



# ÉVALUATION DES SYMPTÔMES D'EUTROPHISATION DU LAC DES PINS ROUGES – 2014 (PHASE 2)

*Municipalité de Saint-Alexis-des-Monts*

Mai 2015



**Photos page couverture :**

Lac des Pins Rouges (à gauche) et Nymphée odorante (*Nymphaea odorata* Aiton),  
photos prises par Hélène Bouliane en août 2014 © OBVRLY

---

## ÉQUIPE DE RÉALISATION

### Coordination et rédaction

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*<sup>1</sup>

### Cartographie

Sébastien Lanneville, géographe, *B.Sc.*<sup>2</sup>

### Équipe terrain

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*<sup>1</sup>

Hélène Bouliane, biologiste-botaniste, *B.Sc.*<sup>3</sup>

Bénévoles riverains<sup>4</sup>

### Identification des macrophytes

Hélène Bouliane, biologiste-botaniste, *B.Sc.*<sup>3</sup>

### Révision

Nathalie Sarault, directrice, *B.Sc.*<sup>2</sup>

Cindy Provencher, adjointe à la direction, *M.Sc.*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Consultant : *Boissonneault, sciences, eaux et environnement*, [www.boissonneault.ca](http://www.boissonneault.ca)

<sup>2</sup> Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

<sup>3</sup> Groupe Synergis, [www.groupesynergis.com](http://www.groupesynergis.com)

<sup>4</sup> Association des riverains du lac des Pins Rouges (ARLDPR)

---

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](mailto:info@obvrly.ca)

Adresse Web : [www.obvrly.ca](http://www.obvrly.ca)

## Référence à citer

BOISSONNEAULT, Y., 2015. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac des Pins Rouges – 2014, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 68 pages et 3 annexes.

© OBVRLY, 2015

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?

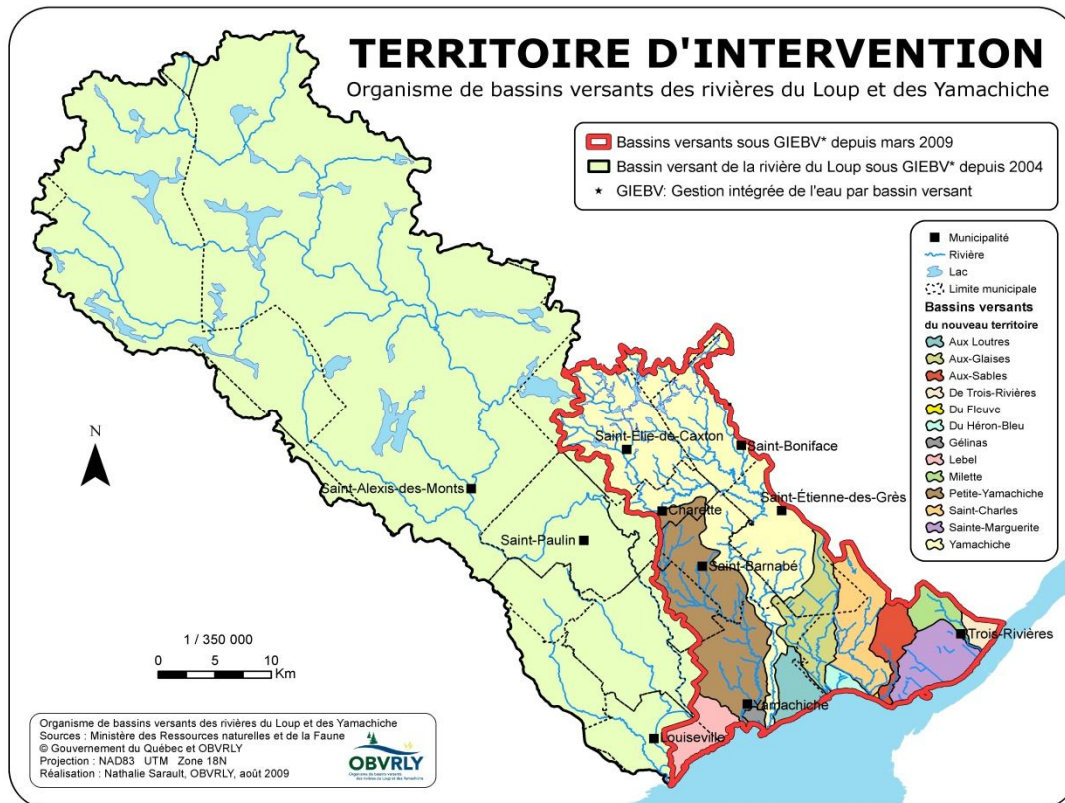
Un bassin versant constitue un territoire où l'eau reçue par précipitation s'écoule et s'infiltré pour former un réseau hydrographique alimentant un exutoire commun, le cours d'eau principal.



Source: MDDEFP

### 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

<b>Équipe de réalisation</b> .....	<b>3</b>
Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) .....	5
<b>Table des matières</b> .....	<b>7</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>9</b>
<b>Bassin versant du lac des Pins Rouges</b> .....	<b>10</b>
<b>Indice de qualité de la bande riveraine (IQBR)</b> .....	<b>12</b>
Résultats - IQBR.....	13
<b>Physico-chimie des eaux de surface</b> .....	<b>18</b>
Résultats – Physico-chimie des eaux de surface .....	20
<b>Profils physico-chimiques</b> .....	<b>22</b>
Profils physico-chimiques et stratification thermique .....	22
Qu'est-ce que l'eutrophisation?.....	23
Résultats des profils physico-chimiques.....	25
<b>Caractérisation du littoral du lac des Pins Rouges</b> .....	<b>28</b>
Les macrophytes .....	28
Matériel et méthode .....	30
Résultats et interprétation .....	33
<b>Estimation de des apports en phosphore du bassin versant</b> .....	<b>40</b>
Utilisation du territoire du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges .....	40
Contribution des apports diffus en phosphore.....	43
Capacité de support en phosphore du lac des Pins Rouges .....	45
<b>Conclusion</b> .....	<b>50</b>
Limites et perspectives .....	52
<b>Recommandations</b> .....	<b>54</b>
<b>Liste des cartes</b> .....	<b>62</b>



<b>Liste des figures .....</b>	<b>63</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>64</b>
<b>Références.....</b>	<b>66</b>
<b>Annexe 1 : Données brutes des profils physico-chimiques .....</b>	<b>70</b>
<b>Annexe 2 : Macrophytes inventoriés au lac des Pins Rouges - 2014.....</b>	<b>74</b>
<b>Annexe 3 : Phases dans la caractérisation d'un plan d'eau .....</b>	<b>75</b>





---

## 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 des Pins Rouges 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 la participation de la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts et de l'Association des riverains du lac des Pins Rouges (ARLDPR).

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 des Pins Rouges présentait certains signes d'eutrophisation lors de son suivi (phase 1) en 2010 (voir Boissonneault, 2011), nous avons effectué, en 2014, la deuxième phase de caractérisation : *Évaluation des symptômes d'eutrophisation du lac des Pins Rouges*. 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 brunâtres fixées à un substrat solide, telles les roches.



---

## BASSIN VERSANT DU LAC DES PINS ROUGES

Le lac des Pins Rouges est alimenté par un bassin hydrographique d'une superficie de 46 km<sup>2</sup> (tableau 1). Ses principales sources d'alimentation en eau de surface sont constituées du lac Lavallée, du lac Larose, du lac à la Coureuse et du lac Boucher (carte 1). D'une superficie de 1,07 km<sup>2</sup>, le lac des Pins Rouges occupe près de 2,3 % de la superficie de son bassin versant. Ainsi, son ratio de drainage (aire du bassin versant/aire du lac) est de 43, c'est-à-dire que le bassin versant a une superficie 43 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 des Pins Rouges possède donc un ratio de drainage élevé en termes d'importance. 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 ratio de drainage élevé, le lac des Pins Rouges devrait être productif d'un point de vue biologique.

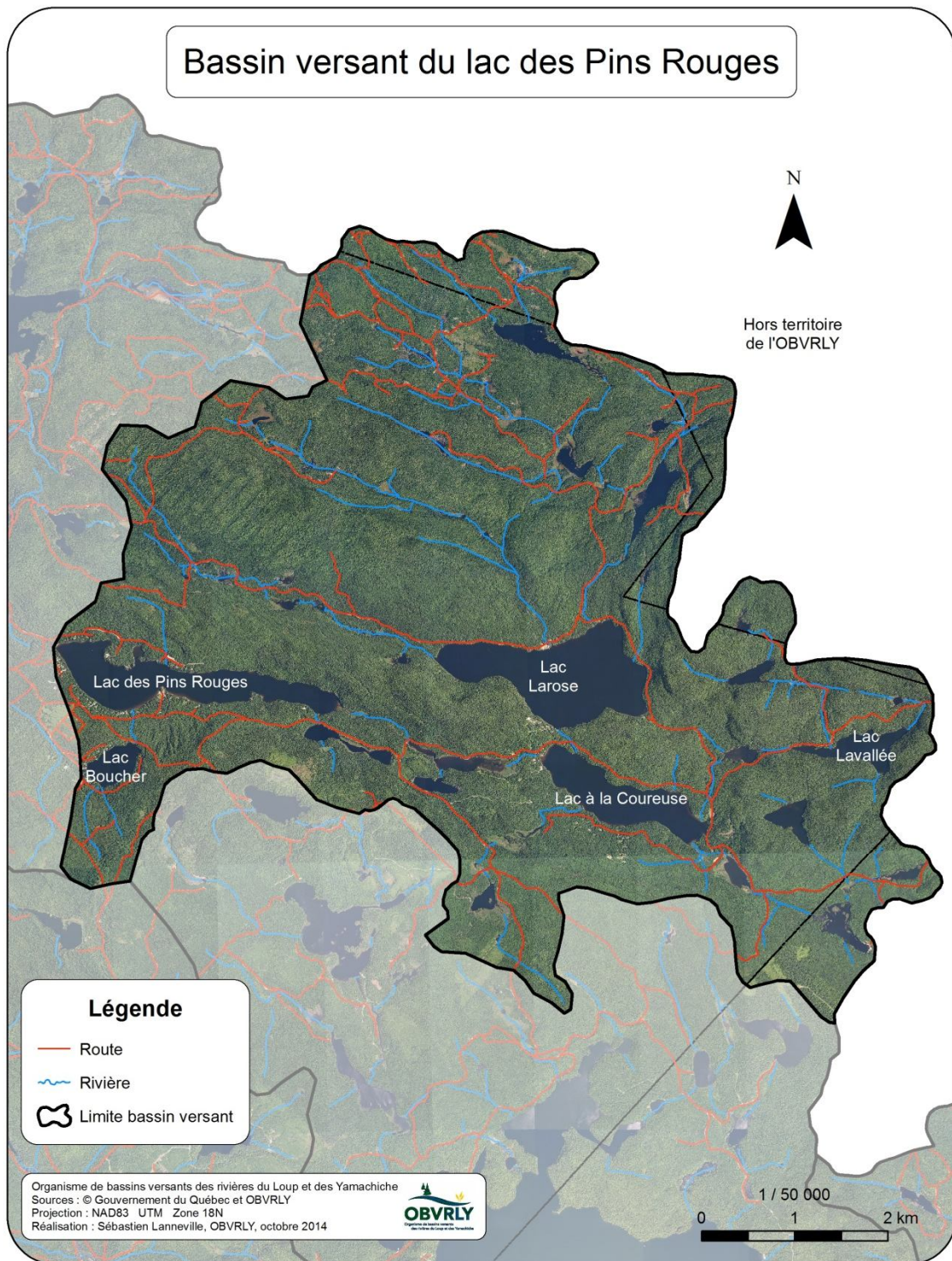
Nous ne traitons pas de l'utilisation du territoire du bassin versant à cette étape, nous présenterons la description du territoire dans le dernier chapitre traitant de l'estimation des apports en phosphore provenant du bassin versant. Nous pouvons cependant mentionner que le bassin versant est majoritairement forestier avec quelques milieux humides. Les activités de villégiature sont principalement concentrées autour du lac, des résidences riveraines privées étant situées sur son pourtour (carte 1). Ce lac est encaissé et il est relativement profond, avec une profondeur maximale atteinte de près de 25 mètres.

Tableau 1 : Paramètres géographiques du bassin versant du lac des Pins Rouges et ratio de drainage

Paramètres	Valeurs
a. Périmètre du lac	8,52 km
b. Superficie du lac	1,07 km <sup>2</sup>
c. Périmètre du bassin versant	42 km
d. Superficie du bassin versant	46 km <sup>2</sup>
<b>e. Ratio de drainage (e = d / b)</b>	<b>43</b>

Notons que les lacs Larose, à la Coureuse et Boucher ont fait l'objet d'une étude en 2010 et en 2012 (Boissonneault, 2011 et 2012). Ces dernières visaient essentiellement à identifier les lacs problématiques à l'égard de l'eutrophisation (phase 1; voir annexe 3).





Carte 1 : Bassin versant du lac des Pins Rouges, 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 de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) 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 MDDELCC, 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.

L'inventaire terrain des bandes riveraines a été effectué par l'Association des riverains du lac des Pins Rouges (ARLDPR) à l'été 2014. Les riverains participants ont préalablement reçu une formation par l'OBVRLY.



## Résultats - IQBR

Au lac des Pins Rouges, le développement résidentiel a débuté il y a quelques décennies dans son périmètre, 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 certains résidents depuis 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 des Pins Rouges en 2014.

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 des Pins Rouges se situe à l'intérieur des classes A (excellente qualité) et B (bonne qualité) pour la majorité, soit pour 70 % d'entre elles (tableau 2 et carte 2).

La rive typique (ou moyenne) d'une propriété privée du lac des Pins Rouges respecte les bonnes pratiques pour l'ensemble de sa superficie (79 %), soit présence d'arbres, d'arbustes et d'herbacées naturelles. Seulement un faible pourcentage (19 %) 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).

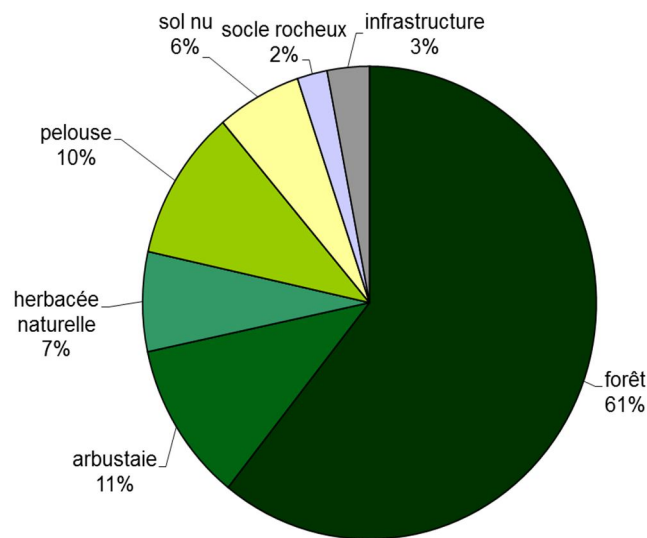
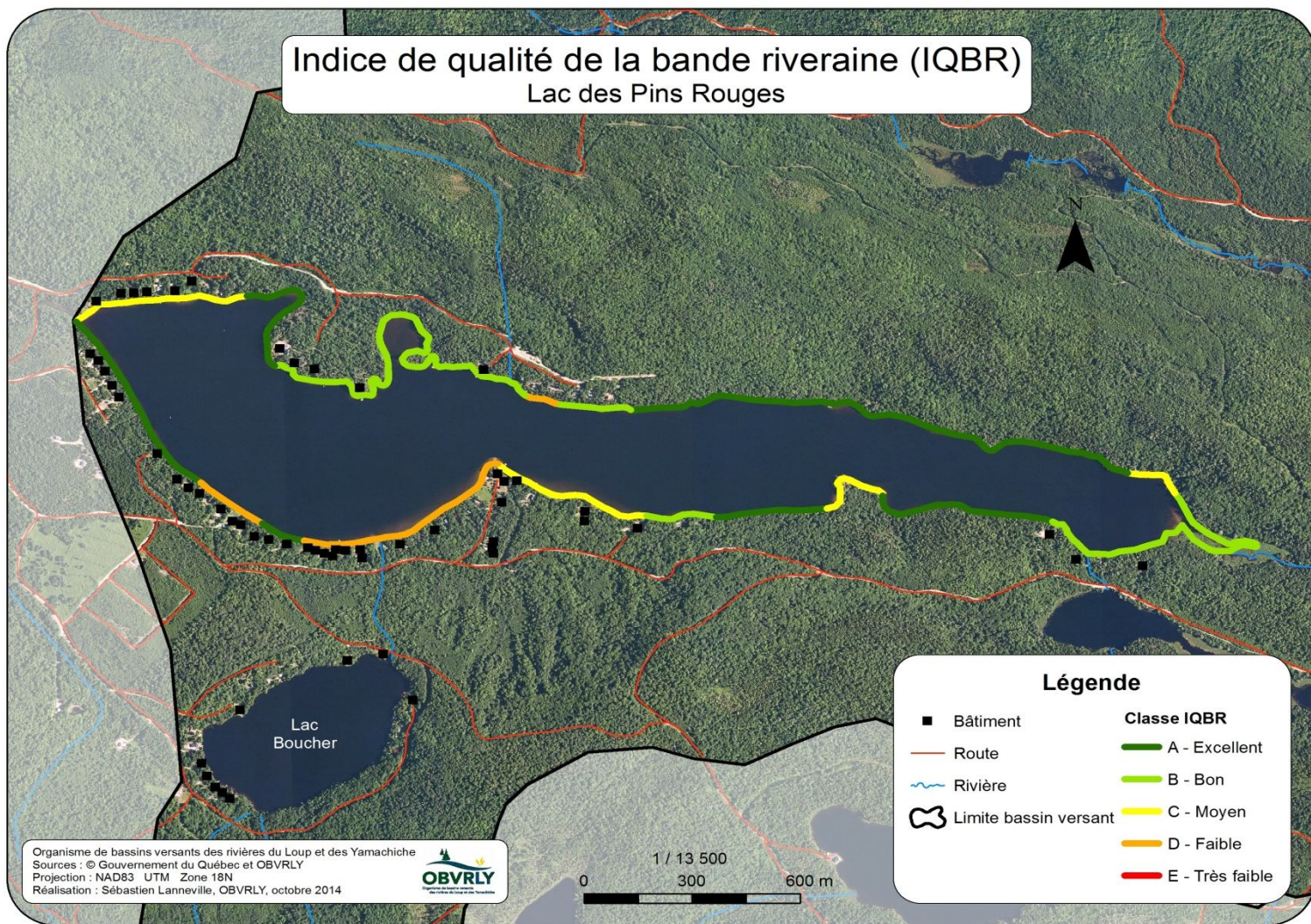


Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac des Pins Rouges en 2014

Tableau 2 : Proportion des classes de l'IQBR des rives du lac des Pins Rouges en 2014

Classe A (excellente qualité)	45 %
Classe B (bonne qualité)	25 %
Classe C (qualité moyenne)	18 %
Classe D (faible qualité)	13 %
Classe E (très faible qualité)	0 %





Carte 2 : Indice de qualité des bandes riveraines (IQBR), lac des Pins Rouges, 2014



Lorsque nous analysons la composition des rives du lac des Pins Rouges 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 secteur est (majoritairement naturel) et ouest (habité) du lac des Pins Rouges affiche une excellente qualité (IQBR classe A). La composition moyenne des rives appartenant à la classe A de l'IQBR comporte peu de superficies occupées par des éléments susceptibles d'altérer le milieu aquatique, tels les pelouses, les sols nus et les infrastructures (8 %) (figure 2). Rappelons que 45 % des rives de ce lac appartiennent à cette classe.

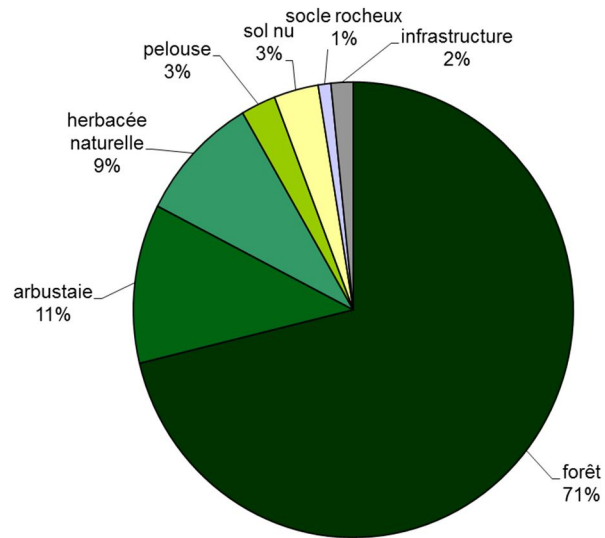
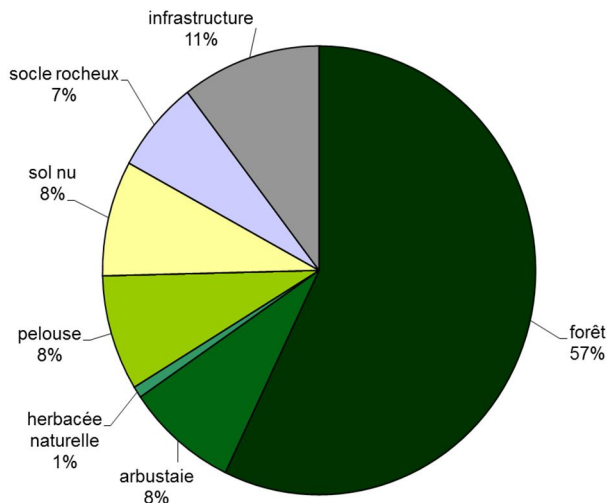


Figure 2 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe A de l'IQBR, lac des Pins Rouges, 2014



Les rives du lac des Pins Rouges appartenant à la classe B de l'IQBR (bonne qualité) comprennent des composantes d'origine humaine, tels les pelouses, les sols nus et les infrastructures qui représentent 27 % des rives (figure 3). Pour ces rives, nous remarquons donc une diminution de la présence d'arbres (forêt) et d'arbustes bénéfiques pour la santé du lac. Notons que 25 % 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 des Pins Rouges, 2014



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'herbacés naturels. À l'inverse, nous remarquons une augmentation des superficies principalement occupées par les pelouses comparativement aux rives appartenant à la classe B de l'IQBR (figures 3 et 4).

Les rives appartenant à cette classe représentent 18 % du pourtour du lac (carte 2). Cet état riverain est en partie expliqué par la présence de pelouses, de sols nus et d'infrastructures (murets, etc.). Les propriétaires des terrains riverains de ce secteur devront porter une attention particulière à la revégétalisation de leurs rives, afin de préserver leur intégrité écologique.

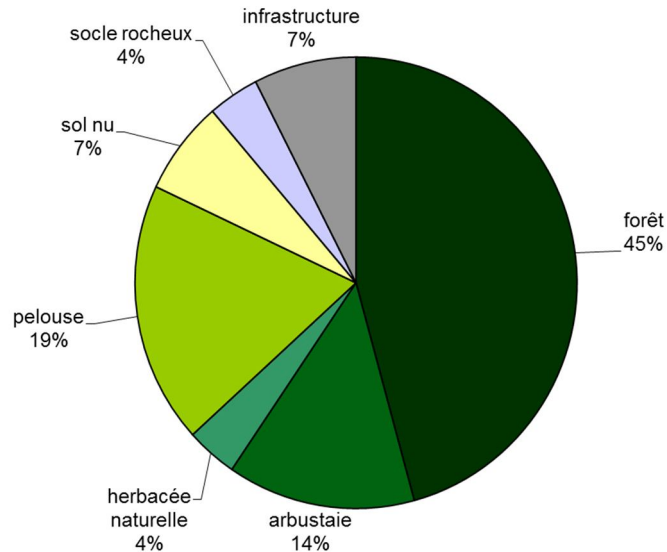


Figure 4 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe C de l'IQBR, lac des Pins Rouges, 2014

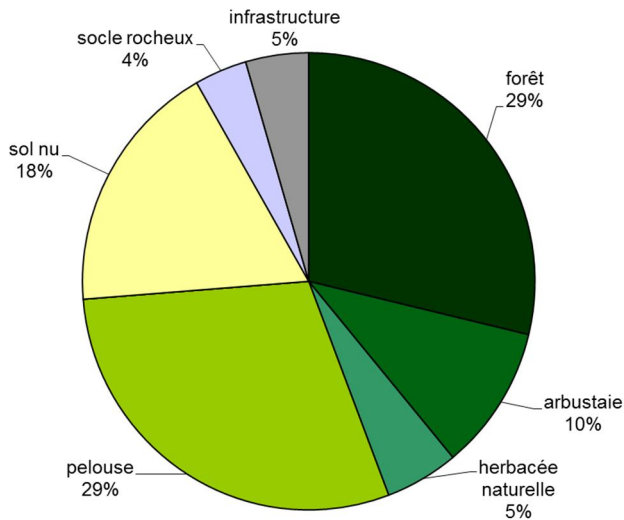


Figure 5 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe D de l'IQBR, lac des Pins Rouges, 2014

Une plus faible proportion des rives du lac des Pins Rouges appartient à la classe D de l'IQBR, soit 13 % d'entre elles. Les pelouses, les sols nus et les infrastructures représentent plus de la moitié (52 %) de la composition de ces rives qui sont principalement situées dans le secteur sud-ouest du lac. Les éléments naturels (forêts, arbustaias, herbacées naturelles) y sont sous représentés. Une attention particulière à la revégétalisation de ces rives devra être portée, afin de préserver leur intégrité écologique.





Nous constatons que la majorité des rives du lac des Pins Rouges appartient à la classe A et à la classe B de l'IQBR. La présence d'éléments anthropiques, tels les pelouses et les infrastructures affecte à la baisse la cote de l'IQBR. Afin de préserver l'intégrité écologique du lac, toutes les rives de celui-ci devraient atteindre la classe A de l'IQBR. Or, on devra porter une attention particulière à la revégétalisation des rives du lac des Pins Rouges appartenant à la classe B et surtout aux classes C et D 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 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 MDDELCC.

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 ruissellement de l'ensemble du bassin versant devra être adoptée.

### **À retenir**

Les rives du lac des Pins Rouges 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 (secteurs ouest du lac), afin de minimiser leurs impacts sur l'intégrité écologique de ce lac.

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

MDDELCC. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables* :  
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/>

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



---

## PHYSICO-CHIMIE DES EAUX DE SURFACE

Afin d'évaluer différents symptômes d'eutrophisation et de dégradation du lac des Pins Rouges, un suivi a été effectué entre 2012 et 2014 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 de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) 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 MDDELCC, 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. 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 (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).

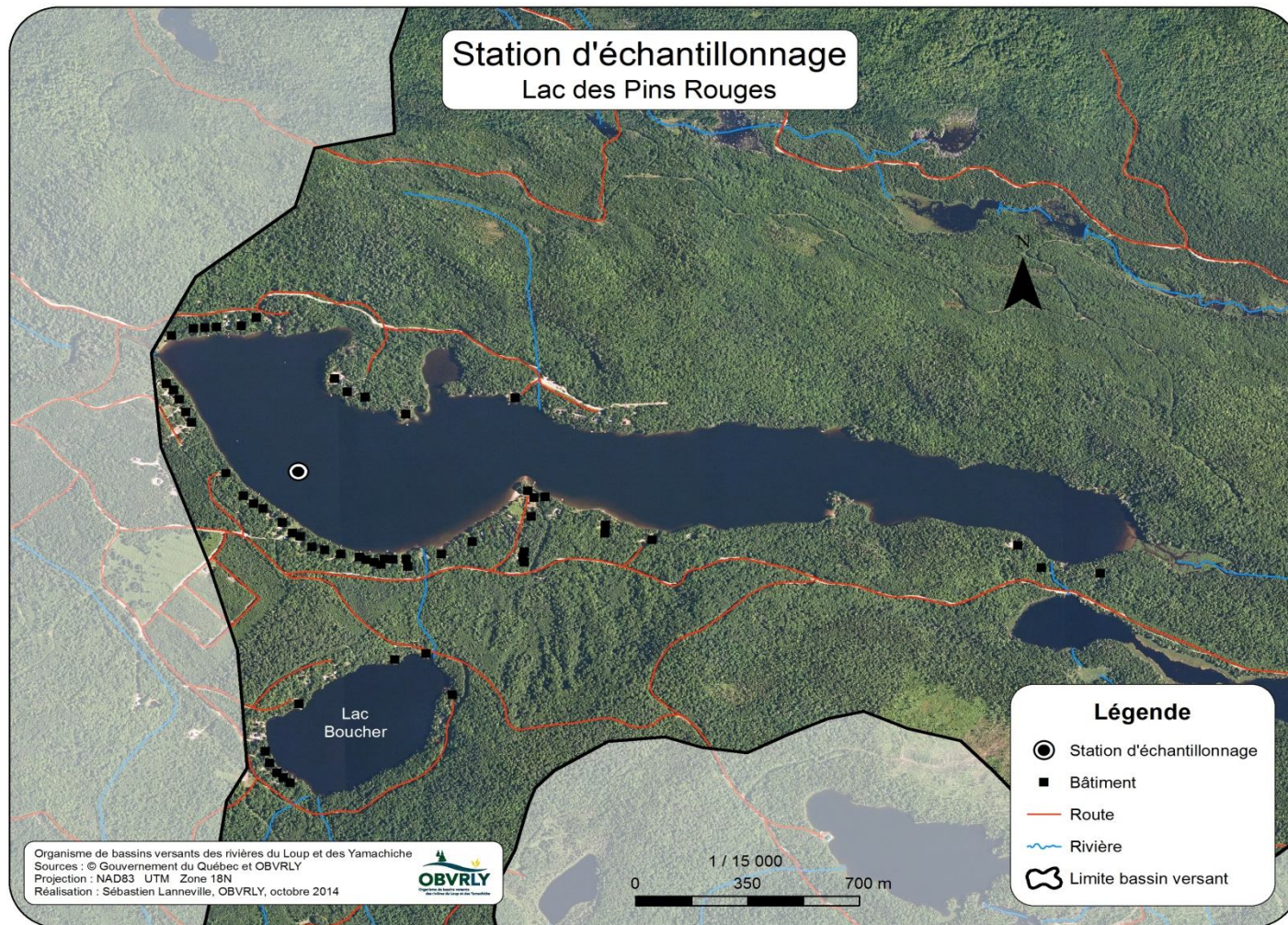
La **chlorophylle a** est un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac. La concentration de chlorophylle a augmente avec la concentration des matières nutritives. Il y a un lien entre cette augmentation et le niveau trophique du lac. Les lacs eutrophes sont souvent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

Selon le protocole du RSVL, l'Association des riverains du lac des Pins Rouges (ARLDPR) a réalisé des campagnes d'échantillonnage des eaux de surface entre 2012 et 2014. Nous présentons donc dans ce chapitre une synthèse des résultats issus de ce suivi ainsi que leur interprétation.





Carte 3 : Station d'échantillonnage des mesures effectuées à partir du protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)* entre 2012 et 2014 et des mesures des profils physico-chimiques en 2010, 2012, 2013 et 2014 au lac des Pins Rouges



## Résultats – Physico-chimie des eaux de surface

C'est à partir de prélèvements d'eau effectués par les riverains du lac des Pins Rouges dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)* que les résultats présentés dans cette section ont été obtenus. Les échantillons d'eau pour l'analyse physico-chimique ont été prélevés annuellement à trois reprises pendant trois ans, en 2012, 2013 et 2014, conformément au protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDELCC. Ces échantillons ont été prélevés dans les eaux de surface au-dessus de la fosse au milieu dans le secteur ouest du lac (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 pluriannuelle (2012 à 2014) de phosphore trace (3,5 µg/l) indique que les eaux du lac des Pins Rouges étaient très peu enrichies par cet élément nutritif (tableau 3 et figure 6). Ce lac était situé en 2012 et 2013 dans la classe du niveau trophique ultra-oligotrophe et oligotrophe en 2014, ne révélant pas de problèmes à l'égard de cet élément nutritif. La concentration moyenne pluriannuelle en chlorophylle a de 1,5 µg/l situait le lac dans la classe oligotrophe (tableau 3 et figure 6). Cette concentration révélait une biomasse d'algues microscopiques en suspension qui était faible.

Tableau 3 : Données physico-chimiques du lac des Pins Rouges – saisons 2012, 2013 et 2014. Source : *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*, MDDELCC

Date de prélèvement	Phosphore total (µg/l)	Chlorophylle a (µg/l)	Carbone organique dissous (mg/l)
17 juin 2012	3,2	1,4	4,0
22 juillet 2012	2,6	1,6	4,6
21 août 2012	2,0	2,0	4,1
<b>Moyenne 2012</b>	<b>2,6</b>	<b>1,6</b>	<b>4,2</b>
16 juin 2013	5,8	1,4	4,0
21 juillet 2013	2,5	1,1	3,9
18 août 2013	2,7	1,4	3,8
<b>Moyenne 2013</b>	<b>3,7</b>	<b>1,3</b>	<b>3,9</b>
15 juin 2014	4,7	1,4	3,9
20 juillet 2014	4,0	1,3	4,3
17 août 2014	3,5	2,3	4,2
<b>Moyenne 2014</b>	<b>4,1</b>	<b>1,7</b>	<b>4,1</b>
<b>Moyenne pluriannuelle</b>	<b>3,5</b>	<b>1,5</b>	<b>4,1</b>



Le niveau trophique obtenu à partir des valeurs de transparence mesurées entre 2012 et 2014 situait plutôt le lac des Pins Rouges dans la classe oligo-mésotrophe (figure 6), les eaux y sont relativement claires (profondeur moyenne du disque de Secchi = 4,9 m). La concentration moyenne pluriannuelle en carbone organique dissous (COD) de 4,1 mg/l (tableau 3) obtenue indique que l'eau était colorée. La couleur a donc une incidence sur la transparence de l'eau, expliquant le classement oligo-mésotrophe de l'état trophique du lac à l'égard de la transparence (figure 6). Ces concentrations élevées de carbone organique dissous ne sont pas étrangères à la présence de milieux humides sur le territoire du bassin versant du lac des Pins Rouges.

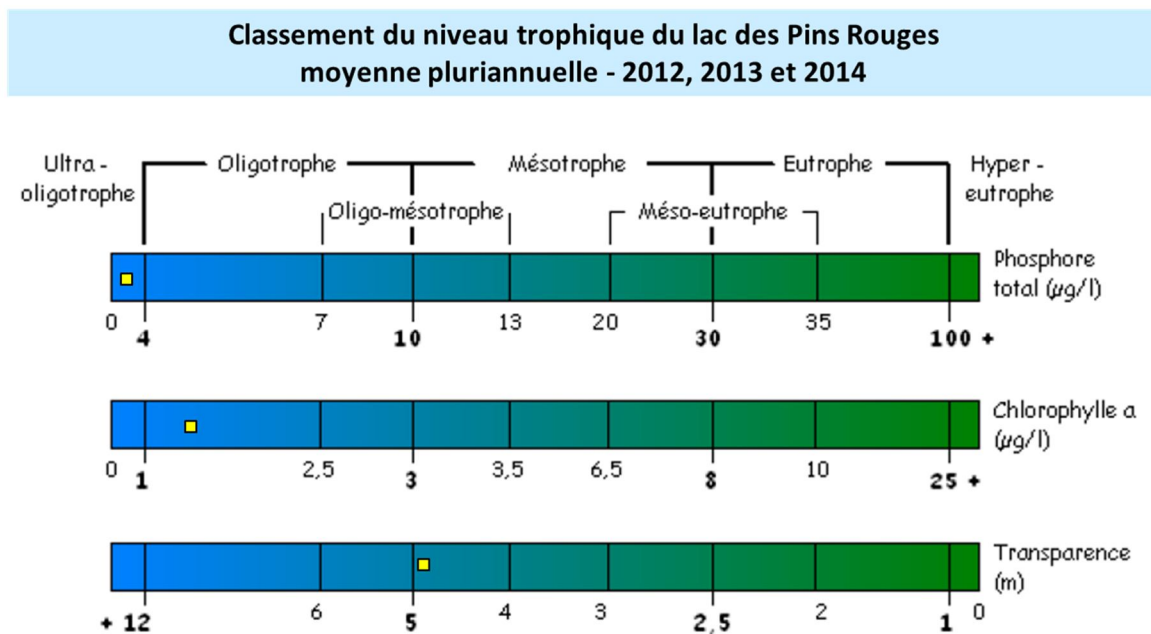


Figure 6 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac des Pins Rouges obtenu à partir des moyennes pluriannuelles des données physico-chimiques en 2012, 2013 et 2014 (tableau 3). Modèle de la figure tirée de : *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*, MDDELCC

### À retenir

Les résultats obtenus à partir des mesures effectuées selon le protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* entre 2012 et 2014 situaient principalement le lac des Pins Rouges 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. 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, s'ils s'avèrent.



## PROFILS PHYSICO-CHIMIQUES

Pour compléter l'information obtenue à partir du protocole 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 physico-chimiques des eaux de surface (carte 3), par l'OBVRLY en 2010 et par l'Association des riverains du lac des Pins Rouges (ARLDPR) entre 2012 et 2014. C'est à l'aide d'appareils multisondes de marque *YSI pro plus* (OBVRLY) et de marque *YSI 600 R*, ainsi que d'un oxymètre *YSI modèle 55* (ARLDPR) 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.

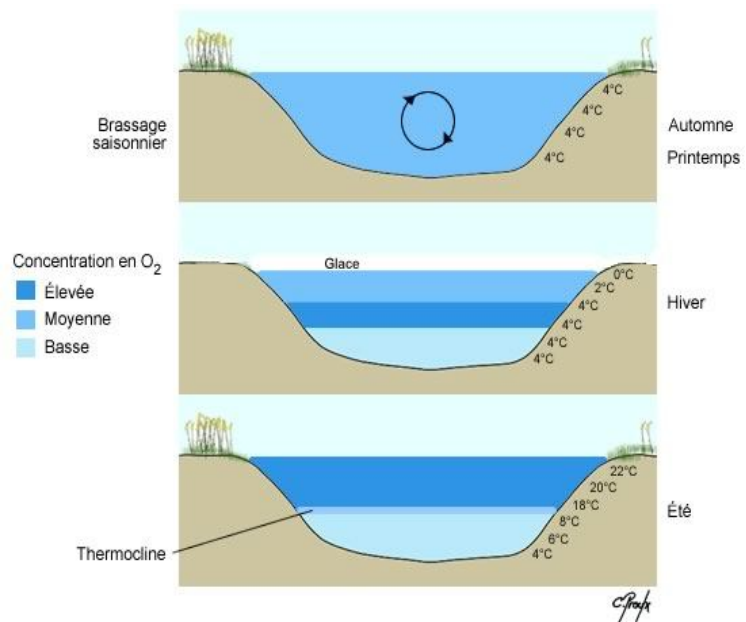


Figure 7 : Stratification thermique d'un lac dimictique<sup>‡</sup>  
Source : Proulx, 2009

<sup>‡</sup> Lac dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an.



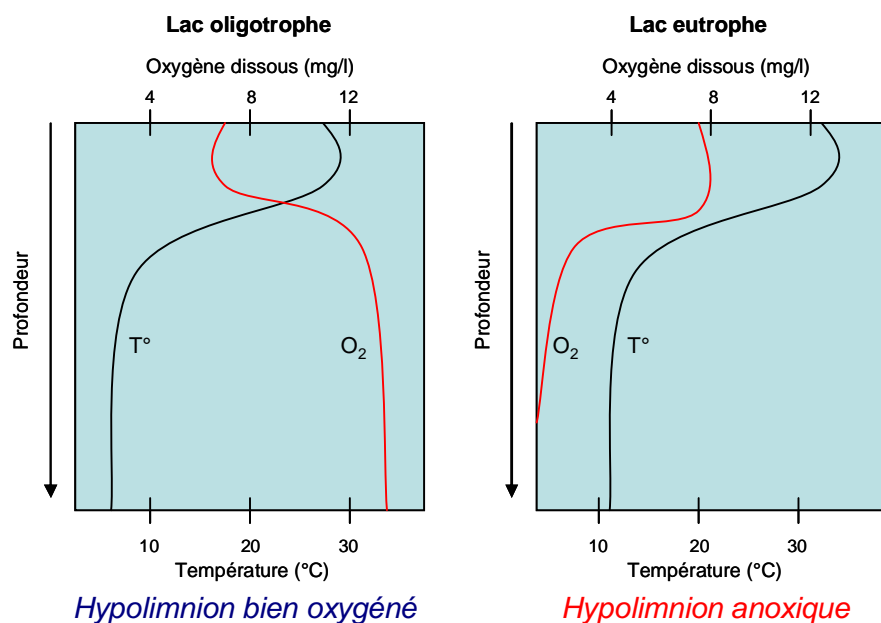
## Qu'est-ce que l'eutrophisation?

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





## Résultats des profils physico-chimiques

Les quatre profils de **température** réalisés au lac des Pins Rouges entre 2010 et 2014 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 5°C et 10°C sous cette profondeur (figure 8). 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.

Profils physico-chimiques, lac des Pins Rouges

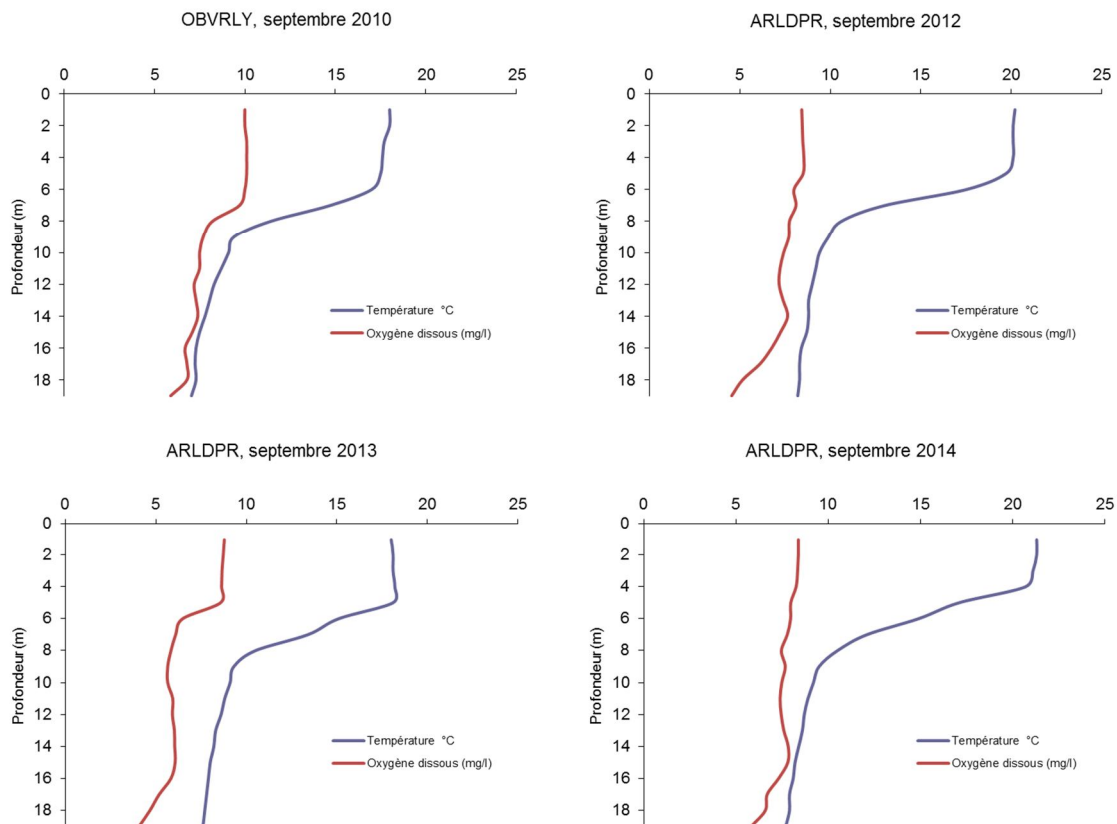


Figure 8 : Profils physico-chimiques du lac des Pins Rouges réalisés en 2010 par l'OBVRLY et de 2012 à 2014 par l'ARLDPR

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

<b>Biotes (poissons) : →</b>	<b>D'eau froide</b>	<b>D'eau chaude</b>
Température (°C)	Saturation en O <sub>2</sub> (%)	Saturation en O <sub>2</sub> (%)
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 de ce lac (figure 8), nous remarquons qu'une partie des eaux de l'hypolimnion a tendance à être légèrement hypoxique près du fond avec des valeurs de saturation en oxygène pouvant être sous 50 % dans les derniers mètres certaines années (annexe 1). Cependant, les eaux dont les valeurs se situent sous le seuil de 50 % de saturation en oxygène représentent seulement une faible proportion des eaux de l'hypolimnion près du fond. L'accumulation de matière organique en décomposition au fond du lac peut expliquer ces déficits en oxygène observés à ces profondeurs. Les eaux de surface (épilimnion) soumises au brassage sont cependant bien oxygénées en raison des échanges avec l'atmosphère qui influencent leurs teneurs en oxygène.

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 des Pins Rouges en période estivale, nous observons des concentrations supérieures à 7 mg/l en oxygène dissous pour cette couche d'eau (annexe 1 et figure 8). Toutefois, les concentrations en oxygène observées diminuent progressivement pour atteindre moins de 7 mg/l dans les trois derniers mètres de l'hypolimnion (eaux profondes). L'espace vital pour la faune piscicole diminue donc en s'approchant du fond du lac, surtout en 2013.

Les profils d'oxygène de la figure 8 présentent une courbe de type clinograde. Dans un lac soumis à des apports en matière organique, cette courbe est le résultat d'une consommation significative de l'oxygène dans les eaux profondes du lac. Comme l'eau de l'épilimnion est continuellement en contact avec l'atmosphère, la concentration en oxygène y est équivalente avec l'air ambiant. Au contraire, l'hypolimnion qui n'est pas en contact avec l'atmosphère lorsque le lac est stratifié perd graduellement de son oxygène. Cette diminution de la concentration en oxygène résulte de sa consommation par les microorganismes décomposeurs lors de la dégradation de la matière organique provenant des végétaux morts qui sédimentent vers le fond et provenant de l'ensemble du bassin versant, soit des cours d'eau et des lacs situés en amont.



La **conductivité** traduit la minéralisation de l'eau qui participe à la productivité biologique d'un plan d'eau. La mesure moyenne pluriannuelle de la conductivité du lac des Pins Rouges est de 23  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , dictant un apport intermédiaire en minéraux provenant de son bassin versant. Soulignons que les valeurs moyennes de conductivité obtenues pour plus de 50 lacs à l'étude entre 2010 et 2012 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, 2012).

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 des Pins Rouges a une eau dont le pH pluriannuel moyen est de 5,9. Les eaux de ce lac sont légèrement acides ( $\text{pH} < 6$ ). Cependant, cette valeur est située très près de la limite inférieure de la plage optimale des valeurs de pH (entre 6 et 9) représentant les limites à l'intérieur desquelles la plupart des espèces aquatiques peuvent survivre.

### ***À retenir***

Le lac des Pins Rouges 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 la majorité des espèces de poissons.

À partir de ces mesures, nous ne pouvons établir sans aucun doute que le processus d'eutrophisation n'est pas 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 des Pins Rouges présente des signes d'eutrophisation.



---

## CARACTÉRISATION DU LITTORAL DU LAC DES PINS ROUGES

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 (Dutartre et Bertrin, 2009). Ainsi, des espèces sont reconnues pour préférer s'établir en milieux oligotrophes, alors que d'autres espèces préféreront les milieux eutrophes. 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 d'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 des Pins Rouges 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, 10 secteurs ont été inventoriés au lac des Pins Rouges.

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<sup>§</sup>) 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 à l'aide d'une tige graduée.

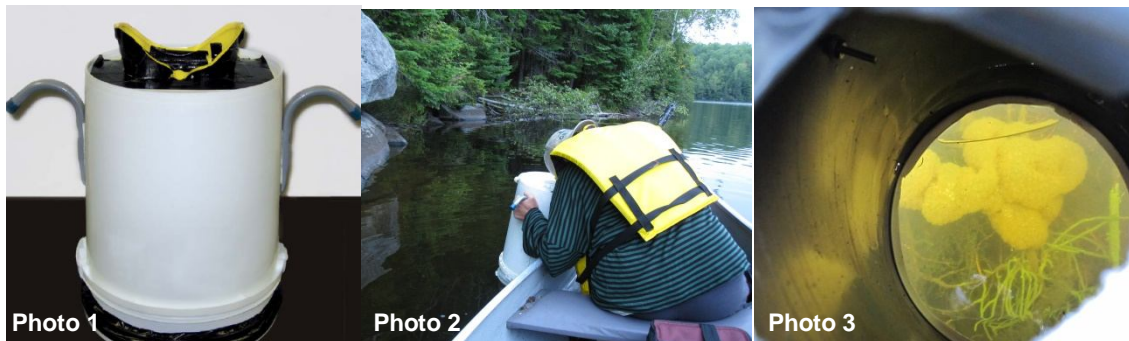


Photo 1 : Aquascope maison fabriqué à partir du protocole de Legendre, 2008. Photo : Legendre, 2008.

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.

<sup>§</sup> 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 des algues filamenteuses et du périphyton\*\* a aussi été notée pour chaque secteur inventorié. Ces deux types d'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



Algues brunes microscopiques  
Source : Campeau *et coll.*, 2008

\*\* Algues microscopiques de teinte brunâtre qui tapissent le fond des plans d'eau.



## *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 2014 au lac des Pins Rouges, le recouvrement moyen de la zone littorale par les macrophytes était de 34 %, ce qui traduit une abondance de végétaux aquatiques intermédiaire en termes d'importance. Les différentes classes de recouvrement par les macrophytes étaient toutes représentées dans ce lac (carte 4). Les zones présentant les recouvrements par les macrophytes les plus importants étaient situées à proximité de l'exutoire du principal tributaire, à l'est du lac, et dans une baie au nord-ouest du lac (zones PAPR-06, PAPR-08 et PAPR-09; carte 4). L'accumulation sédimentaire à ces endroits provenant de ces tributaires favorise l'implantation des macrophytes.

### *Inventaire spécifique des macrophytes*

D'abord, l'inventaire des macrophytes nous a permis d'observer la présence de 32 espèces de macrophytes au lac des Pins Rouges. 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 : *Ériocolon à sept angles* (100 % d'occurrence), *Fausse-nymphée à feuilles cordées* (100 % d'occurrence), *Lobélie de Dortmann* (90 % d'occurrence) et *Lysimaque terrestre* (80 % d'occurrence). Cinq autres espèces de macrophytes étaient présentes dans plus de la moitié des secteurs inventoriés (50 % à 60 % d'occurrence; tableau 5).

Les espèces les plus abondantes lorsque présentes dans un secteur inventorié étaient : *Éléocharide sp* (40 % de recouvrement moyen), *Ériocolon à sept angles* (8 % de recouvrement moyen) et *Utriculaires pourpre et vulgaire* (8 % de recouvrement moyen chacune). À part l'*Ériocolon à sept angles*, les *Utriculaires* et l'*Éléocharide* étaient présentes dans seulement 10 % et 20 % des secteurs littoraux du lac des Pins Rouges (zones PAPR-06 et PAPR-08; carte 4). Ces deux secteurs sont situés à l'exutoire des deux principaux tributaires, qui fournissent des apports en sédiments propices à l'implantation de ces espèces.

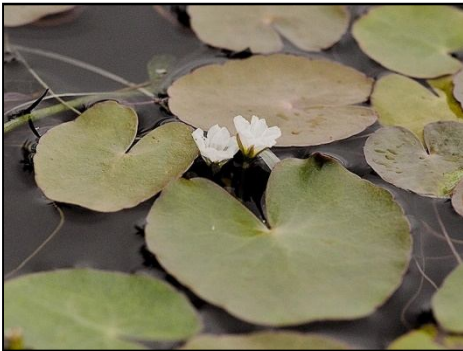
Notons que des neuf espèces les plus rencontrées (plus de 50% d'occurrence) au lac des Pins Rouges, sept d'entre elles sont typiques des milieux oligotrophes, bien qu'elles peuvent être rencontrées dans les milieux mésotrophes et eutrophes, et une espèce est typique des milieux mésotrophes et eutrophes (tableau 5). Une espèce n'a pas de niveau trophique préférentiel identifié dans la littérature (tableau 5).



L'espèce dominante au lac des Pins Rouges était l'**Ériocaulon à sept angles**. On la retrouvait dans tous les secteurs inventoriés. L'*Ériocaulon à sept angles* est 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 100 % des secteurs inventoriés, et lorsqu'elle était présente, elle occupait en moyenne 8 % de la zone littorale.



*Ériocaulon à sept angles*  
Source : RAPPEL, 2008b.  
Photo reproduite avec  
l'autorisation du RAPPEL  
obtenue en 2011.



*Fausse-nymphée à feuilles cordées*,  
[www.digitalnaturalhistory.com](http://www.digitalnaturalhistory.com)

La **Fausse-nymphée à feuilles cordées** possède des tiges filiformes souvent très longues, des feuilles flottantes (long. 3-5 cm) et des fleurs presque blanches. Le groupe des racines tubériformes aquatiques particulier à ces plantes coule au fond à l'automne et entraîne avec lui le sommet de la tige. Cet ensemble devient l'origine d'une nouvelle plante à la saison suivante (Marie-Victorin, 1995). Peu commune, on la retrouve généralement au bord des lacs dans les eaux tranquilles des baies et dans les marais (Fleurbec, 1987).

On retrouvait la Fausse-nymphée à feuilles cordées dans tous les secteurs inventoriés du lac des Pins Rouges, et lorsqu'elle était présente, elle occupait en moyenne 3 % de la zone littorale.

*Fausse-nymphée à feuilles cordées*,  
vue subaquatique, lac des Pins  
Rouges, 2014 source : Hélène  
Bouliane, botaniste.

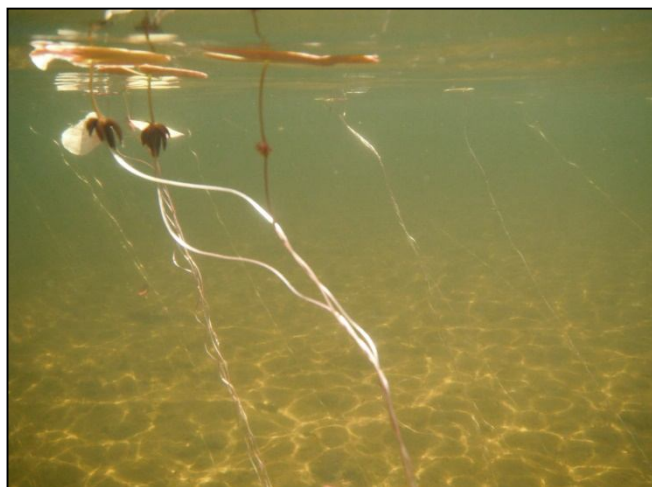


Tableau 5 : Occurrence, recouvrement moyen et niveau trophique préférentiel des macrophytes du lac des Pins Rouges, 2014

Espèces	Occurrence (%)	Recouvrement moyen (%)	Niveau trophique préférentiel *
Ériocolon à sept angles	100	8	O/M
Fausse-nymphée à feuilles cordées	100	3	O/M/E
Lobélie de Dortmann	90	4	O
Lysimaque terrestre	80	1	O/M/E
Nymphaea odorant	60	7	O/M/E
Duliche roseau	60	1	N/D
Grand nénuphar jaune	60	1	O/M/E
Potamot émergé	50	2	O/M
Vallisnérie d'Amérique	50	0,7	M/E
Famille des Cypéracées	40	1	N/D
Nymphée sp	30	1	O/M/E
Brasénie de Schreber	30	1	O/M/E
Sagittaire graminioïde	30	1	O
Sagittaire à larges feuilles	30	1	N/D
Rubanier à gros fruits	30	1	N/D
Éléocharide sp	20	40	N/D
Rubanier à feuilles étroites	20	1	N/D
Isoète à spores épineuses	20	1	O
Naïas sp	20	1	M/E
Scirpe à gaines rouges	20	1	N/D
Prêle fluviatile	20	1	N/D
Utriculaire pourpre	10	8	M/E
Utriculaire vulgaire	10	8	M/E
Éléocharide des marais	10	1	N/D
Cresson d'eau	10	1	N/D
Potamot à larges feuilles	10	1	M/E
Potamot de Robbins	10	1	M/E
Potamot spirallé	10	1	M/E
Rubanier sp	10	1	N/D
Rubanier flottant	10	1	N/D
Iris versicolore	10	0	N/D
Quenouille sp	10	0	N/D

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

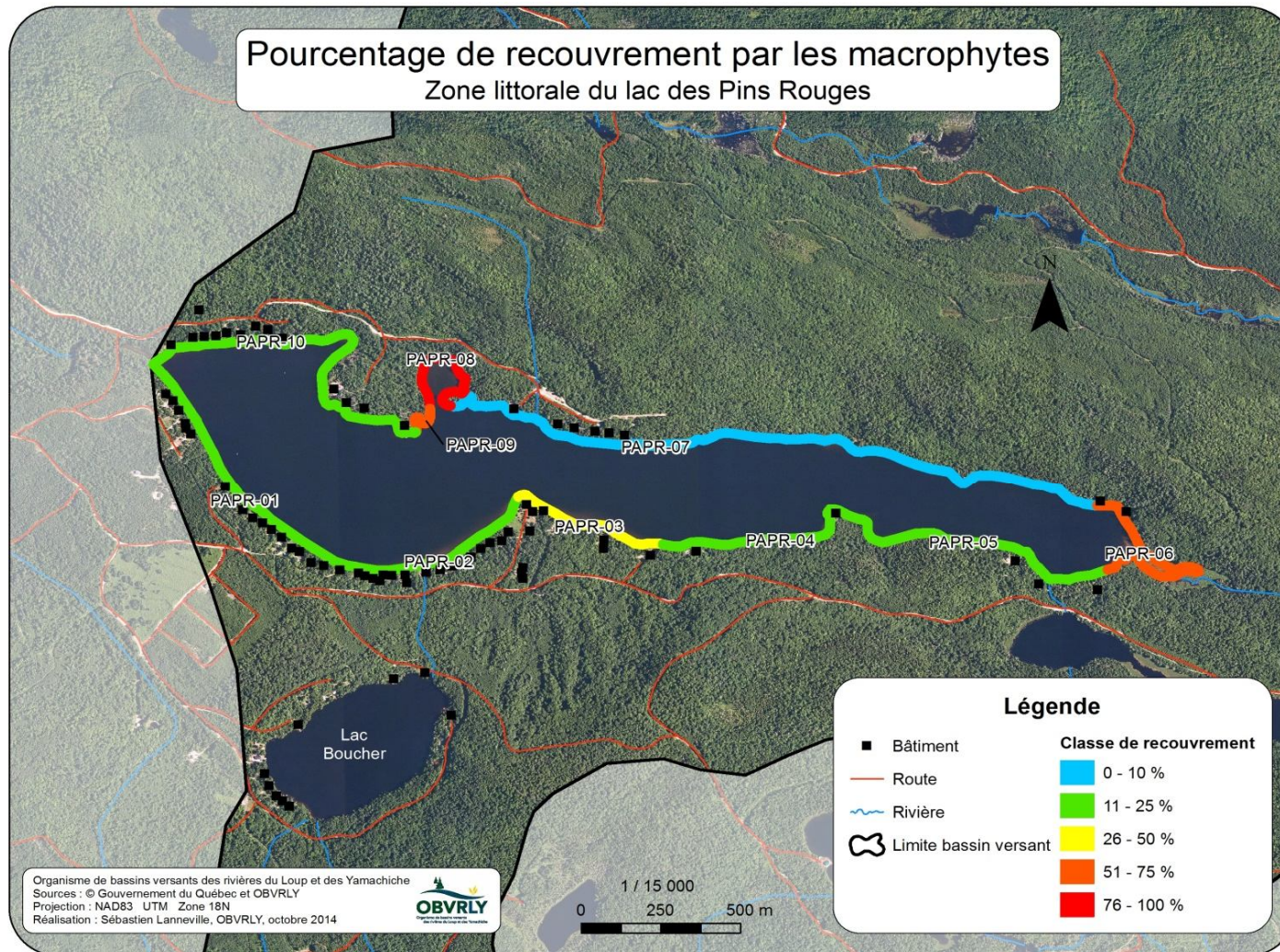


### *Les algues filamenteuses et le périphyton*

Lors de nos visites terrain, nous avons observé la présence d'algues filamenteuses dans 30 % des secteurs inventoriés (zones PAPR-01, PAPR-04 et PAPR-05; carte 4). Ces secteurs étaient situés au sud-ouest du lac à proximité de la décharge du lac. Les algues filamenteuses étaient associées à la présence importante de débris végétaux (arbres morts au fond de la zone littorale). La présence d'algues filamenteuses ne semble donc pas être associée aux activités humaines.

L'accumulation d'algues périphytiques ou épiphytiques (algues brunes) a été observée lors de nos visites terrain. Cette accumulation était aussi présente dans 30 % des secteurs inventoriés, soit dans les mêmes secteurs (zones PAPR-01, PAPR-04 et PAPR-05; carte 4) situés au sud-ouest du lac à proximité de la décharge du lac (carte 4). L'accumulation d'algues périphytiques était associée à la présence importante de débris végétaux (arbres morts au fond de la zone littorale). Comme pour les algues filamenteuses, la présence d'algues périphytiques ne semble donc pas associée aux activités humaines. C'est plutôt la décomposition des débris végétaux présents qui procure les éléments nutritifs responsables de la croissance de ces deux types d'algues (périphytiques et filamenteuses). Ces algues sont généralement associées à l'eutrophisation des milieux aquatiques lorsque présentes en surabondance.





Carte 4 : Pourcentage de recouvrement des macrophytes, zone littorale du lac des Pins Rouges en 2014



## Type de substrat

Le type de substrat dominant rencontré dans la zone littorale du lac des Pins Rouges était principalement composé de sable (tableau 6). La présence de gravier et de galets a été observée dans 40 % des secteurs inventoriés respectivement et la présence de blocs et de roc a été observée dans moins de secteurs (tableau 6), surtout situés dans les secteurs adjacents à la rive nord du lac. La présence de particules fines, correspondant à une accumulation sédimentaire et de matière organique, a été observée dans 30 % des secteurs à proximité des principaux tributaires (zones PAPR-06, PAPR-08 et PAPR-09; carte 4). Ces secteurs étaient situés en aval de tributaires et dans les baies aux eaux calmes. Cette accumulation plutôt naturelle ne semble pas être liée à l'enrichissement du milieu aquatique par les activités humaines.

Tableau 6 : Substrats rencontrés dans la zone littorale du lac des Pins Rouges en 2014

Type de substrat	Occurrence (%)*
Mince dépôt de particules fines	10
Particules fines	30
Sable	60
Gravier	40
Galets	40
Bloc	30
Roc	10

\* 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 des Pins Rouges était de 10 cm, ce qui représente une faible accumulation sédimentaire récente. C'est dans les zones littorales PAPR-06 et PAPR-08 que nous avons observé les plus importantes accumulations sédimentaires (carte 4). L'épaisseur estimée des sédiments pouvait y atteindre plus de 50 cm d'accumulations récentes, ce qui représente une accumulation élevée de sédiments récents en termes d'importance. Ces secteurs étaient situés à l'est près de l'exutoire du principal tributaire reliant le lac à la Coureuse au lac des Pins Rouges et au nord-ouest dans les baies.



### **À retenir**

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

- Le recouvrement moyen de la zone littorale par les macrophytes était intermédiaire en termes d'importance et typique des milieux mésotrophes. Cependant, lorsque nous ne tenons pas compte des baies et des secteurs près de l'exutoire des principaux tributaires, le recouvrement moyen du littoral par les macrophytes était plus faible, typique des lacs oligo-mésotrophes.
- La richesse spécifique relativement élevée (34 espèces de macrophytes inventoriées) est généralement typique des lacs mésotrophes.
- L'espèce dominante de macrophytes inventoriées au lac des Pins Rouges était l'*Ériocolon à sept angles*, une espèce typique des milieux oligotrophes. Rappelons que, de par sa petite taille, cette espèce limite très peu les activités humaines. L'espèce co-dominante était la *Fausse-nymphée à feuilles cordées*, une espèce peu commune, que l'on retrouve généralement dans les eaux tranquilles des baies. Lorsque cette dernière était présente, elle présentait un faible recouvrement d'un secteur donné.
- La présence d'algues filamenteuses et périphytiques était associée à la présence importante de débris végétaux (arbres morts au fond de la zone littorale). La présence de ces algues ne semble donc pas associée aux activités humaines.



---

## ESTIMATION DE DES APPORTS EN PHOSPHORE DU BASSIN VERSANT

### Utilisation du territoire du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges

Les superficies des différentes utilisations du territoire (forêts, milieux urbains, etc.) ont été calculées dans la portion immédiate du bassin versant du lac des Pins Rouges. La portion du bassin versant de ce lac se situe donc entre la décharge du lac à la Coureuse et la décharge du lac des Pins Rouges (carte 5). Les analyses de l'utilisation du territoire ont été concentrées dans la portion immédiate du bassin versant du lac des Pins Rouges, car les lacs situés en amont<sup>††</sup> reçoivent les eaux de ruissellement de la partie amont du bassin versant et agissent comme d'énormes bassins de sédimentation. C'est donc la portion immédiate du bassin versant du lac des Pins Rouges qui est la plus susceptible de présenter des problématiques qui affectent ce lac.

La majeure partie du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges est occupée par des éléments naturels (tableau 7). Les forêts dominent largement (81 %), suivies du lac des Pins Rouges (14 %). Les milieux humides représentent moins de 1 % du territoire du bassin versant immédiat de ce lac.

Le territoire occupé par les éléments d'origines anthropiques occupe moins de 5 % de cette portion du bassin versant. Les terrains résidentiels<sup>‡‡</sup> représentent près de 2 % de ce territoire alors que les chemins occupent moins de 3 % du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges. Soulignons que les terrains résidentiels et les chemins d'accès privés de ces terrains représentent la majeure partie de l'utilisation du territoire d'origine anthropique de ce territoire, soit 2,9 % sur un total de 4 % (tableau 7).

Tableau 7 : Utilisation du territoire du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges

Utilisation du territoire	Superficie (km <sup>2</sup> )	% d'utilisation du territoire
Forêt	6,07	81
Milieux humides	0,05	0,7
Lac des Pins Rouges	1,07	14
<b>Sous-total naturel</b>	<b>7,19</b>	<b>96</b>
Terrains résidentiels	0,09	1,2
Chemins de gravier	0,22	2,9
<b>Sous-total anthropique</b>	<b>0,30</b>	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>7,50</b>	<b>100</b>

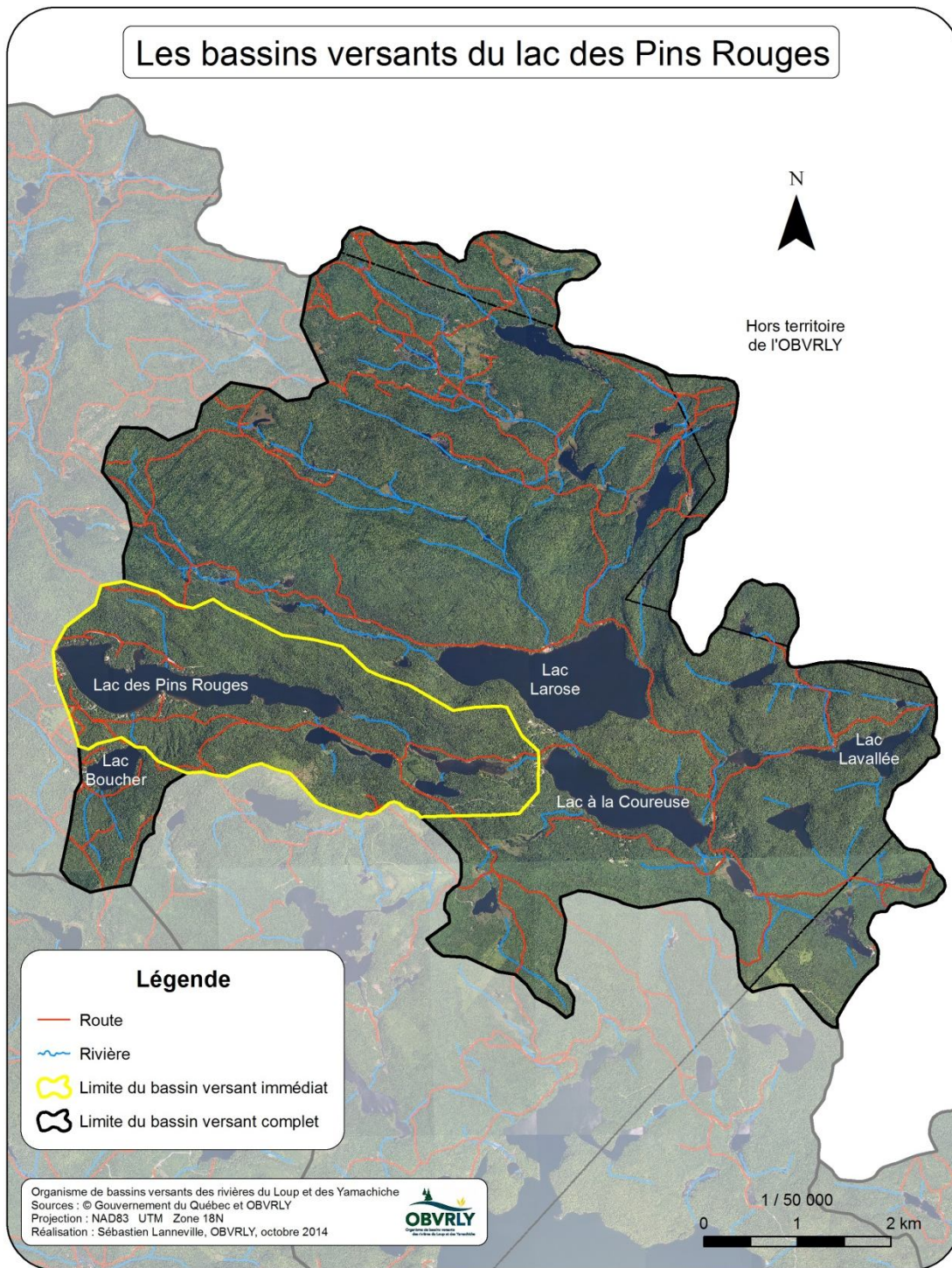
Le nombre de bâtiments inventoriés est de 75 dans ce secteur immédiat du bassin versant, dont 69 bâtiments situés dans la ceinture de 100 mètres autour du lac des Pins Rouges. Ces bâtiments ne sont pas collectés à un réseau d'égout dont les eaux usées sont traitées.

<sup>††</sup> Le lac Lavallée, le lac à la Coureuse, le lac Larose et le lac Boucher.

<sup>‡‡</sup> La superficie moyenne d'un terrain résidentiel est de 1200 m<sup>2</sup> au lac des Pins Rouges.

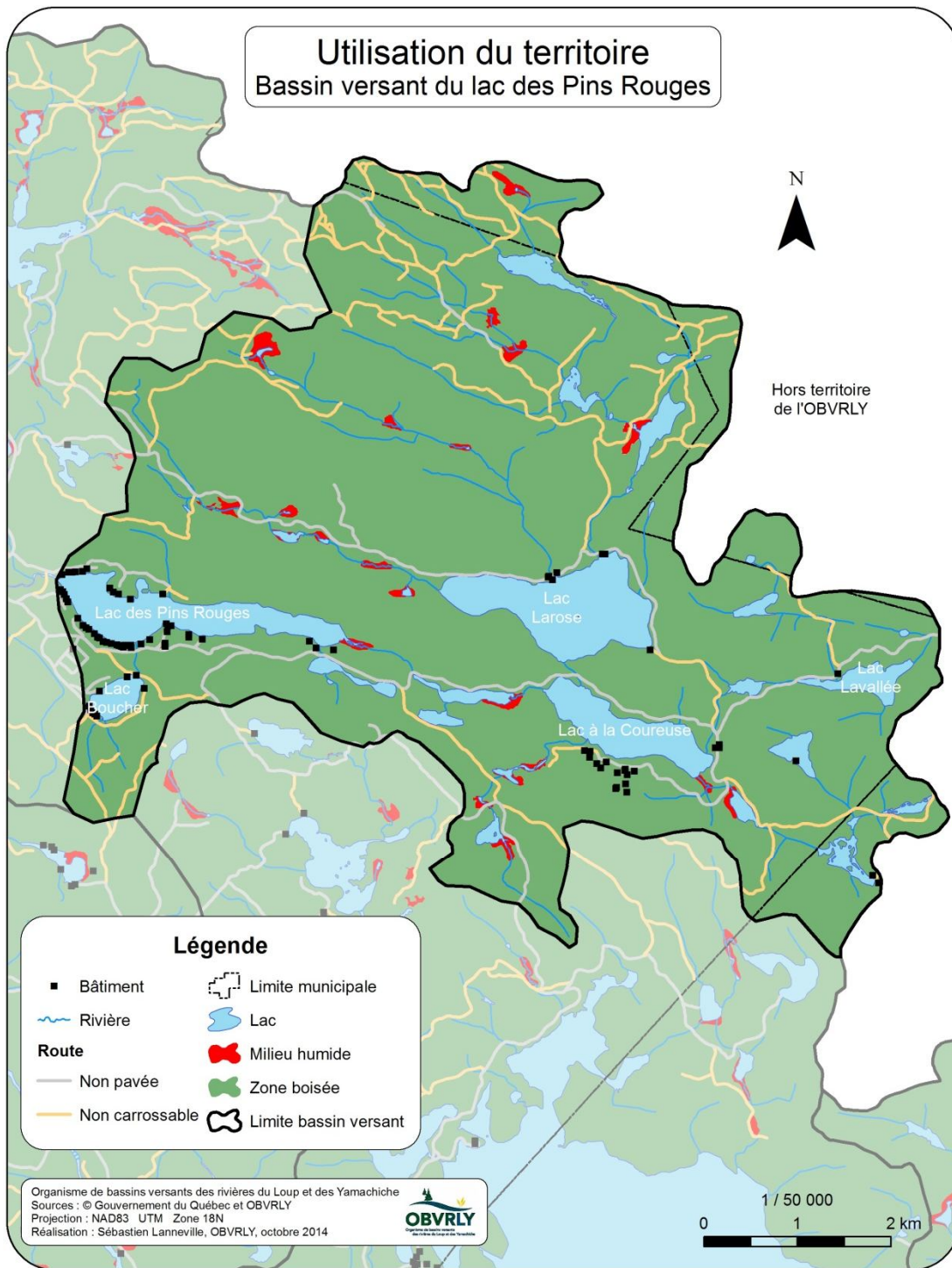






Carte 5 : Bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges (contour en jaune)





Carte 6 : Utilisation du territoire du bassin versant complet du lac des Pins Rouges



## Contribution des apports diffus en phosphore

Il est reconnu que le phosphore est un des principaux éléments responsables des problématiques d'eutrophisation des plans d'eau. La contribution des apports diffus en phosphore a donc été estimée à partir de coefficients d'exportation en phosphore pour les différentes utilisations du territoire du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges. Les coefficients d'exportation en phosphore sont généralement exprimés en charges de phosphore (mg de phosphore) pour une superficie donnée (mètre carré) par an. Ces coefficients sont spécifiques pour chaque type d'utilisation du territoire (milieux humides, forêts, chemins, etc.) (tableau 8).

Tableau 8 : Coefficients d'exportation en phosphore utilisés pour les apports diffus

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

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

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

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



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

À ce jour, plusieurs coefficients d'exportation en phosphore sont disponibles dans la littérature pour une même utilisation du territoire. Par conséquent, nous devons choisir un coefficient qui soit le plus représentatif des conditions qui prévalent pour une région. En premier lieu, la majorité des coefficients d'exportation en phosphore que nous avons choisis sont ceux déterminés pour l'Amérique du Nord (tableau 8). Pour les milieux naturels québécois (forêts et milieux humides), lorsque plusieurs coefficients étaient disponibles, nous avons volontairement choisi les valeurs les plus élevées afin de ne pas sous-estimer l'apport en phosphore provenant des milieux naturels. Pour les milieux anthropiques (villégiature, sablières et routes), nous avons choisi les coefficients dont les valeurs étaient les plus faibles. Comme plusieurs coefficients d'exportation en phosphore ne font pas l'unanimité dans la communauté scientifique, cette approche conservatrice et prudente permet de minimiser les erreurs d'estimation qui pourraient conduire à une surestimation des apports provenant des activités humaines.

Pour les apports diffus en phosphore estimés dans le bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges (tableau 9), nous observons que les milieux naturels (milieux humides, forêts et les dépôts atmosphériques sur les plans d'eau) contribuent pour près de 80 % des apports en phosphore estimés. Les apports diffus en phosphore d'origine anthropique estimés contribuent pour plus de 20 % des apports. Les chemins contribuent pour la majeure partie de ces apports diffus avec 19,4 % des apports en phosphore, suivi des terrains résidentiels avec 1,2 % des apports en phosphore diffus.

Tableau 9 : Estimation des contributions des apports diffus en phosphore à l'intérieur du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges en 2014

Utilisation du territoire	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficient d'exportation en P (mg/m <sup>2</sup> /an)	P estimé* (mg/an)	Contribution relative (%)
Forêt	6 070 000	5	30 350 000	41,9
Dépôts atmosphériques plans d'eau	1 070 000	17	18 190 000	25,1
Milieux humides	50 000	180	9 000 000	12,4
<b>Apports diffus en phosphore d'origine naturelle</b>				<b>79,4</b>
Urbain/résidentiel	90 000	10	900 000	1,2
Routes/chemins	220 000	64	14 080 000	19,4
<b>Apports diffus en phosphore d'origine anthropique</b>				<b>20,6</b>

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

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



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

## Capacité de support en phosphore du lac des Pins Rouges

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

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

*« Le calcul de la capacité de support en phosphore des lacs permet, en théorie, d'estimer le degré de développement humain pouvant prendre place dans un bassin versant sans mettre en péril la qualité de l'eau du lac récepteur. Concrètement, la capacité de support est définie comme la quantité de phosphore qu'un lac peut recevoir sans engendrer d'effets indésirables. En utilisant des modèles appropriés, il devient possible de détailler et de calculer les concentrations de phosphore observées dans les lacs. Ces outils nous donnent la possibilité d'estimer la concentration naturelle, c'est-à-dire avant la présence humaine, et d'évaluer l'importance des apports en phosphore provenant de l'ensemble des activités humaines ainsi que la portion associée à chacune des grandes catégories d'utilisation du sol. » (GRIL, 2009)*



### Modèle empirique de Carignan

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

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

- les concentrations en carbone organique dissous mesurées en mg/l (**COD**) ;
- le nombre de bâtiments dans la ceinture de 100 mètres autour du lac (**bâtim\_100**) ;
- la superficie des milieux ouverts en mètres carrés (**MOUV**) ;
- le volume d'eau du lac en mètres cubes (**Vol**).

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

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

Les concentrations en COD mesurées nécessaires dans l'utilisation de ce modèle proviennent du *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)* du MDDELCC. Les concentrations en phosphore mesurées provenant aussi du *RSVL* ont permis de calculer la précision de ce modèle pour le lac des Pins Rouges. Soulignons que les prélèvements d'eau ont été effectués entre 2012 et 2014 par l'Association des riverains du lac des Pins Rouges (ARLDPR).

C'est pour estimer l'augmentation relative de la concentration en phosphore par rapport à la situation naturelle que nous avons utilisé le modèle de Carignan. Les données nécessaires aux calculs de ce modèle qui sont présentées au tableau 10 ont permis d'estimer la concentration actuelle en phosphore des eaux de surface du lac des Pins Rouges.



Tableau 10 : Données nécessaires aux calculs du modèle empirique de Carignan pour le lac des Pins Rouges

Données nécessaires aux calculs	Valeurs
Carbone organique dissous ( <b>COD</b> ) moyen* mesuré entre 2012 et 2014	4,1 mg/l
Volume d'eau du lac des Pins Rouges ( <b>Vol</b> )	7 911 550 m <sup>3</sup>
Nombre de résidences à l'intérieur d'une ceinture de 100 m autour du lac ( <b>bâtim_100</b> )	69 résidences
Superficie milieux ouverts (routes et terrains résidentiels) ( <b>MOUV</b> )	217 493 m <sup>2</sup>

\* Valeur moyenne calculée à partir de 9 mesures effectuées entre 2012 et 2014 des Pins Rouges.

À partir de la modélisation, la concentration en phosphore estimée était de 5,51 µg/l au lac des Pins Rouges, alors que la valeur moyenne mesurée pour ce lac entre 2012 et 2014 était de 3,5 µg/l pour ce paramètre. Ainsi, la précision de ce modèle était relativement acceptable pour ce lac, avec une erreur relative de 36 % pour la relation entre la concentration en phosphore prédite (estimée) et mesurée (tableau 11). Cette précision est supérieure à l'erreur relative moyenne obtenue (24 %) lorsque ce modèle a été testé sur 50 lacs dans la région des Laurentides (SIADL<sup>§§</sup> dans Roy, 2010). Notons que l'erreur de la moyenne des mesures de phosphore était aussi de 36 % (concentration moyenne en phosphore = 5,51 µg/l ±1,24 µg/l). Conséquemment, la faible précision des mesures de phosphore réalisées entre 2012 et 2014 peut en partie expliquer cette différence entre la concentration en phosphore prédite par le modèle et les concentrations mesurées.

Tableau 11 : Précision du modèle de Carignan calculée à partir des mesures et des estimations des concentrations en phosphore qui tiennent compte de la présence humaine au lac des Pins Rouges

Concentration en phosphore total :	
... estimée à l'aide du modèle	5,51 µg/l
... mesurée <i>in situ</i> entre 2012 et 2014	3,50 µg/l *
<b>Erreur relative</b>	<b>36 %</b>

\* Valeur moyenne calculée à partir de 9 mesures effectuées entre 2012 et 2014 au lac des Pins Rouges. La précision de la moyenne des mesures *in situ* des concentrations en phosphore (±1,24 µg/l ou 36 %) a été obtenue à partir de l'erreur type et de la valeur *t* de Student (niveau de confiance à 95 %).

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



Après avoir déterminé la précision de ce modèle pour le lac des Pins Rouges, nous avons estimé l'augmentation relative de la concentration actuelle en phosphore (moyenne des mesures de phosphore entre 2012 et 2014) selon différents scénarios par rapport à la situation naturelle. Ce dernier scénario a été obtenu en éliminant le nombre de bâtiments et les superficies occupées par les milieux ouverts (chemins et terrains résidentiels) lors du calcul du modèle.

Nous pouvons voir au tableau 12 que la concentration en phosphore estimée au lac des Pins Rouges pour le scénario qui exclut la présence humaine était de 5,01 µg/l et de 5,51 µg/l lorsque les résidences et les milieux ouverts (chemins et terrains résidentiels) étaient inclus dans le modèle. Nous obtenons ainsi une augmentation de la concentration en phosphore dans les eaux de surface de ce lac de 9 %, qui résulte de la présence d'activités humaines dans le bassin versant immédiat de ce lac.

Nous avons utilisé le modèle de Carignan selon d'autres scénarios d'utilisation du territoire afin de distinguer les effets de la présence de résidences et de la présence de milieux ouverts (chemins et terrains résidentiels), pris séparément, sur l'estimation de la concentration en phosphore. Nous pouvons remarquer au tableau 12 que l'augmentation de la concentration en phosphore par rapport aux conditions naturelles est de 8,2 % lorsque seulement les résidences sont incluses dans le modèle et de 0,8 % lorsque seulement les milieux ouverts (chemins et terrains résidentiels) sont inclus dans le modèle. Les résultats de ces derniers scénarios suggèrent que la présence de résidences autour du lac des Pins Rouges est responsable d'une part de l'augmentation de la concentration en phosphore par rapport aux conditions naturelles.

Tableau 12 : Augmentation relative de la concentration en phosphore estimée, à partir de différents scénarios, par rapport à la situation naturelle au lac des Pins Rouges, modèle de Carignan

Scénarios	Concentration en phosphore estimée	Augmentation de la concentration en phosphore par rapport aux conditions naturelles
Avant le développement résidentiel (conditions naturelles)	5,01 µg/l	-
Actuel : avec résidences et milieux ouverts (chemins et terrains résidentiels) en 2014	5,51 µg/l	9 %
Actuel : avec résidences seulement en 2014	5,47 µg/l	8,2 %
Actuel : avec milieux ouverts seulement (chemins et terrains résidentiels) en 2014	5,05 µg/l	0,8 %





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



---

## CONCLUSION

Cette étude visait à identifier les principaux symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac des Pins Rouges. L'ensemble des mesures effectuées dans le cadre de cette étude ne suggère pas de problèmes sévères de vieillissement prématuré du lac (eutrophisation) :

- Les résultats obtenus à partir des mesures effectuées selon le protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* entre 2012 et 2014 situaient le lac des Pins Rouges 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) près des sédiments, ce qui laisse entrevoir un léger signe d'eutrophisation. Malgré cela, les conditions d'oxygène observées dans l'ensemble de la colonne d'eau permettent d'assurer le maintien des populations de la majorité des espèces de poissons.

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 des Pins Rouges 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 MDDELCC. La caractérisation du littoral a ainsi permis de confirmer que le lac des Pins Rouges était relativement en bonne santé à l'égard de l'eutrophisation, malgré quelques signes d'eutrophisation. En voici les faits saillants :

- Le recouvrement moyen de la zone littorale par les macrophytes était intermédiaire en termes d'importance et donc typique des milieux oligotrophes et mésotrophes. Les zones présentant les recouvrements par les macrophytes les plus importants étaient situées à proximité de l'exutoire du principal tributaire, à l'est du lac et dans les baies au nord-ouest du lac.
- La richesse spécifique relativement élevée (32 espèces de macrophytes inventoriées) est généralement typique des lacs mésotrophes.
- L'espèce dominante de macrophytes inventoriées au lac des Pins Rouges était l'*Ériocolon à sept angles*, une espèce typique des milieux oligotrophes. Rappelons que, de par sa petite taille, cette espèce limite très peu les activités humaines. L'espèce co-dominante était la *Fausse-nymphée à feuilles cordées*, une espèce peu commune, que l'on retrouve généralement dans les eaux tranquilles des baies. Lorsque cette dernière était présente, elle présentait un faible recouvrement d'un secteur donné.



- La présence d'algues filamenteuses et périphytiques était associée à la présence importante de débris végétaux (arbres morts au fond de la zone littorale). La présence de ces algues ne semble donc pas associée aux activités humaines.
- L'accumulation moyenne des sédiments récents de la zone littorale du lac des Pins Rouges était de 10 cm, ce qui représente une faible accumulation sédimentaire.

Il est important de mentionner ici que les éléments de diagnostic du lac des Pins Rouges présentés ci-haut et indiquant que le lac des Pins Rouges présente peu de signes d'eutrophisation ne permettent pas de conclure que ce lac n'a pas subi de détérioration de son état de santé général depuis le développement de la villégiature dans son pourtour. Il demeure probable que le lac des Pins Rouges ait subi une détérioration de sa qualité de l'eau et de ses écosystèmes, aussi minime peut-elle être.

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

- Le lac des Pins Rouges possède un bassin versant dont la superficie est quarante fois supérieure à la superficie de son lac, ce qui est relativement élevé en termes d'importance comme ratio de drainage. Par conséquent, les charges naturelles en sédiments et en éléments nutritifs peuvent être relativement élevées. Cependant, l'accumulation moyenne des sédiments récents de la zone littorale du lac des Pins Rouges était de 10 cm, ce qui représente une faible accumulation sédimentaire.
- Les rives du lac des Pins Rouges étaient de bonne qualité dans l'ensemble (excellente qualité à qualité intermédiaire). Malgré ce bon état riverain, des améliorations devront être apportées par la revégétalisation pour certains secteurs (secteurs ouest du lac), afin de minimiser leurs impacts sur l'intégrité écologique de ce lac.

Les principaux lacs situés en amont du bassin versant du lac des Pins Rouges (lac Larose, lac à la Coureuse et lac Boucher) ont fait l'objet d'un suivi – phase 1 en 2010 et en 2012 (voir Boissonneault, 2011 et 2012). Dans cette étude qui visait à identifier les lacs problématiques à l'égard de l'eutrophisation, seulement le lac Boucher présentait de légers signes d'eutrophisation, tels des déficits en oxygène dans les eaux profondes près du fond. Or, nous pourrions croire que les signes d'eutrophisation observés au lac Boucher contribuent à la dégradation de l'état de santé du lac des Pins Rouges. Cependant, l'évaluation complète des symptômes d'eutrophisation (caractérisation - phase 2) n'a pas été effectuée pour ce lac. Ce suivi nous permettrait de vérifier si le lac Boucher présente de réels problèmes d'eutrophisation.



L'analyse du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges a permis de constater qu'il était majoritairement occupé par les éléments naturels tels que les forêts, les lacs et les milieux humides. Cependant, les activités humaines qui ont lieu sur ce territoire (résidences et chemins) sont principalement situées à proximité du lac. Les analyses de l'utilisation du territoire à l'aide des coefficients d'exportation en phosphore démontrent que la présence de résidences et de chemins serait responsable de plus de 20 % des apports diffus en phosphore de ce lac. Les apports ponctuels en phosphore provenant des installations septiques non conformes des résidences isolées, qui n'ont pas été considérés dans ces calculs, peuvent représenter une contribution importante en phosphore pouvant dépasser la somme des apports diffus d'origine anthropique. À ce sujet, la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts effectue depuis quelques années l'évaluation des installations septiques (fosses) les plus potentiellement polluantes sur la base de critères comme l'année d'installation, le type de réservoir, etc. Cette évaluation a pour objectif la mise à niveau de la conformité de ces dispositifs afin d'assainir et de protéger les plans d'eau.

Une autre méthode, le modèle empirique de Carignan, a permis de calculer la capacité de support en phosphore du lac des Pins Rouges. Ce modèle donne la possibilité d'estimer la concentration naturelle, c'est-à-dire avant la présence humaine, et d'évaluer l'importance des apports en phosphore provenant de l'ensemble des activités humaines qui ont lieu dans son bassin versant immédiat. Les différents scénarios obtenus lors de cet exercice qui tiennent compte de la présence de résidences et de chemins ont permis de constater une augmentation de 9 % des concentrations en phosphore depuis le développement de la villégiature au lac des Pins Rouges.

À partir des deux méthodes d'estimation des apports en phosphore utilisées (les coefficients d'exportation en phosphore et le modèle de Carignan), nous pouvons conclure que les apports en phosphore provenant de la présence humaine dans le bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges représentent entre 9 % et 20 % de l'augmentation des concentrations en phosphore dans les eaux de surface par rapport à la situation naturelle, soit avant le développement de la villégiature autour de ce lac. Une augmentation de plus de 10 % des apports en phosphore peut contribuer à affecter l'écosystème d'un lac et amorcer le changement de son statut trophique.

## Limites et perspectives

Rappelons que cette étude avait pour objectif d'identifier la présence de symptômes d'eutrophisation au lac des Pins Rouges (phase 2; voir annexe 3). 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 sur le terrain lors d'une 3<sup>e</sup> phase d'étude qui consiste à les déterminer par l'analyse du bassin versant du lac et de ses tributaires. Voici des activités d'acquisition de connaissance prévue dans la 3<sup>e</sup> phase du programme de suivi des lacs de l'OBVRLY qui pourraient être envisagées :

- Mesures de la qualité de l'eau (phosphore total et matières en suspension) des principaux tributaires. Par exemple, ce suivi permettrait dans le futur de vérifier si



des apports en phosphore dissous dépassent le critère de qualité de l'eau visant la protection des plans d'eau contre l'eutrophisation.

- Inventaires des problématiques d'érosion dans le bassin versant du lac des Pins Rouges (foyers d'érosion, inventaire de l'état des ponceaux, etc.). Cet inventaire permettrait de prioriser les secteurs du bassin versant qui présentent les problématiques les plus importantes.

L'ensemble des mesures effectuées nous indique que le lac des Pins Rouges était en bonne santé, mais que celui-ci présentait une vulnérabilité relative à l'eutrophisation. Comme des signes d'eutrophisation ont été observés dans la zone littorale de certains secteurs et dans les eaux profondes (hypolimnion) de la fosse, 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 concernés par la gestion des plans d'eau afin de préserver l'état de santé actuel du lac. Des mesures correctrices sont donc proposées dans le chapitre suivant afin de réduire les apports en phosphore et en sédiments vers le lac.



---

## RECOMMANDATIONS

Cette étude nous indique que le lac des Pins Rouges est généralement en bonne santé, mais que celui-ci présente une vulnérabilité relative à l'eutrophisation. Les neuf 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 des Pins Rouges 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 de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) 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<sup>\*\*\*</sup>. 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 MDDELCC 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<sup>†††</sup>.

---

<sup>\*\*\*</sup> Voir : *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.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/cyanobacteries/guide\\_releve.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_releve.pdf)

<sup>†††</sup> Voir : *Réduction du phosphore dans les rejets d'eaux usées d'origine domestique, position du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs :*

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/reduc-phosphore/index.htm>



## 2. Assurer le suivi de la revégétalisation des bandes riveraines

La municipalité et les associations de riverains devront travailler à sensibiliser les riverains à l'importance d'une ceinture végétale dans la préservation de l'intégrité écologique du lac. 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 MDDELCC. 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 Web de la Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) permet d'identifier rapidement les végétaux recommandés en fonction des caractéristiques propres au site à revégétaliser<sup>+++</sup>. 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.

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

MDDELCC. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables* :  
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/>

---

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



MDDELCC. *Végétalisation de la bande riveraine* :  
<http://www.mddelcc.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://rappe1.qc.ca/images/stories/food/savons\\_phosphates.pdf](http://rappe1.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.ccspace.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](http://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 + 3 annexes  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/Eau/pluviales/index.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.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0973143.pdf>



## 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.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/sainespratiques.pdf>

Québec, 1998. *Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec*.  
<http://www.mffp.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.mffp.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'eau 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 :

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](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<sup>§§§</sup>
- Facilite la dispersion des espèces envahissantes<sup>\*\*\*\*</sup>
- 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.

---

<sup>§§§</sup> ...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).

<sup>\*\*\*\*</sup> 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 des Pins Rouges

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

Les trois étapes suivantes du plan directeur concernent les acteurs de l'eau du lac des Pins Rouges. 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 de la Lutte contre les changements climatiques 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.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/cyanobacteries/guide\\_elaboration.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf)





---

## LISTE DES CARTES

Carte 1 : Bassin versant du lac des Pins Rouges, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts.....	11
Carte 2 : Indice de qualité des bandes riveraines (IQBR), lac des Pins Rouges, 2014 .....	14
Carte 3 : Station d'échantillonnage des mesures effectuées à partir du protocole du <i>Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)</i> entre 2012 et 2014 et des mesures des profils physico-chimiques en 2010 , 2012, 2013 et 2014 au lac des Pins Rouges.....	19
Carte 4 : Pourcentage de recouvrement des macrophytes, zone littorale du lac des Pins Rouges – 2014.....	37
Carte 5 : Bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges (contour en jaune). .....	41
Carte 6 : Utilisation du territoire du bassin versant complet du lac des Pins Rouges. ....	42



---

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac des Pins Rouges en 2014.....	13
Figure 2 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe A de l'IQBR, lac des Pins Rouges, 2014.....	15
Figure 3 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe B de l'IQBR, lac des Pins Rouges, 2014.....	15
Figure 4 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe C de l'IQBR, lac des Pins Rouges, 2014.....	16
Figure 5 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe D de l'IQBR, lac des Pins Rouges, 2014.....	16
Figure 6 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac des Pins Rouges obtenu à partir des moyennes pluriannuelles des données physico-chimiques en 2012, 2013 et 2014.....	21
Figure 7 : Stratification thermique d'un lac dimictique.....	22
Figure 8 : Profils physico-chimiques du lac des Pins Rouges réalisés en 2010 par l'OBVRLY et de 2012 à 2014 par l'ARLDPR.....	25



---

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètres géographiques du bassin versant du lac des Pins Rouges et ratio de drainage .....	10
Tableau 2 : Proportion des classes de l'IQBR des rives du lac des Pins Rouges en 2014.....	13
Tableau 3 : Données physico-chimiques du lac des Pins Rouges – saisons 2012, 2013 et 2014. Source : <i>Réseau de surveillance des lacs (RSVL)</i> , MDDELCC.....	20
Tableau 4 : Valeurs de saturation et de concentration en oxygène dissous requises pour la préservation de la vie aquatique.....	26
Tableau 5 : Occurrence, recouvrement moyen et niveau trophique préférentiel des macrophytes du lac des Pins Rouges, 2014.....	35
Tableau 6 : Substrats rencontrés dans la zone littorale du lac des Pins Rouges en 2014.....	38
Tableau 7 : Utilisation du territoire du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges. ....	40
Tableau 8 : Coefficients d'exportation en phosphore utilisés pour les apports diffus. ....	43
Tableau 9 : Estimation des contributions des apports diffus en phosphore à l'intérieur du bassin versant immédiat du lac des Pins Rouges en 2014.....	44
Tableau 10 : Données nécessaires aux calculs du modèle empirique de Carignan pour le lac des Pins Rouges. ....	47
Tableau 11 : Précision du modèle de Carignan calculée à partir des mesures et des estimations des concentrations en phosphore qui tiennent compte de la présence humaine au lac des Pins Rouges .....	47
Tableau 12 : Augmentation relative de la concentration en phosphore estimée, à partir de différents scénarios, par rapport à la situation naturelle au lac des Pins Rouges, modèle de Carignan .....	48







---

## 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.
- BINESSE, M., 1983. *Protection et amélioration des cours d'eau : objectif faune aquatique*. MLCP. Dir. Gén. de la faune, 153 p.
- BOISSONNEAULT, Y. 2012. *Identification des lacs problématiques - 2012 (phase 1), municipalités de Saint-Alexis-des-Monts et de Saint-Élie-de-Caxton*. Rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 22 pages et 4 annexes.
- BOISSONNEAULT, Y., 2011. *Identification des lacs problématiques - 2010 (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.mddelcc.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>
- 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.
- 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.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/methodes.htm>
- OBVRLY, 2011. *Portrait et diagnostic du bassin versant du lac des Six - 2009, municipalité de Saint-Boniface*, Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 91 p.
- 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](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](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](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.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/IQBR/rapport.pdf](http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/rapport.pdf)





---

## ANNEXE 1 : DONNÉES BRUTES DES PROFILS PHYSICO-CHIMIQUES

### Profils physico-chimiques – 2010

**Lieu :** Lac des Pins Rouges

**Date de prélèvement :** septembre 2010

**Projection :** UTM, NAD 83

**Latitude :** 18T 639 389

**Longitude :** 5 146 912

**Prélevé par :** Yann Boissonneault pour OBVRLY

**Tableau I.** Données brutes du profil physico-chimique du lac des Pins Rouges - 2010

Profondeur (mètre)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	O <sub>2</sub> dissous (mg/L)	O <sub>2</sub> dissous (% saturation)	pH
1	18,0	23	10,00	105,0	6,38
2	18,0	23	10,00	106,0	6,40
3	17,7	23	10,10	105,0	6,35
4	17,6	23	10,10	105,0	6,30
5	17,5	23	10,10	105,0	6,34
6	17,0	22	10,00	104,0	6,32
7	14,7	22	9,70	96,0	6,36
8	11,4	22	8,20	74,0	5,83
9	9,4	22	7,70	67,0	5,73
10	9,1	22	7,50	65,0	5,73
11	8,7	22	7,50	64,0	5,56
12	8,3	22	7,20	61,0	5,54
14	8,1	23	7,30	62,0	5,52
15	7,8	23	7,40	62,0	5,52
16	7,5	23	7,10	58,5	5,51
17	7,3	23	6,70	55,0	6,38
18	7,3	23	6,80	54,5	6,40
19	7,3	23	6,80	54,0	6,35
<b>Moyenne</b>	-	<b>23</b>	-	-	<b>6,0</b>



## Profils physico-chimiques – 2012

**Lieu :** Lac des Pins Rouges

**Date de prélèvement :** septembre 2012

**Projection :** UTM, NAD 83

**Latitude :** 18T 639 389

**Longitude :** 5 146 912

**Prélevé par :** Association des riverains du lac des Pins Rouges (ARLDPR)

**Tableau I.** Données brutes du profil physico-chimique du lac des Pins Rouges - 2012

Profondeur (mètre)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	O <sub>2</sub> dissous (mg/L)	O <sub>2</sub> dissous (% saturation)	pH
1	20,2	22	8,42	93,1	6,7
2	20,1	22	8,45	93,1	6,8
3	20,1	22	8,48	93,5	6,8
4	20,1	22	8,54	94,2	6,7
5	19,7	22	8,50	93,0	6,6
6	17,5	22	7,99	83,6	6,0
7	13,0	22	8,10	76,9	5,7
8	10,6	22	7,74	69,6	5,6
9	9,9	22	7,71	68,2	5,5
10	9,4	23	7,42	64,8	5,5
11	9,2	23	7,22	62,7	5,5
12	9,0	23	7,17	62,0	5,5
14	8,8	22	7,39	63,8	5,5
15	8,8	22	7,64	65,8	5,5
16	8,7	23	7,25	62,3	5,5
17	8,4	23	6,76	57,7	5,5
18	8,3	23	6,11	52,1	5,4
19	8,3	23	5,15	43,8	5,4
<b>Moyenne</b>	-	<b>22</b>	-	-	<b>5,8</b>



## Profils physico-chimiques – 2013

**Lieu :** Lac des Pins Rouges

**Date de prélèvement :** septembre 2013

**Projection :** UTM, NAD 83

**Latitude :** 18T 639 389

**Longitude :** 5 146 912

**Prélevé par :** Association des riverains du lac des Pins Rouges (ARLDPR)

**Tableau I.** Données brutes du profil physico-chimique du lac des Pins Rouges - 2013

Profondeur (mètre)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	O <sub>2</sub> dissous (mg/L)	O <sub>2</sub> dissous (% saturation)	pH
1	18,0	22	8,78	92,9	6,4
2	18,1	22	8,72	92,4	6,4
3	18,1	22	8,65	91,6	6,4
4	18,2	22	8,63	91,5	6,3
5	18,1	22	8,57	90,9	6,3
6	15,1	23	6,48	64,4	5,6
7	13,4	24	6,09	58,3	5,3
8	10,5	24	5,83	52,3	5,1
9	9,3	24	5,65	49,2	5,0
10	9,1	24	5,65	49,0	5,1
11	8,8	25	5,93	51,0	5,1
12	8,6	25	5,91	50,6	5,2
14	8,3	23	6,02	51,3	5,2
15	8,2	23	6,04	51,4	5,2
16	8,0	24	6,06	51,2	5,2
17	7,9	25	5,83	49,0	5,2
18	7,8	25	5,18	43,5	5,1
19	7,7	25	4,67	39,2	5,2
<b>Moyenne</b>	-	<b>24</b>	-	-	<b>5,5</b>





## Profils physico-chimiques – 2014

**Lieu :** Lac des Pins Rouges

**Date de prélèvement :** septembre 2014

**Projection :** UTM, NAD 83

**Latitude :** 18T 639 389

**Longitude :** 5 146 912

**Prélevé par :** Association des riverains du lac des Pins Rouges (ARLDPR)

**Tableau I.** Données brutes du profil physico-chimique du lac des Pins Rouges - 2014

Profondeur (mètre)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	O <sub>2</sub> dissous (mg/L)	O <sub>2</sub> dissous (% saturation)	pH
1	21,3	22	8,38	94,4	6,9
2	21,3	22	8,38	94,4	6,9
3	21,1	22	8,34	93,8	6,9
4	20,7	22	8,26	92,1	6,9
5	17,1	22	7,97	82,7	6,6
6	14,9	22	7,96	78,8	6,5
7	12,1	22	7,78	72,3	6,4
8	10,5	22	7,46	66,8	6,3
9	9,5	21	7,67	67,0	6,2
10	9,2	21	7,48	65,1	6,2
11	8,9	22	7,39	63,7	6,2
12	8,7	22	7,45	63,9	6,2
14	8,6	22	7,59	65,1	6,2
15	8,4	22	7,83	66,7	6,2
16	8,2	22	7,81	66,2	6,2
17	8,1	22	7,31	61,8	6,1
18	7,9	22	6,69	56,3	6,1
19	7,9	22	6,59	55,5	6,1
<b>Moyenne</b>	-	<b>22</b>	-	-	<b>6,4</b>



## ANNEXE 2 : MACROPHYTES INVENTORIÉS AU LAC DES PINS ROUGES - 2014

### Nom latin, nom commun et niveau trophique préférentiel des macrophytes

Nom latin	Nom commun	Niveau trophique préférentiel*
<i>Brasenia schreberi</i> S.G.Gmel.	Brasénie de Schreber	O/M/E
Cypéracées sp	Famille des Cypéracées	N/D
<i>Dulichium arundinaceum</i> (Linné) Britton	Duliche roseau	N/D
<i>Eleocharis palustris</i> L.	Éléocharide des marais	N/D
<i>Eleocharis</i> sp.	Éléocharide sp	N/D
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	Prêle fluviatile	N/D
<i>Eriocaulon septangulare</i> With	Ériocolon à sept angles	O/M
<i>Iris versicolor</i> L.	Iris versicolore	N/D
<i>Isoetes echinospora</i> Dur.	Isoète à spores épineuses	O
<i>Lobelia Dortmanna</i> L.	Lobélie de Dortmann	O
<i>Lysimachia terrestris</i> (L.) BSP.	Lysimaque terrestre	O/M/E
<i>Najas</i> sp	Naïas sp	M/E
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	Cresson d'eau	N/D
<i>Nuphar variegata</i> Engelmann	Grand nénuphar jaune	O/M/E
<i>Nymphaea odorata</i> Aiton	Nymphaea odorant	O/M/E
<i>Nymphaea</i> sp.	Nymphée sp	O/M/E
<i>Nymphoides cordata</i> (Ell.) Fern.	Fausse-nymphée à feuilles cordées	O/M/E
<i>Potamogeton amplifolius</i> Tuckerm	Potamot à larges feuilles	M/E
<i>Potamogeton epihydrus</i> Raff.	Potamot émergé	O/M
<i>Potamogeton Robbinsii</i> Oakes	Potamot de Robbins	M/E
<i>Potamogeton spirillus</i>	Potamot spiralé	M/E
<i>Sagittaria graminea</i> Michx	Sagittaire graminioïde	O
<i>Sagittaria latifolia</i> Willdenow	Sagittaire à larges feuilles	N/D
<i>Scirpus microcarpus</i> J. Presl & C. Presl	Scirpe à gaines rouges	N/D
<i>Sparganium angustifolium</i> Michx	Rubanier à feuilles étroites	N/D
<i>Sparganium fluctuans</i> (Morong) Robinson	Rubanier flottant	N/D
<i>Sparganium ramosum</i>	Rubanier à gros fruits	N/D
<i>Sparganium</i> sp	Rubanier sp	N/D
<i>Typha</i> sp.	Quenouille sp	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

\* 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<sup>ÈRE</sup> 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 :
- Ces mesures sont prises au-dessus de la fosse du lac à tous les mètres jusqu'au fond
  - Ces mesures sont prises à l'automne, moment où la stratification thermique est maximale
  - Une concentration en oxygène inférieure à 50 % dans l'hypolimnion<sup>††††</sup> représente un signe d'eutrophisation (vieillesse prématuré 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 :
- Cette mesure est prise à l'automne, moment où la productivité biologique est maximale
  - La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues phytoplanctonique dans le lac
  - 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.

---

<sup>††††</sup> 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<sup>E</sup> ANNÉE)

Pour les lacs identifiés comme étant potentiellement problématiques.

a) **Analyse des résultats des lacs inscrits<sup>+++</sup> au Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL<sup>§§§§</sup>)** à partir des paramètres suivants :

- Le **phosphore total**, un élément nutritif dont la teneur limite ou favorise habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques
- La **chlorophylle « a »**, un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac
- Le **carbone organique dissous** a une incidence sur la couleur de l'eau et permet de nuancer les résultats de la transparence
- Mesures de **transparence** aux deux semaines en saison estivale
- Ces prélèvements sont réalisés par des riverains bénévoles sous supervision scientifique selon les protocoles du RSVL
- 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<sup>\*\*\*\*\*</sup>** :

- Caractérisation réalisée dans la zone littorale du lac, soit dans la zone peu profonde du pourtour du lac
- 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
- 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
- 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)** :

- Développé par le MDDEFP, l'IQBR permet une évaluation de la condition écologique de l'habitat riverain et de son impact sur l'intégrité du lac<sup>++++</sup>
- 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
- 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

---

<sup>+++</sup> Généralement l'inscription au programme RSVL du MDDEFP (coût approximatif 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<sup>e</sup> phase.

<sup>§§§§</sup> <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/index.asp>

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Algues microscopiques de couleur brunâtre fixées à un substrat solide (roches, embarcations...).

<sup>++++</sup> [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/IQBR/index.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/index.htm)



contribuant le plus au vieillissement prématuré de ce dernier. À partir de ces résultats, il 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<sup>E</sup> ANNÉE)

Pour les lacs identifiés comme étant véritablement problématiques.

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

- 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.
- 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**<sup>####</sup> du lac :

- Mesure des concentrations en phosphore, en carbone organique dissous (COD) et en matières en suspension
- 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 de perturbations** que les lacs subissent sur le terrain et par secteur du bassin versant :

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

