aquatiques sont en compétition pour la lumière et pour les éléments nutritifs. Lorsqu'on arrache les plantes aquatiques, les algues n'ayant plus de compétiteurs prolifèrent massivement (RAPPEL, 2008).

^{†††} Certaines espèces de macrophytes ont la capacité de se reproduire par fragmentation végétative. Lorsqu'on arrache ces végétaux, des fragments qui ont le potentiel de former de nouveaux végétaux sont produits en grande quantité (RAPPEL, 2008).



9. Élaboration du plan directeur du bassin versant du lac Lambert

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 contient plusieurs éléments du portrait et du diagnostic du bassin versant du lac Lambert. Bien qu'il reste à acquérir d'autres informations (voir phase 3, à l'annexe 2), les résultats présentés dans cette étude permettront de cerner avec une relative précision les problématiques qui touchent le lac Lambert. Nous pouvons donc considérer que la première étape du plan directeur du bassin versant du lac Lambert est bien amorcée.

Les trois étapes suivantes du plan directeur concernent les acteurs de l'eau du lac Lambert. 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 du lac. 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



10. Compléter le portrait de l'état de santé du lac Lambert (bassin nord)

Cette étude a démontré que la zone littorale du bassin nord du lac Lambert présentait des signes d'eutrophisation. Or, il serait pertinent d'inscrire ce bassin du lac au *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)* du MDDEP afin de mesurer les concentrations en phosphore, en carbone organique dissous et en chlorophylle *a*. Comme ces mesures n'ont pas été effectuées en 2011 dans le bassin nord, leurs résultats permettraient de compléter le portrait de ce bassin à l'égard de l'eutrophisation. Ce programme à l'avantage d'être accessible aux associations de lacs, et ce, à peu de frais.

Pour plus d'informations sur les différentes activités du *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)* coordonnées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), vous pouvez consulter le lien suivant : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsvl/>



LISTE DES CARTES

Carte 1 : Bassin versant du lac Lambert, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts	12
Carte 2 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Lambert, 2011	15
Carte 3 : Station d'échantillonnage des mesures effectuées dans le cadre du <i>Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)</i> et des mesures des profils physico-chimiques, lac Lambert - 2011	21
Carte 4 : Abondance des macrophytes, toutes espèces confondues, évaluée à partir du pourcentage de recouvrement des 28 secteurs inventoriés de la zone littorale, lac Lambert - 2011	40
Carte 5 : Localisation des secteurs de suivi du périphyton, lac Lambert - 2011	45



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Lambert en 2011.....	14
Figure 2 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe A de l'IQBR, lac Lambert, 2011	16
Figure 3 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe B de l'IQBR, lac Lambert, 2011	16
Figure 4 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe C de l'IQBR, lac Lambert, 2011	17
Figure 5 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Lambert obtenu à partir des moyennes estivales des données physico- chimiques en 2011.....	23
Figure 6 : Stratification thermique d'un lac dimictique.....	25
Figure 7 : Profils physico-chimiques du lac Lambert (bassins sud et nord), août 2011	28



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètres géographiques du bassin versant du lac Lambert et ratio de drainage.....	11
Tableau 2 : Proportion des classes de l'IQBR des rives du lac Lambert en 2011	14
Tableau 3 : Données physico-chimiques du lac Lambert – saison 2011.....	22
Tableau 4 : Valeurs de saturation et de concentration en oxygène dissous requises pour la préservation de la vie aquatique	29
Tableau 5 : Occurrence, recouvrement moyen et niveau trophique préférentiel des macrophytes du lac Lambert, 2011	39
Tableau 6 : Substrats rencontrés dans la zone littorale du lac Lambert en 2011	41
Tableau 7 : Épaisseur du périphyton dans cinq secteurs de la zone littorale du bassin sud du lac Lambert – août 2011	44
Tableau 8 : Pourcentage de recouvrement des roches par le périphyton dans cinq secteurs de la zone littorale du bassin sud du lac Lambert – août 2011.....	44



RÉFÉRENCES

- BIGGS, B.J.F. et C. KILROY, 2000. *Stream Periphyton Monitoring Manual*. NIWA. Prepared for the New Zealand Ministry for the Environment, 120 p.
- BLAIS, S., 2007. *Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries. Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et nos rivières*, 2e édition, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-49122-4 (version imprimée), 52 p. (3 annexes).
- BINESSE, M., 1983. *Protection et amélioration des cours d'eau : objectif faune aquatique*. MLCP. Dir. Gén. de la faune, 153 p.
- BOISSONNEAULT, Y., 2011. *Identification des lacs problématiques (phase 1), municipalités de Saint-Alexis-des-Monts, Saint-Boniface, Saint-Élie-de-Caxton, Saint-Mathieu-du-Parc, Saint-Paulin*, rapport présenté à l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 27 pages et 4 annexes.
- 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 p.
- 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.
- CARIGNAN, R., 2010. *L'importance de la zone littorale comme indicateur de suivi de l'état de santé des lacs*, Station de biologie des Laurentides, Université de Montréal, Présentation lors du forum régional sur les lacs des Laurentides en juin 2010.
- 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.
- DUTARTRE, A. et V. BERTRIN, 2009. *Mise en œuvre de la directive cadre européenne sur l'eau dans les plans d'eau. Méthodologie d'étude des communautés de macrophytes en plans d'eau*, CEMAGREF, Sciences, eaux et territoires, Unité de Recherche Réseaux, épuration et qualité des eaux, 28 p.
- FLEURBEC, 1987. *Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières. Guide d'identification Fleurbec*, Fleurbec éditeur, Saint-Augustin (Portneuf), ISBN 2-920174-10-X, 399 p.



- 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. [en ligne]
<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>
- 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.
- HADE, A., 2003. *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger*. Réimprimé au Canada en avril 2007. Les éditions Fides. 359 pages.
- HAURY J., PELTRE M.-C., MULLER S., THIEBAUT G., TREMOLIERES M., DEMARS B., BARBE J., DUTARTRE A., DANIEL H., BERNEZ I., GUERLESQUIN M. et E. LAMBERT, 2000. – *Les macrophytes aquatiques bioindicateurs des systèmes lotiques - Intérêts et limites des indices macrophytiques. Synthèse bibliographique des principales approches européennes pour le diagnostic biologique des cours d'eau*, UMR INRA-ENSA EQHC Rennes & CREUM-Phytoécologie Univ. Metz. Agence de l'Eau Artois-Picardie : 101 p. + ann.
- LAMBERT, D. and A. CATTANEO, 2008. *Monitoring periphyton in lakes experiencing shoreline development*. *Lake Reserv. Manage.* 24:190–195.
- LAPALME, R., 2006. *Protéger et restaurer les lacs*. Bertrand Dumont éditeur inc. 192 pages.
- LEGENDRE, S. et CRE Laurentides, 2008. *Protocole de fabrication d'un aquascope maison*, septembre 2008, 2e édition mai 2009, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement et CRE Laurentides, ISBN 978-2-550-55775-3 (version imprimée), 6p.
- MARIE-VICTORIN, F.E.C., 1995. *Flore laurentienne, troisième édition*, Les presses de l'Université de Montréal, ISBN 2-7606-1650-9, 1093 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides) et Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL), 2011. *Protocole de suivi du périphyton*, Québec, MDDEP, Direction du suivi de l'état de l'environnement et CRE Laurentides, ISBN 978-2-550-62477-6 (PDF), 33 p.



- 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>
- 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.
- PROULX, C., 2009. *Le portail des ressources virtuelles du collège Bois-de-Boulogne*,
http://www.colvir.net/prof/chantal.proulx/701/Chap6_contenu.htm
- RAPPEL, 2005a. *Faut-il mépriser les plantes aquatiques. Fiche technique n°10*, Regroupement des Associations Pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François (RAPPEL).
http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_10_-_plantes_aquatiques.pdf
- RAPPEL, 2005b. *Opération santé du lac Memphrémagog (phase 1)*, Rapport final, avril 2005, Regroupement des Associations Pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François (RAPPEL), 239 p. (16 annexes).
- RAPPEL, 2008a. *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 (RAPPEL).
http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_2_-_eutrophisation.pdf
- RAPPEL, 2008b. *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 bassin de la rivière Saint-François (RAPPEL), [en ligne]
<http://www.rappel.qc.ca/lac/plantes-aquatiques.html> [consulté le 19 avril 2011]
- 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 n° EN980022.
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/rapport.pdf



ANNEXE 1 : DONNÉES BRUTES DES PRÉLÈVEMENTS PHYSICO-CHIMIQUES

Lieu : Lac Lambert (bassin sud)

Date de prélèvement : 3 août 2011

Heure : 10 h 30

Météo : Nuages, 23°C

Projection : UTM, NAD 83

Latitude : 18T 063 6019

Longitude : 5 144 241

Prélevé par : Yann Boissonneault

Tableau I. Données brutes du profil physico-chimique du lac Lambert (bassin sud)

Profondeur (mètre)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	O ₂ dissous (mg/L)	O ₂ dissous (% saturation)	pH
1	23,6	47	8,0	94	7,7
2	23,6	47	7,6	91	7,6
3	23,6	47	7,8	92	7,6
4	23,6	47	7,5	89	7,6
5	17,8	46	14,5	151	7,5
6	11,2	41	14,0	130	7,2
7	9,8	40	12,1	107	7,0
8	8,7	39	9,0	77	6,8
9	7,6	39	5,0	42	6,6
10	6,8	37	0,4	3	6,4
11	6,4	76	0,5	4	6,6
12	6,4	65	0,3	3	6,6
14	6,4	71	0,3	2	6,7
16	6,3	74	0,3	2	6,8
18	6,3	76	0,3	2	6,8
Moyenne	-	53	-	-	7,0



Lieu : Lac Lambert (bassin nord)
Date de prélèvement : 3 août 2011
Heure : 11 h 10
Météo : Nuages, 23°C
Projection : UTM, NAD 83
Latitude : 18T 063 6471
Longitude : 5 145 015
Prélevé par : Yann Boissonneault

Tableau I. Données brutes du profil physico-chimique du lac Lambert (bassin nord)

Profondeur (mètre)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	O ₂ dissous (mg/L)	O ₂ dissous (% saturation)	pH
1	24,4	39	7,3	89	7,6
2	24,4	39	7,5	87	7,6
3	24,3	39	7,5	92	7,5
4	19	38	12,4	133	7,6
5	12,6	39	13,6	128	7,4
6	10,1	44	6,4	58	6,8
7	8,8	44	1,0	9	6,5
8	8,5	65	0,7	6	6,6
9	8,5	71	0,6	6	6,6
10	8,3	80	0,4	4	6,6
11	8,1	98	0,3	2	6,9
Moyenne	-	54	-	-	7,0



ANNEXE 2 : LISTE DES MACROPHYTES INVENTORIÉS AU LAC LAMBERT-2011

Nom latin, nom commun et niveau trophique préférentiel des macrophytes

Nom latin	Nom commun	Niveau trophique préférentiel*
<i>Callitriche sp.</i>	Callitriche des marais	O
<i>Chara sp. ou Nitella sp.</i>	Algues Chara et Nitella	M/E
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) R&S	Éléocharide aciculaire	N/D
<i>Eriocaulon septangulare</i> With	Ériocolon à sept angles	O/M
<i>Isoetes echinospora</i> Dur.	Isoète à spores épineuses	O
<i>Limosella subulata</i> Ives	Limoselle à feuilles subulées	N/D
<i>Lobelia Dortmanna</i> L.	Lobélie de Dortmann	O
<i>Myriophyllum sp.</i>	Myriophylle sp.	N/D
<i>Najas flexilis</i> (Willd.) Rostk. & Schmidt.	Naïas souple	M/E
<i>Nuphar variegata</i> Engelmann	Grand nénuphar jaune	O/M/E
<i>Nymphaea sp.</i>	Nymphée sp.	O/M/E
<i>Pontederia cordata</i> L.	Pontédérie à feuilles en cœur	E
<i>Potamogeton amplifolius</i> Tuckerm	Potamot à larges feuilles	M/E
<i>Potamogeton epihydrus</i> Raff.	Potamot émergé	O/M
<i>Potamogeton gramineus</i> L.	Potamot graminioïde	M
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	Potamot nain	M/E
<i>Potamogeton Robbinsii</i> Oakes	Potamot de Robbins	M/E
<i>Potamogeton spirilus</i> Tuckerman	Potamot spiralé	M/E
<i>Sagittaria graminea</i> Michx	Sagittaire graminioïde	O
<i>Sparganium angustifolium</i> Michaux	Rubanier à feuilles étroites	N/D
<i>Utricularia purpurea</i> Walt.	Utriculaire pourpre	M/E
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	Utriculaire vulgaire	M/E
<i>Vallisneria americana</i> Michaux	Vallisnérie d'Amérique	M/E
<i>Callitriche sp.</i>	Callitriche des marais	O

* O = oligotrophe; M = mésotrophe; E = eutrophe; N/D = non disponible
Tiré de Fleurbec, 1987



ANNEXE 3 : PHASES DANS LA CARACTÉRISATION D'UN PLAN D'EAU

OBVRLY – novembre 2010

Par Yann Boissonneault avec la collaboration de Pierre Deshaies

Le programme de caractérisation des plans d'eau de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche comprend trois phases : 1) l'identification des lacs problématiques, 2) l'évaluation des symptômes des lacs identifiés et 3) la détermination des causes des perturbations. Cette façon de faire évite la réalisation d'études trop poussées pour des lacs qui n'en auraient pas besoin.

PHASE 1 : IDENTIFICATION DE LACS PROBLÉMATIQUES (1^{ÈRE} ANNÉE)

La première phase consiste à caractériser les premiers symptômes d'eutrophisation des lacs à partir des mesures suivantes :

- a) **Profils physico-chimiques** de l'eau du lac. Mesure de la concentration en oxygène, de la température, du pH et de la conductivité des lacs :
 - o Ces mesures sont prises au-dessus de la fosse du lac à tous les mètres jusqu'au fond
 - o Ces mesures sont prises à l'automne, moment où la stratification thermique est maximale
 - o Une concentration en oxygène inférieure à 50 % dans l'hypolimnion⁺⁺⁺ représente un signe d'eutrophisation (vieillesse prématurée du lac). De plus, en dessous de ces concentrations en oxygène, la majorité des espèces de poissons ne peuvent survivre

- b) **La transparence de l'eau** mesurée à l'aide d'un disque de Secchi :
 - o Cette mesure est prise à l'automne, moment où la productivité biologique est maximale
 - o La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues phytoplanctoniques dans le lac
 - o Cette mesure permet donc d'évaluer les premiers signes de l'eutrophisation d'un lac. Les lacs eutrophes sont caractérisés par une faible transparence de leur eau

Ainsi, il est possible de constater les signes de vieillissement prématuré (eutrophisation) des lacs et de déterminer ceux pour lesquels la phase 2 est requise. Notons qu'il n'est pas possible à cette étape de déterminer si l'eutrophisation est d'origine naturelle ou anthropique.

⁺⁺⁺ Un lac nordique comprend 3 strates de masses d'eau distinctes : l'épilimnion (la partie à la surface du lac), le métalimnion (la couche médiane / thermocline) et l'hypolimnion (la partie profonde du lac). Ce concept réfère à la stratification thermique d'un lac dimictique (dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an, soit le printemps et l'automne).



PHASE 2 : ÉVALUATION DES SYMPTÔMES D'EUTROPHISATION DES LACS IDENTIFIÉS (2^E ANNÉE)

Pour les lacs identifiés comme étant potentiellement problématiques.

a) Analyse des résultats des lacs inscrits^{sss} au Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL^{****}) à partir des paramètres suivants :

- o Le **phosphore total**, un élément nutritif dont la teneur limite ou favorise habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques
- o La **chlorophylle a**, un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac
- o Le **carbone organique dissous** a une incidence sur la couleur de l'eau et permet de nuancer les résultats de la transparence
- o Mesures de **transparence** aux deux semaines en saison estivale
- o Ces prélèvements sont réalisés par des riverains bénévoles sous supervision scientifique selon les protocoles du RSVL
- o Ces analyses permettent d'estimer le niveau trophique, c'est-à-dire le degré d'eutrophisation du lac

b) Caractérisation du littoral des lacs par l'analyse des plantes aquatiques, la sédimentation et l'abondance du périphyton⁺⁺⁺⁺ :

- o Caractérisation réalisée dans la zone littorale du lac, soit dans la zone peu profonde du pourtour du lac
- o Les mesures de la sédimentation permettent de cibler les secteurs de la zone littorale du lac soumis aux accumulations sédimentaires et par conséquent aux apports en nutriments
- o L'abondance des plantes aquatiques et du périphyton permet d'évaluer l'historique des apports sédimentaires et en nutriments dans un secteur donné du lac
- o De plus, la forte abondance des plantes aquatiques et du périphyton constitue une conséquence de l'eutrophisation et par conséquent un signe supplémentaire du vieillissement prématuré du lac

c) Caractérisation des rives à partir de l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR) :

- o Développé par le MDDEP, l'IQBR permet une évaluation de la condition écologique de l'habitat riverain et de son impact sur l'intégrité du lac⁺⁺⁺⁺
- o 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
- o Il est ainsi possible de cibler les secteurs du lac nécessitant des améliorations à cet égard

Suite aux résultats obtenus, il est possible de mesurer avec plus de précision les différents symptômes d'eutrophisation des lacs et, pour un lac, de cibler les secteurs contribuant le plus au vieillissement prématuré de ce dernier. À partir de ces résultats, il

^{sss} Généralement l'inscription au programme RSVL du MDDEP (coût de 500 \$) est aux frais des associations de lacs. Elle permet aux riverains de contribuer à l'étude et de s'impliquer. Pour les lacs qui ne possèdent pas d'associations de lac, les frais peuvent être ajoutés aux coûts de réalisation de cette 2^e phase.

^{****} <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/index.asp>

⁺⁺⁺⁺ Algues microscopiques de couleur brunâtre fixées à un substrat solide (roches, embarcations...).

⁺⁺⁺⁺ http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/index.htm



est ensuite possible d'évaluer la pertinence d'entreprendre la troisième phase de l'étude qui consiste à identifier les causes spécifiques et explicatives des perturbations que les lacs peuvent subir.

PHASE 3 : DÉTERMINATION DES CAUSES DE PERTURBATION (3^E ANNÉE)

Pour les lacs identifiés comme étant véritablement problématiques.

a) **Analyse** du territoire naturel et occupé **du bassin versant** du lac :

- o Analyse réalisée à l'aide de la géomatique : quantification des territoires occupés par les milieux urbains, la villégiature, les infrastructures (chemins), les milieux humides, les forêts, etc.
- o L'analyse du territoire du bassin versant permet d'estimer la contribution des territoires naturels et occupés à l'aide de modèles basés sur les coefficients d'exportation en phosphore

b) Mesure de la **qualité de l'eau des tributaires**^{§§§§} du lac :

- o Mesure des concentrations en phosphore, en carbone organique dissous (COD) et en matières en suspension
- o Permet d'évaluer la contribution des cours d'eau en sédiments et en éléments nutritifs, éléments contribuant à l'eutrophisation des lacs

c) **Identification des causes des perturbations** que les lacs subissent sur le terrain et par secteur du bassin versant :

- o Localisation des foyers d'érosion sur le terrain
- o Identification de sources ponctuelles et diffuses d'activités susceptibles de contribuer aux causes des perturbations

Cette dernière phase de l'étude intègre à la fois l'analyse du bassin versant du lac et de ses tributaires. Elle porte un diagnostic global (systémique) sur l'état de santé du lac. À l'aide des résultats des deux phases précédentes, elle émet des recommandations globales pour maintenir ou améliorer l'état de santé du lac.

« En résumé, cette approche de caractérisation des lacs en trois phases permet aux instances régionales (municipalités, OBV, etc.) d'identifier les lacs prioritaires à l'égard des perturbations qu'ils peuvent subir (phase 1), de mesurer les perturbations qu'ils subissent (phase 2) et d'identifier les causes de ces perturbations (phase 3). Cette approche est nécessaire à l'élaboration de plans de restauration ou de conservation de lacs. De plus, basée sur le principe de parcimonie, elle permet d'éviter d'investir des efforts importants pour des lacs qui n'en auraient pas besoin. »

^{§§§§} Tributaires : cours d'eau qui se jettent dans le lac et qui drainent le bassin versant de celui-ci.

