



## Rapport d'interprétation des résultats 2009-2010

### Lac Paul, Municipalité de Mille-Isles



Suivi complémentaire de la qualité de l'eau du programme *Bleu Laurentides*

Conseil régional de l'environnement des Laurentides

**Document produit par :**

Mélissa Laniel, Chargée de projet *Bleu Laurentides*, CRE Laurentides

**Révisé par :**

Richard Carignan, Directeur et chercheur, Station de biologie des Laurentides, Université de Montréal

Anne Léger, Directrice générale, CRE Laurentides

Virginie Roger, Adjointe aux communications, CRE Laurentides

## Table des matières

### *Suivi complémentaire de la qualité de l'eau de Bleu Laurentides 2009*

#### **PARTIE 1 - INTRODUCTION GÉNÉRALE**

<b>1. Description générale du programme et des objectifs .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Procédure et matériel utilisé .....</b>	<b>3</b>
2.1 Le matériel utilisé.....	3
2.2 La procédure.....	4
<b>3. Description des variables analysées .....</b>	<b>6</b>
3.1 La température et la stratification thermique.....	8
3.2 L'oxygène dissous.....	11
3.3 Le pH.....	14
3.4 La conductivité spécifique.....	15
<b>4. Lacs inscrits au programme de <i>Suivi complémentaire de la qualité de l'eau</i></b>	
<b>(CRE Laurentides) .....</b>	<b>16</b>
4.1 Été 2009 .....	16
4.2 Liste des autres lacs suivis depuis 2005 par le CRE Laurentides.....	17
<b>5. Références .....</b>	<b>18</b>
Annexe 1- Poissons de l'Ontario : préférences de température de l'eau.....	19
Annexe 2 - Critères de qualité de l'eau de surface au Québec .....	20

## 1. Description générale du programme et des objectifs

Dans le cadre de **Bleu Laurentides**, un programme qui vise à renforcer les compétences locales en matière de gestion durable des lacs, le CRE Laurentides développe des outils d'accompagnement pour les associations afin qu'elles puissent suivre l'état de santé des lacs de façon proactive et autonome. Cette surveillance s'inscrit dans une approche volontaire et repose sur la mobilisation et la participation des associations.

Depuis 2005, le CRE Laurentides offre gratuitement, un *Suivi complémentaire de la qualité de l'eau*, qui permet d'obtenir des profils de température, de pH, d'oxygène dissous et de conductivité spécifique à l'aide d'une multisonde, trois fois par été. Ce suivi a pour but d'alimenter le carnet de santé des associations, en leur fournissant un rapport des résultats, ainsi que l'obtention de données physicochimiques sur les lacs de la région, considérant que :

- Le CRE Laurentides n'est pas un consultant mais vise plutôt à assurer une surveillance communautaire proactive et autonome de la santé des lacs ;
- Le suivi complémentaire est **expérimental** et les coûts associés à ce suivi (équipement, déplacements, salaires, rédaction de rapports), nous obligent à limiter le nombre d'associations participantes;
- Le suivi complémentaire de la qualité de l'eau est un moyen utilisé pour favoriser la participation des riverains à la surveillance volontaire et à l'utilisation de la **Trousse des lacs**;
- La région des Laurentides compte plus de 200 associations de lacs et que le CRE doit faire preuve d'équité et encourager la mobilisation.

Ainsi, le choix des lacs échantillonnés dans le cadre de ce programme s'établit en fonction de critères, notamment :

### L'association doit :

- Être située sur le territoire de l'une des 5 MRC partenaires de **Bleu Laurentides** (Antoine-Labelle, Argenteuil, Laurentides, Pays-d'en-Haut et Rivière-du-Nord);<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ce programme est possible grâce à la contribution financière des cinq MRC partenaires du programme *Bleu Laurentides*.

- Être membre du CRE Laurentides;
- Être inscrite au **Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)**<sup>2</sup> du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).

**De plus, les lacs choisis peuvent être priorisés en fonction de :**

- Leur situation sur le territoire d'une municipalité participante ou ayant déjà participé au programme de **Soutien technique des lacs** de *Bleu Laurentides* ;
- L'état de santé du lac (selon les données du programme RSVL et des MRC participantes);
- La disponibilité des membres de l'association et l'accessibilité à une embarcation;
- L'échantillonnage du lac dans le passé par le CRE, jusqu'à concurrence de trois ans de prises de données (afin de favoriser un suivi triennal).

**Enfin, les associations désirant effectuer le Suivi complémentaire de la qualité de l'eau doivent s'engager par écrit, à utiliser la Trousse des lacs, de la façon suivante :**

- Promotion des fiches théoriques auprès de ses membres;
- Appliquer un ou plusieurs protocoles de caractérisation (planification des inventaires, bande riveraine, transparence de l'eau) du RSVL;
- Remplir le carnet de santé de la *Trousse des lacs*;
- Nous faire parvenir un rapport décrivant les réalisations sur le terrain, les bons coups ainsi que les recommandations;
- Expérimenter, avec l'équipe du CRE Laurentides, les nouveaux protocoles (plantes aquatiques, substrat, périphyton, etc.) qui seront éventuellement disponibles dans la *Trousse des lacs* et dans le cadre du RSVL, s'il y a lieu.

Notez bien que le suivi à l'aide de la multisonde ne doit pas nécessairement être effectué annuellement. De plus, si le CRE a réalisé ce suivi sur un lac les étés précédents, ceci ne constituera pas une garantie qu'il le fera à chaque année. Ainsi, le CRE Laurentides se réserve le droit de visiter le lac à la fréquence qu'il le juge nécessaire.

---

<sup>2</sup> Visiter le site internet : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.htm>

## 2. Procédure et matériel utilisé

### 2.1 Le matériel utilisé

- Une multisonde ou sonde multi-paramètres, de type 600 QS de la compagnie YSI incluant un moniteur 650 MDS, qui permet l'enregistrement des informations. Cet appareil inclut un baromètre afin de calibrer les mesures en fonction de la pression atmosphérique;
- Un poids de 2,2 kg (5 livres) pour lester la multisonde;
- Un câble qui permet de réaliser des mesures jusqu'à une profondeur de 60 mètres (200 pieds);
- Un GPS qui permet d'enregistrer les coordonnées géographiques de la fosse du lac;
- Un cahier de note et un crayon à mine qui servent à noter les données manuellement, afin d'avoir une copie supplémentaire des ces dernières en cas de problème informatique;
- Un disque de Secchi qui est utilisé afin de prendre une mesure de transparence de l'eau au moment de l'échantillonnage.



1. Profondimètre
2. Sonde pour l'oxygène dissous
3. Sonde pour le pH
4. Sonde pour le pH
5. Sonde pour la température
6. Sonde pour la conductivité
7. Capuchon protecteur renforcé en acier pour éviter les chocs contre les roches

## 2.2 La procédure


Un membre de l'équipe de *Bleu Laurentides*, accompagné d'un membre de l'association du lac, effectue le relevé des données à l'endroit le plus profond du lac, appelé la fosse. Il est possible dans certains cas, qu'il y ait plus d'une fosse à échantillonner. Pour localiser la fosse du lac, une carte bathymétrique du lac ainsi que des systèmes GPS ou sonars peuvent être utilisés. Par ailleurs, le savoir des résidents demeure un atout précieux.

La journée de l'échantillonnage, la sonde est calibrée pour la mesure de la conductivité spécifique, et pour la mesure du pH en fonction de la température. Avant la prise de mesure sur chaque lac, on enregistre depuis l'embarcation la pression barométrique et la profondeur. La pression barométrique varie en fonction de l'altitude à laquelle on se trouve et influencera le calcul de pourcentage d'oxygène dissous dans l'eau. On identifie le point de départ des mesures, soit la profondeur « zéro », avant de sonder.



Après la première mesure prise en surface, on descend la sonde verticalement. Les mesures (profondeur, température, conductivité, oxygène dissous et pH) sont mémorisées à tous les mètres. Chaque mesure est enregistrée lorsque toutes les variables sont stables à la profondeur donnée. Pour les lacs très profonds, il est possible d'effectuer les lectures à des intervalles de deux mètres, à partir d'une certaine profondeur. La prise de mesure s'arrête avant d'atteindre le fond du lac, afin de ne pas plonger la sonde dans les sédiments et risquer d'endommager les capteurs.

**Exemple des données qui apparaissent à l'écran :**



Numéro	Description
1	Date (année/mois/jour)
2	Heure
3	Température en degré Celsius
4	Conductivité en milli-Siemens par centimètre
5	Concentration d'oxygène dissous en %
6	Concentration d'oxygène dissous en mg/l
7	Informations concernant la calibration de l'oxygène dissous
8	Profondeur en mètres
9	pH
10	pH en millivolts

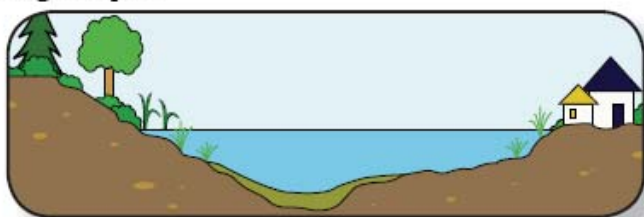
Les données recueillies sont ensuite compilées sur un ordinateur pour être analysées, elles serviront à mieux comprendre le phénomène de stratification thermique du plan d'eau, s'il y a lieu, et certaines propriétés physicochimiques des différentes couches. Ceci permet, lorsque combiné à l'analyse des données sur la qualité de l'eau (phosphore total, chlorophylle *a*, carbone organique dissous et transparence de l'eau) de raffiner la compréhension de l'état de santé du lac. C'est pourquoi, une des conditions pour l'inscription au *Suivi complémentaire de la qualité de l'eau* du CRE Laurentides est que l'association effectue ou ait effectué dans le passé, l'échantillonnage de la qualité de l'eau dans le cadre RSVL du MDDEP.

### 3. Description des variables analysées

L'analyse des variables physicochimiques d'un lac permet d'évaluer s'il constitue un écosystème de qualité pour les organismes aquatiques et de déceler certains signes d'eutrophisation accélérée. L'**eutrophisation**<sup>3</sup> est un processus naturel de vieillissement pendant lequel un lac s'enrichit graduellement en matières nutritives et organiques, engendrant ainsi la prolifération de plantes aquatiques et d'algues. Voici les trois stades d'évolution, qualifiés de niveaux ou **statuts trophiques**, associés à l'eutrophisation des lacs :

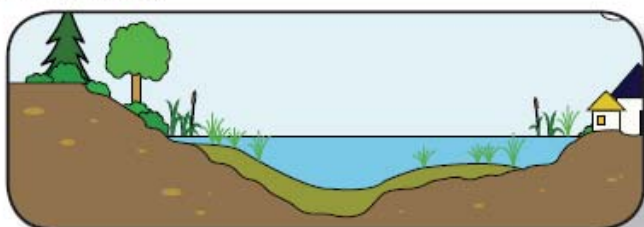
#### Niveaux trophiques des lacs

##### Oligotrophe



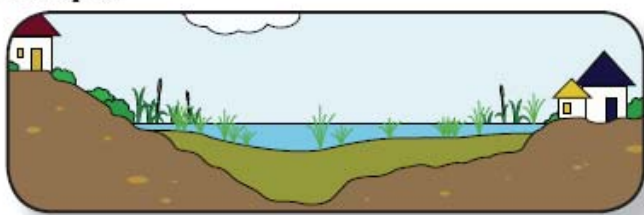
Ces lacs ont des eaux claires, pauvres en éléments nutritifs et ont une faible productivité biologique. Ils sont généralement profonds et leur bassin versant est relativement petit.

##### Mésotrophe



Ces lacs reçoivent une quantité plus grande d'éléments nutritifs et ont une productivité biologique modérée. Des changements dans les espèces présentes apparaissent.

##### Eutrophe



Ces lacs sont très enrichis en éléments nutritifs. Ils sont caractérisés par une productivité biologique élevée et il peut en résulter une perte de la diversité des espèces.

**Figure 1. Définitions des statuts trophiques des lacs**

© Trousse des lacs - CRE Laurentides 2010

Les variables de base utilisées pour la détermination du statut trophique d'un lac sont : le phosphore total trace (PT), la chlorophylle a (chl<sub>a</sub>) et le carbone organique dissous (COD). Ce sont les

<sup>3</sup> Pour plus de détails, veuillez consulter la fiche *L'eutrophisation* de la Trousse des lacs au : [www.troussedeslacs.org](http://www.troussedeslacs.org)

mêmes variables utilisées dans le cadre de l'**échantillonnage de la qualité de l'eau** que les associations de lacs effectuent via leur participation au **RSVL**. La transparence de l'eau est aussi un indicateur clé de l'état de santé du lac et est mesurée par les associations à l'aide du protocole développé par le RSVL et le CRE Laurentides. Voici un rappel des définitions et de l'utilité de mesurer ces différentes variables<sup>4</sup>:

- **Phosphore total trace** : Le phosphore est l'élément nutritif dont la teneur limite 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.
- **Chlorophylle a** : 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 produisent une importante quantité d'algues.
- **Carbone organique dissous** : Le carbone organique dissous (COD) englobe les milliers de composantes dissoutes (substances humiques et non humiques) retrouvées dans l'eau et qui proviennent de la décomposition de la matière organique (résidus de végétaux, microorganismes et animaux morts) du bassin versant et de la zone littorale du lac. Les substances non humiques étant facilement assimilables par les organismes aquatiques, leur concentration est souvent faible dans les eaux de surface. C'est pourquoi la mesure du COD dans un lac réfère principalement à la concentration des substances humiques (acides humiques et fulviques) dans l'eau, qui contribuent à la coloration jaunâtre ou brunâtre des eaux de surface.
- **Transparence de l'eau** : La transparence de l'eau diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues et de COD 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.

Il est possible d'approfondir l'analyse de l'état de santé d'un lac en comprenant mieux la « dynamique interne » du lac (la **stratification thermique** du lac) en évaluant notamment la répartition d'autres variables à travers la colonne, à l'aide d'une sonde multi-paramètres, tel qu'effectué dans le

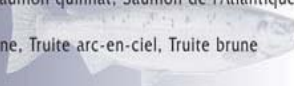

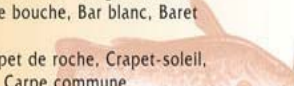
---

<sup>4</sup> Pour plus d'informations veuillez consulter le site internet du RSVL au: <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm> ainsi que la **Trousse des lacs** au: [www.troussedeslacs.org](http://www.troussedeslacs.org)

cadre du **Suivi complémentaire de la qualité de l'eau** offert par le CRE Laurentides. Ces variables seront décrites plus en détails dans les sections qui suivent : la température, l'oxygène dissous, le pH et la conductivité spécifique.

### 3.1 La température et stratification thermique

La température de l'eau peut affecter la santé des organismes aquatiques. Par exemple, les salmonidés (truites et saumons), se retrouveront dans un habitat où la température de l'eau n'excède pas 19°C (voir annexe 1). Selon le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs [MDDEP], une eau de température inférieure à 22°C favorise la protection de la vie aquatique.

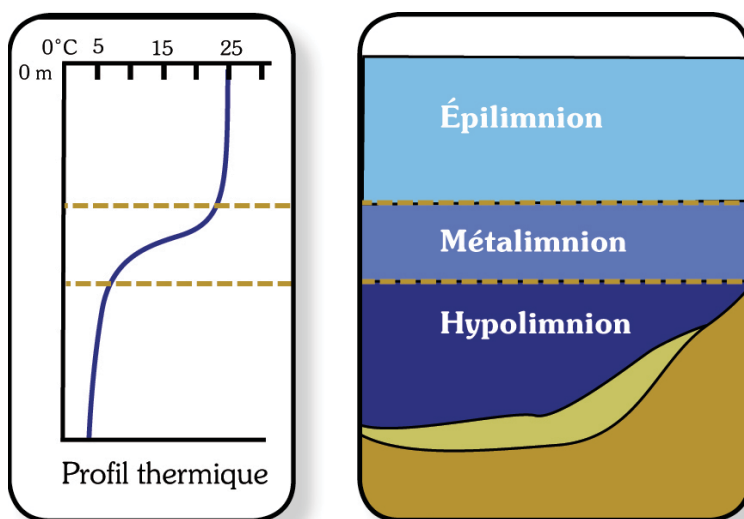
EAU FROIDE <19°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Touladi, Éperlan arc-en-ciel</li> <li>· Saumon coho, Saumon quinnat, Saumon de l'Atlantique et rose</li> <li>· Omble de fontaine, Truite arc-en-ciel, Truite brune</li> </ul> 
EAU TEMPÉRÉE 19-25°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Perchaude, Doré jaune, Doré noir</li> <li>· Corégone</li> <li>· Grand brochet, Maskinongé</li> <li>· Poisson-chat</li> </ul> 
EAU CHAUDE >25°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Achigan à petite bouche, Marigane noire, Meunier noir</li> <li>· Achigan à grande bouche, Bar blanc, Baret</li> <li>· Crapet arlequin</li> <li>· Malachigan, Crapet de roche, Crapet-soleil,</li> <li>· Crapet arlequin, Carpe commune</li> <li>· Barbotte brune, Poisson-castor</li> </ul> 

Source : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/regions/central/pub/habitat-on/03-fra.htm>

La température de la colonne d'eau permet d'évaluer si le lac est thermiquement stratifié durant l'été. La stratification thermique<sup>5</sup> d'un lac se définit comme étant la formation de couches d'eau distinctes superposées. La formation de ces couches est due à une différence de température, ce qui entraîne une différence de densité de l'eau.

<sup>5</sup> Pour plus de détails, veuillez consulter la fiche *La stratification thermique* de la *Trousse des lacs* au : [www.troussedeslacs.org](http://www.troussedeslacs.org)

- L'**épilimnion** est la couche de surface la plus chaude où il y a abondance de lumière et où la productivité biologique est la plus importante. Le vent permet à cette couche de se mélanger ; ce qui engendre une homogénéisation de l'oxygène dissous et des autres éléments présents (ex.: phosphore). L'épaisseur de cette couche varie au cours de la saison.
- Le **métalimnion** est la couche intermédiaire. Dans cette couche d'eau, la température varie rapidement avec la profondeur. Elle est plus froide que l'épilimnion mais plus chaude que l'hypolimnion. La diminution de la température crée une barrière physique entre les couches d'eau liée à la différence de densité. L'oxygène peut y être encore abondant.
- L'**hypolimnion** est la couche froide inférieure faiblement éclairée où la température varie peu. L'oxygène dissous, introduit dans l'hypolimnion lors des brassages saisonniers, est utilisé entre autres pour la décomposition de la matière organique. Parfois, l'oxygène disparaît complètement de cette couche d'eau, phénomène que l'on appelle anoxie.



**Figure 2. La stratification thermique des lacs**

© Trousse des lacs - CRE Laurentides 2010.

Ainsi, la chute abrupte de la température de l'eau observée dans le métalimnion est la caractéristique qui permet de distinguer cette couche des deux autres. Les critères suivants sont utilisés afin de déterminer l'épaisseur des différentes couches:

La couche superficielle dont la température est relativement homogène s'appelle l'**épilimnion**. Cette couche est suivie d'une zone caractérisée par un gradient thermique prononcé appelée **métalimnion**; on définit généralement le métalimnion comme la zone où le gradient thermique est supérieur ou égal à 1°C/m. On appelle l'**hypolimnion** la zone profonde où le gradient thermique est inférieur à 1°C/m. La **thermocline** correspond au plan où le gradient thermique est maximal.

Les lacs profonds du Québec sont qualifiés de **dimictiques** étant donné qu'ils sont sujets à deux périodes de brassage complet au cours de l'année. Lorsque l'ensemble de la colonne d'eau atteint une température de 4°C au printemps et à l'automne, il y a alors absence de stratification thermique, ce qui permet au lac de se recharger complètement en oxygène jusqu'au fond. Dans certains cas, il est observé au Québec que l'eau de surface se réchauffe très rapidement suite à la fonte de la glace, cela peut entraîner une stratification thermique rapide au printemps et ce, sans qu'il y ait eu un brassage complet de l'eau (sans redistribution de l'oxygène dissous à travers toute la colonne d'eau).

Les données prises à la fosse d'un lac avec la multisonde, permettent de déterminer si le plan d'eau est sujet au phénomène de stratification thermique durant l'été. Cette information est primordiale pour mieux comprendre les résultats sur la qualité de l'eau et ainsi l'état de santé du lac. En effet, lorsque la morphologie du lac ou du bassin versant ne permet pas la stratification thermique (**lac peu profond** ou très exposé au vent par exemple) un brassage continu de l'ensemble de la colonne d'eau ainsi que des nutriments est effectué. Ainsi, il est normal de retrouver dans ces plans d'eau peu profonds ou **étangs** des concentrations en phosphore plus élevées. De plus, l'action du vent et des vagues sera suffisante afin de répartir l'oxygène de façon quasi uniforme à travers toute la colonne d'eau durant la période sans glace.

Selon Robert G. Wetzel (2001), la stratification thermique dans les lacs profonds est un processus qui contribue grandement à la rétention du phosphore par les sédiments. Ce processus de rétention est largement diminué dans les lacs peu profonds et les **étangs**. Dans les régions tempérées, la stratification thermique pendant une période suffisante est rare pour les lacs ayant une profondeur **maximale inférieure de 5 à 7 mètres**. Ainsi l'ensemble de la colonne d'eau dans ces systèmes circule constamment ou pendant de longues périodes. Non seulement les apports de nutriments sont proportionnellement plus élevés dans les lacs peu profonds mais la perte des nutriments vers les lacs en aval ou via la rétention par les sédiments est plus faible. Le taux de recyclage des nutriments y est aussi plus rapide.

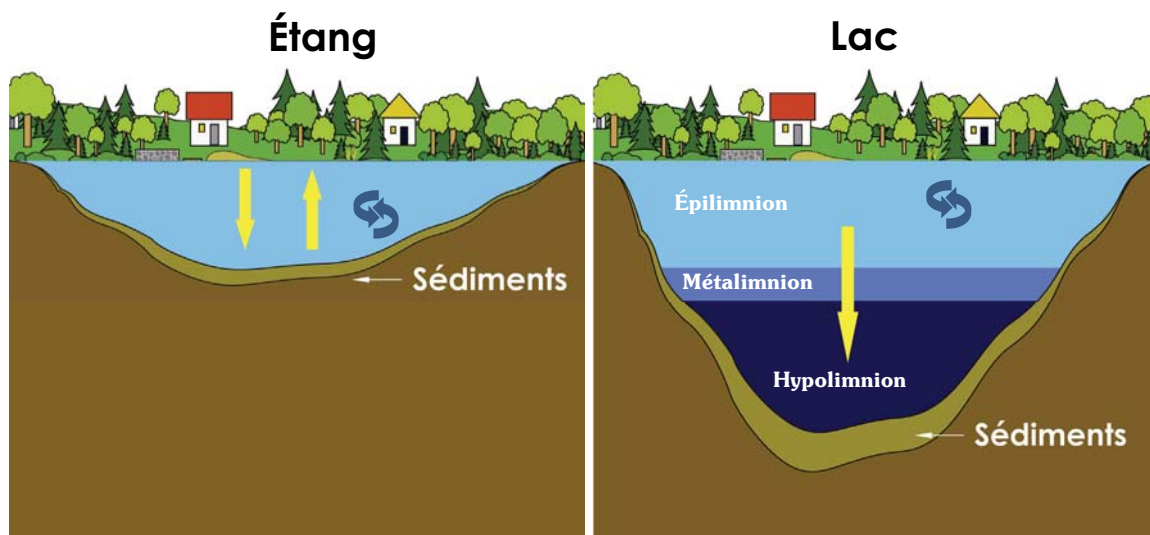


Figure 3. La stratification thermique, qui permet de différencier les lacs des étangs.  
© CRE Laurentides 2010.

### 3.2 L'oxygène dissous<sup>6</sup>

La concentration en oxygène dissous est la propriété la plus fondamentale de la qualité de l'eau (CCME, 1999). Selon les critères adoptés par le MDDEP, les concentrations en oxygène dissous ne devraient pas être inférieures à 7 mg/l pour une température d'eau se situant entre 5 et 10°C, à 6 mg/l pour une température d'eau se situant entre 10 et 15° C et à 5 mg/l pour une température d'eau se situant entre 20 et 25° C (voir annexe 2). Cela ne signifie pas que les poissons ne peuvent vivre dans les lacs ayant une partie de leur hypolimnion dépourvu d'oxygène. Dans de tels lacs, le volume d'eau habitable par les poissons durant l'été est restreint et le nombre de poissons pouvant y vivre est donc réduit.

Les concentrations en oxygène dissous d'un lac constituent un élément d'évaluation supplémentaire à la classification de leur niveau trophique (oligotrophe, mésotrophe, eutrophe). En effet, dans les lacs eutrophes enrichis en **matière organique**, principalement par des résidus d'organismes végétaux tels que les algues microscopiques (phytoplancton), les algues macroscopiques (algues filamenteuses et périphyton) et plantes aquatiques, l'importante **respiration des organismes**

<sup>6</sup> Pour plus de détails, veuillez consulter la fiche L'oxygène dissous de la Trousse des lacs.

**décomposeurs** consommera une bonne partie de l'oxygène présent dans l'hypolimnion de ces lacs durant l'été.

Il faut toutefois être prudent lors de l'interprétation des données en oxygène dissous des lacs des Laurentides. Par exemple, les **lacs peu profonds** possèdent souvent un hypolimnion peu épais ne permettant d'emmagasiner qu'une faible quantité d'oxygène dissous qui sera rapidement consommée en été par la respiration des organismes, même si la décomposition est moins importante et s'effectue à un rythme naturel.

De plus, comme mentionné précédemment, il arrive que le **brassage printanier** des eaux des lacs des Laurentides soit **incomplet**, ce qui empêche la redistribution de l'oxygène à travers toute la colonne d'eau du lac au printemps. Il est donc possible que certains lacs soumis à ce processus débutent la période de stratification thermique estivale avec un déficit d'oxygène dans l'hypolimnion. Dans ce cas, l'anoxie (déficit en oxygène) de l'hypolimnion ne serait pas due à un phénomène de décomposition intense de la matière organique.

Mis à part les problèmes que l'anoxie des milieux lacustres peut engendrer pour la faune aquatique, elle peut, dans certains cas, contribuer au processus de relargage du phosphore associé aux particules minérales des sédiments via des réactions d'oxydoréduction. La couche superficielle des sédiments des lacs peut souvent contenir d'importantes quantités d'oxydes de fer et de manganèse. Lorsque présents, ces oxydes peuvent immobiliser le phosphore remis en suspension notamment lors de la décomposition de la matière organique. La réduction de ces oxydes suite à l'apparition de l'anoxie peut alors provoquer une libération massive de phosphore. Ces réactions auront aussi pour conséquence une certaine augmentation de la conductivité spécifique au fond du lac. Sur le Bouclier canadien, pour des raisons encore mal comprises, l'anoxie n'est généralement pas accompagnée d'une libération accrue du phosphore par les sédiments (Carignan, 2004).

Selon Carignan (2008), les lacs des Laurentides peuvent être classifiés selon cinq types. Cette classification sera utilisée dans ce rapport.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Il est important de noter que les valeurs morphométriques reliées aux définitions sont fournies à titre indicatif seulement et sont appelées à changer en fonction des autres caractères morphométriques du lac et de son bassin versant.

**A. Grands lacs** (superficie > 1 km<sup>2</sup>) **profonds** (> 20 mètres à la fosse) **assez bien oxygénés en profondeur** :

Cette catégorie est représentée par les lacs dont toute la colonne d'eau se sature en oxygène dissous au printemps et dont la teneur en oxygène décroît progressivement durant l'été mais reste supérieure à **5 mg/L** jusqu'au brassage automnal.

**B. Petits lacs** (superficie < 1 km<sup>2</sup>) **profonds** (> 20 mètres à la fosse) **peu productifs mais totalement anoxiques en profondeur** :

Cette catégorie comprend les petits lacs profonds où l'emprise du vent est insuffisante à provoquer un brassage au printemps et parfois même en automne. Ces lacs peu productifs peuvent donc débuter leur période de stratification thermique avec un déficit prononcé en oxygène dissous en début d'été et ainsi, l'hypolimnion de ces lacs restera anoxique durant l'été. Les piètres conditions d'oxygénation de ces lacs n'ont donc rien à voir avec une quelconque pollution d'origine humaine.

**C. Petits lacs** (superficie < 1 km<sup>2</sup>) **de profondeur intermédiaire** (8 à 20 mètres à la fosse) **développant une anoxie prononcée mais naturelle** :

Cette catégorie comprend les lacs où, en raison du faible volume hypolimnétique (hypolimnion < 8 mètres d'épaisseur), la quantité d'oxygène injecté dans l'hypolimnion lors du brassage printanier est totalement épuisée au cours de l'été malgré une faible production biologique en surface. De plus, en raison de leur petite taille, le brassage printanier est souvent incomplet dans de tels lacs.

**D. Lacs développant une anoxie prononcée en profondeur en raison de leur productivité biologique élevée en surface.**

**E. Lacs peu profonds** (< 8 mètres à la fosse) **sans hypolimnion bien défini** :

Les lacs de cette catégorie sont trop peu profonds pour emmagasiner une réserve d'oxygène appréciable en profondeur suite au brassage printanier. L'oxygène initialement contenu dans le métalimnion y est donc très rapidement épuisé.

### 3.3 Le pH<sup>8</sup>

Le pH d'une eau correspond à une échelle couramment employée pour exprimer la concentration d'une eau en ions H<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup>. Formellement, le pH désigne le logarithme négatif de la concentration en ion H<sup>+</sup>. Ainsi, l'eau pure aura un pH de 7, une eau acide aura un pH inférieur à 7 et une eau basique aura un pH supérieur à 7.

Concentration en ion H <sup>+</sup> (Mole/litre)	pH	Exemples
0,01	2	Jus de citron, vinaigre
0,001	3	Jus d'orange
0,0001	4	Jus de tomate, pluie acide
0,00001	5	Boisson gazeuse, café, pluie normale
0,000001	6	Lait
0,0000001	7	Eau pure
0,00000001	8	Eau de mer
0,000000001	9	Bicarbonate de soude
0,0000000001	10	Lait de magnésie
0,00000000001	11	Ammoniaque
0,000000000001	12	Détergents
0,0000000000001	13	Eau de javel

Le pH, tout comme la température et l'oxygène dissous, nous renseigne sur la qualité de l'habitat des organismes aquatiques. La plupart des organismes aquatiques ne tolèrent pas les eaux fortement acides (pH < 5,0). Les décomposeurs sont peu efficaces dans un environnement trop acide ou trop basique. Le pH idéal pour la majorité des organismes aquatiques se situe donc autour de la neutralité. Les valeurs de pH comprises entre **6,5 et 9,0** constituent l'intervalle pour la protection de la vie aquatique selon les critères établis par le MDDEP (voir annexe 2). La plupart des lacs des Laurentides possèdent de telles valeurs de pH.

La mesure du pH d'un lac nous renseigne aussi sur l'effet d'une substance ajoutée, aussi bien du point de vue acide que basique. D'innombrables substances sont susceptibles de se dissoudre dans l'eau d'un lac. Parmi les plus répandues se trouvent le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) contenu dans l'air ou résultant de la respiration des organismes aquatiques (caractère acide), les acides humiques, résidus de la décomposition végétale (caractère acide) et les roches calcaires (caractère basique) (Hade, 2003).

<sup>8</sup> Pour plus de détails, veuillez consulter la fiche Le pH de la Trousse des lacs au : [www.troussedeslacs.org](http://www.troussedeslacs.org).

Ainsi, un lac fortement coloré, enrichi en carbone organique dissous (COD), aura de façon générale, un caractère plus acide. Il est important de noter que le pH diminue fréquemment dans l'hypolimnion des lacs en raison de la production de CO<sub>2</sub> par la respiration des bactéries qui dégradent la matière organique.

### 3.4 La conductivité spécifique<sup>9</sup>

La conductivité spécifique est la propriété qu'a une solution de transmettre le courant électrique. Plus la conductivité spécifique est élevée, plus l'eau contient des substances minérales dissoutes. Toutefois, la mesure de la conductivité spécifique ne peut pas nous informer sur la nature des matières dissoutes (minéraux naturels ou polluants) dans l'eau. Souvent, la conductivité spécifique sera exprimée en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La multisonde mesure quant-à-elle la conductivité spécifique en  $\text{mS}/\text{cm}$ , où 1  $\text{mS}/\text{cm}$  équivaut à 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

On considère qu'une eau douce présente une conductivité inférieure à 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Entre 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , on se trouve en présence d'eau minérale ou d'eau dure telles fréquemment rencontrées dans le milieu naturel. Par contre, des conductivités supérieures à 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ne sont attribuables qu'à des eaux salées ou à des eaux polluées. À cet égard, l'eau de mer moyenne donne une lecture autour de 30 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Hade, 2003).

La conductivité spécifique de l'eau des lacs de la région des Laurentides se situe habituellement entre 10 et 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Une conductivité spécifique plus élevée que **125  $\mu\text{S}/\text{cm}$**  environ, peut démontrer l'influence des activités humaines dans le bassin versant du lac, via notamment l'apport de sels déglaçants épandus sur nos routes l'hiver. La géologie du bassin versant d'un lac (dont notamment la présence de carbonate de calcium) ne peut expliquer à elle seule des valeurs supérieures à 125  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Richard Carignan, Communication personnelle, 2010).

Finalement, lorsqu'on veut estimer la conductivité spécifique moyenne d'un lac, suite à l'échantillonnage de la colonne d'eau, il est préférable de tenir compte de la valeur mesurée à 1 mètre de profondeur, car même si ce descripteur varie peu en fonction de la profondeur, une augmentation peut être observée près du fond du lac. En effet, la respiration des microorganismes lors du phénomène

---

<sup>9</sup>Pour plus de détails, veuillez consulter la fiche *La conductivité de la Trousse des lacs*.

de décomposition de la matière organique peut contribuer à la formation de bicarbonate en solution. Cette augmentation sera importante au fond des lacs en condition anoxique.

## 4. Lacs inscrits au programme de *Suivi complémentaire de la qualité de l'eau* (CRE Laurentides)

### 4.1 Été 2009

À l'été 2009, 16 lacs ont été suivis à trois reprises (juin, juillet et août). Voici la liste des lacs ainsi que leur localisation.

Lacs	Municipalités	MRC	Bassin versant
Aux Poissons	L'Ascension	AL	Rouge
Beaven	Montcalm	LAUR	Rouge
Des Becs-Scie	St-Sauveur	PDH	du Nord
Charlesbois	Sainte-Marguerite-du-lac-Masson	PDH	du Nord
Croche	Sainte-Marguerite-du-lac-Masson	PDH	du Nord
Crooks	Brownsburg - Chatam	ARG	du Nord
Des Sommets	Sainte-Marguerite-du-lac-Masson	PDH	du Nord
Duhamel	Mont-Tremblant	LAUR	Rouge, SBV la Diable
Équerre	La Minerve	LAUR	Rouge, SBV Petite-Nation
Green	Harrington	ARG	Rouge
Paul	Mille-Isles	ARG	du Nord
Quenouille	Val-des-Lacs	LAUR	Rouge, SBV la Diable
Renaud	Ste-Adèle	PDH	du Nord
Rond	Montcalm	LAUR	Rouge
Sainte-Marie	Nominingue	AL	Rouge
Saint-Joseph	Nominingue	AL	Rouge

#### Municipalité régionale de comté (MRC) :

**AL** : Antoine-Labelle   **ARG** : Argenteuil   **LAUR** : Laurentides   **PDH** : Pays-d'en-Haut   **RDN** : Rivière-du-Nord

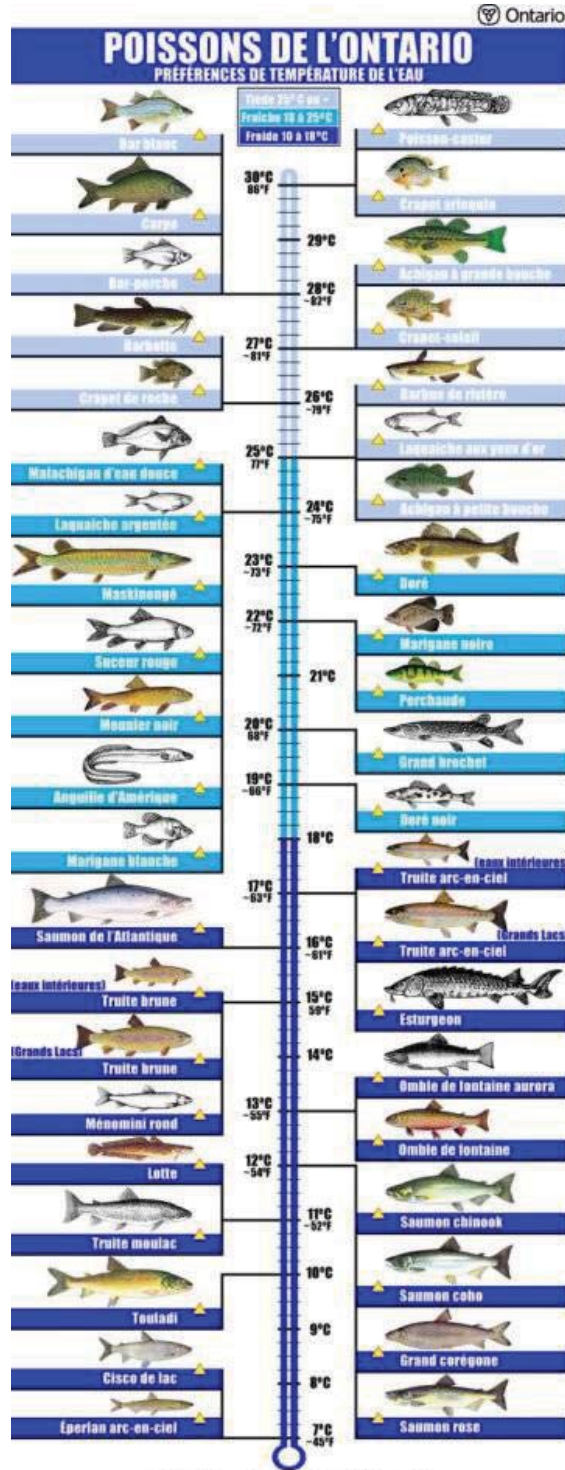
#### 4.2 Liste des autres lacs suivis depuis 2005 par le CRE Laurentides

LACS	MUNICIPALITÉS	MRC	ANNÉE(S)
Baron	Gore	ARG	2007
Caroline	Gore	ARG	2005
Des Iles	Mont-Laurier	AL	2005 - 2006 - 2007
Durocher	Val-des-lacs	LAUR	2007
Écho-Quatorze-Iles	Saint-Hippolyte	RDN	2005 - 2006 - 2007
En Coeur	Saint-Hippolyte	RDN	2005 - 2006 - 2007
Grand lac Caché	La Macaza	AL	2005 - 2006 - 2007
Grand lac Nominigüe	Nominigüe	AL	2005 - 2006 - 2007
Joseph	Val-des-Lacs	LAUR	2005
Louisa	Wentworth	ARG	2005 - 2006 - 2007
Petit lac Nominigüe	Nominigüe	AL	2007
Rond	Amherst	LAUR	2005
Solar	Gore	ARG	2005
Travers	Saint-Adolphe-d'Howard	PDH	2005 - 2006
Vert	Saint-Adolphe-d'Howard	PDH	2005 - 2006 - 2007

## 5. Références

- Carignan, Richard (2004). *Limnologie Physique et chimique - partie 1*. Université de Montréal, Département de sciences biologiques. Note de cours BIO 3839. 64p.
- Carignan, Richard (2008). *Évolution de l'état des lacs de la municipalité de Saint-Hippolyte entre 1998 et 2007*, Université de Montréal, Station de biologie des Laurentides, 60p.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (1999). *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique - oxygène dissous (eau douce)*, dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 1999, Winnipeg, le Conseil.
- Conseil régional de l'environnement des Laurentides. *Trousse des lacs*.  
[www.troussedeslacs.org](http://www.troussedeslacs.org)
- Hade, André (2003). *Nos lacs : les connaître pour mieux les protéger*. Éditions Fides (Québec, Canada); 359p.
- Horne, Alexander J. et Goldman, Charles R. (1994). *Limnology*. 2<sup>e</sup> édition. États-Unis : McGraw-Hill, inc. 576p.
- Ministère du développement durable, de l'environnement et des Parcs (MDDEP).
- Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL).  
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.htm>  
Consulté, décembre 2010.
  - Critères de qualité de l'eau de surface au Québec.  
[http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S\\_0365](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S_0365)  
Consulté, décembre 2010.
- Wetzel Robert G. (2001). *Limnology - Lake and river ecosystems*, 3<sup>e</sup> édition. Elsevier Science (USA), 1006 p.

## Annexe 1- Poissons de l'Ontario : préférences de température de l'eau



Source : [http://www.mnr.gov.on.ca/fr/Business/LetsFish/2ColumnSubPage/STEL02\\_168530.html](http://www.mnr.gov.on.ca/fr/Business/LetsFish/2ColumnSubPage/STEL02_168530.html)

## Annexe 2 - Critères de qualité de l'eau de surface au Québec

### oxygène dissous

mg/L C.A.S. :

#### PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION (EAU ET ORGANISMES AQUATIQUES)

Aucun critère de qualité retenu pour cet usage

#### PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION (ORGANISMES AQUATIQUES SEULEMENT)

Aucun critère de qualité retenu pour cet usage

#### PROTECTION DES ACTIVITÉS RÉCRÉATIVES ET DE L'ESTHÉTIQUE

Aucun critère de qualité retenu pour cet usage

#### VALEUR AIGUË FINALE À L'EFFLUENT

Aucun critère de qualité retenu pour cet usage

#### PROTECTION DE LA VIE AQUATIQUE (EFFET AIGU)

Aucun critère de qualité retenu pour cet usage

#### PROTECTION DE LA VIE AQUATIQUE (EFFET CHRONIQUE)

(OMOE, 1984a; OMOEE, 1994)

Les concentrations en oxygène dissous ne devraient pas être inférieures aux valeurs suivantes:

Température °C	Concentration d'oxygène dissous			
	Biote d'eau froide		Biote d'eau chaude	
	% Saturation	mg/L	% Saturation	mg/L
0	54	8	47	7
5	54	7	47	6
10	54	6	47	5
15	54	6	47	5
20	57	5	47	4
25	63	5	48	4

Dans les eaux habitées par des communautés biologiques sensibles, la présence d'un stress physique ou chimique additionnel peut nécessiter l'utilisation de limites plus contraignantes.

Dans les eaux de l'hypolimnion, la concentration naturelle en oxygène dissous est parfois plus faible que les concentrations mentionnées ci haut. Cet état ne doit pas être aggravé par l'ajout de matières biodégradables qui causeront une baisse d'oxygène dans le milieu.

#### PROTECTION DE LA FAUNE TERRESTRE PISCIVORE

Aucun critère de qualité retenu pour cet usage

Source: [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S0365](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0365)

## pH

unité de pH            C.A.S. :

### **PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION (EAU ET ORGANISMES AQUATIQUES)**

6,5 à 8,5 (WHO, 1984a; SBSC, 1987; SC, 1996; CCME, 1995c)

Cette concentration est une concentration maximale acceptable (CMA) définie pour l'eau potable.

### **PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION (ORGANISMES AQUATIQUES SEULEMENT)**

Aucun critère de qualité retenu pour cet usage

### **PROTECTION DES ACTIVITÉS RÉCRÉATIVES ET DE L'ESTHÉTIQUE**

6,5 à 8,5 (CCMRE, 1987; CCME, 1999; CCME, 2002)

Si le pouvoir tampon de l'eau est très faible, 6,5 à 8,5; il devrait être acceptable de se baigner dans une eau dont le pH se situe entre 5,0 et 9,0.

### **VALEUR AIGUË FINALE À L'EFFLUENT**

Aucun critère de qualité retenu pour cet usage

### **PROTECTION DE LA VIE AQUATIQUE (EFFET AIGU)**

(CCMRE, 1987)

Voir l'[annexe 13](#) pour obtenir le sommaire des effets létaux du pH sur les poissons.

### **PROTECTION DE LA VIE AQUATIQUE (EFFET CHRONIQUE)**

6,5 à 9,0 (U.S.EPA, 1976b; Mc Neely et al., 1979; CCMRE, 1987; CCME, 2002; U.S.EPA, 2006a)

Un pH de 6,0 à 9,5 est exigé à l'effluent dans la directive sur les mines et la majorité des règlements du Ministère sur les rejets industriels. Cette exigence satisfait l'objectif de protection du milieu aquatique.

7,0 à 8,7 (CCME, 1999; CCME, 2002)

Cette concentration s'applique aux eaux saumâtres et salées.

Le pH des eaux marines et estuariennes devrait se situer à l'intérieur d'une plage de 7,0 à 8,7 unités de pH, à moins qu'il soit démontré qu'un pH différent est le résultat d'un processus naturel. À l'intérieur de cette plage, le pH ne devrait pas varier de plus de 0,2 unité par rapport au pH naturel anticipé à une période déterminée. Lorsque le pH se situe en dehors de cette plage, les activités humaines ne devraient pas causer un changement de plus de 0,2 unité par rapport au pH naturel anticipé à cette période. Tout changement devrait tendre vers la plage recommandée.

### **PROTECTION DE LA FAUNE TERRESTRE PISCIVORE**

Aucun critère de qualité retenu pour cet usage

---

Source : [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S0381](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0381)

## Table des matières

### *Suivi complémentaire de la qualité de l'eau de Bleu Laurentides 2009-2010*

#### **PARTIE 2 - RÉSULTATS SPÉCIFIQUES DU LAC PAUL (MILLE-ISLES, QC)**

<b>1. Description et localisation</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Historique des résultats de la qualité de l'eau</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Résultats du Suivi complémentaire de la qualité de l'eau - lac Paul (2009-2010)</b> .....	<b>4</b>
3.1 Résultats mensuels .....	4
3.2 Résultats estivaux .....	8
<b>4. Interprétation des résultats</b> .....	<b>10</b>
4.1 Climat .....	10
4.2 Température et stratification thermique .....	10
4.3 Oxygène dissous.....	11
4.4 pH .....	12
4.5 Conductivité .....	12
<b>5. Synthèse et bilan de l'état de santé du lac</b> .....	<b>13</b>
<b>6. Recommandations</b> .....	<b>14</b>
<b>7. Remerciements</b> .....	<b>15</b>
<b>8. Références</b> .....	<b>16</b>

## LAC PAUL

### 1. Description et localisation

Le lac Paul est situé sur le territoire de la municipalité de Mille-Isles, de la MRC d'Argenteuil et du bassin versant de la rivière du Nord. Il possède une superficie de 0,377 km<sup>2</sup>, une profondeur maximale de 4,4 mètres et une profondeur moyenne de 2,5 mètres. Le volume du lac est établi à environ 941 000 m<sup>3</sup>. Le bassin versant du lac a une superficie de 12,7 km<sup>2</sup>, incluant les lacs (Carignan, 2010).

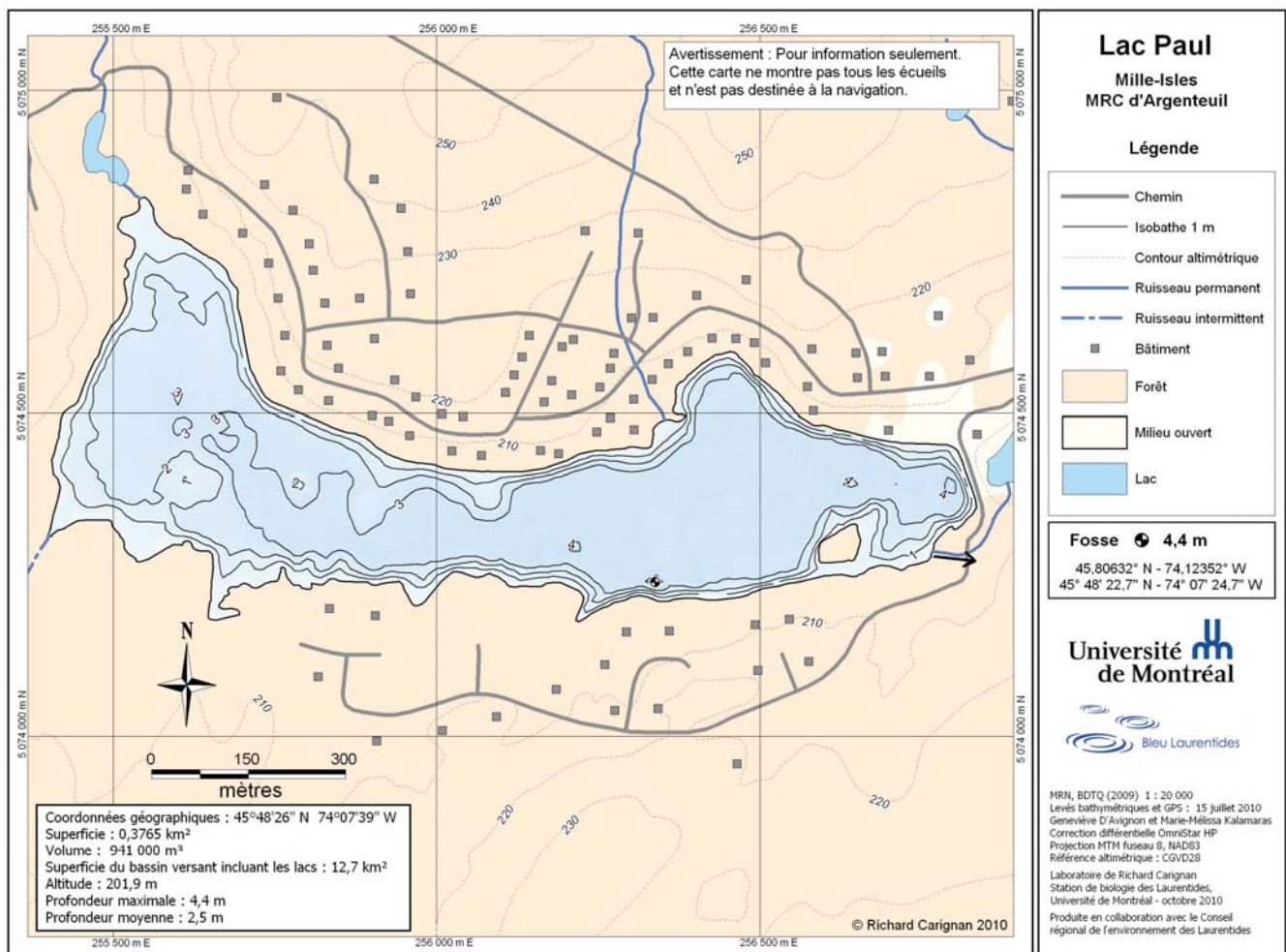


Figure 1. Carte du lac Paul (Mille-Isles)

## 2. Historique des résultats de la qualité de l'eau

Depuis 2004, l'association du lac Paul participe au programme du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) du MDDEP et a procédé à l'échantillonnage de la qualité de l'eau en 2004 et 2009. Ces études ont permis d'obtenir des résultats sur différents descripteurs reliés à la qualité de l'eau tels que le phosphore total, la chlorophylle *a*, le carbone organique dissous ainsi que la transparence de l'eau. Les moyennes estivales des résultats pour ces variables sont présentées au tableau I.<sup>1</sup>

**Tableau I : Résultats de la qualité de l'eau obtenus dans le cadre du RSVL au lac Paul (2004, 2008 et 2009).<sup>2</sup>**

Date	Phosphore total trace (µg/L)	Chlorophylle <i>a</i> (µg/L)	Carbone organique dissous (mg/L)	Transparence de l'eau (m)	Statut trophique
2004-06-15	17,1	5,2	3,4	N/A	mésotrophe
2004-07-20	9,1	4,7	4,4		
2004-08-24	15,4	1,6	4,7		
<b>Moy. 2004</b>	<b>13,9</b>	<b>3,8</b>	<b>4,2</b>	<b>2,0</b>	
<b>Moy. 2008</b>	N/A	N/A	N/A	<b>2,2</b>	mésotrophe
2009-06-16	8,5	3,9	3,4	N/A	mésotrophe
2009-07-20	19	11	5,6		
2009-08-24	6,7	6,6	<b>10</b>		
<b>Moy. 2009</b>	<b>11</b>	<b>7,2</b>	<b>6,3 / 4,5*</b>	<b>2,1</b>	
<b>MOYENNES PLURIANUELLES</b>	<b>12,45</b>	<b>5,5</b>	<b>5,25 / 4,35*</b>	<b>2,1</b>	

\*Les calculs de ces moyennes pour le COD ont été effectués en ignorant la valeur aberrante de 10 mg/L prise le 24 août 2009.

Ces résultats ont permis de classer le lac Paul en 2004 comme ayant un statut trophique **mésotrophe**<sup>3</sup>, soit se situant à un stade intermédiaire d'eutrophisation. En 2004, le lac Paul présentait donc des signes clairs d'enrichissement en phosphore, avec une biomasse d'algues microscopiques en suspension relativement élevée (chl<sub>a</sub>).

<sup>1</sup> Pour plus de détails sur la signification des différentes variables, veuillez consulter l'introduction générale de ce rapport (voir partie 1 page 7) et les fiches théoriques de la Trousse des lacs au [www.troussedeslacs.org](http://www.troussedeslacs.org)

<sup>2</sup> Pour les détails des résultats sur la qualité de l'eau du lac Paul obtenus dans le cadre du RSVL, veuillez consulter : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.asp>

<sup>3</sup> Pour plus de détails sur la signification des statuts trophiques, veuillez consulter la fiche L'eutrophisation de la Trousse des lacs au : [www.troussedeslacs.org](http://www.troussedeslacs.org)

En 2009, le lac Paul a été classé **méso-eutrophe**, soit se situant à un stade intermédiaire-avancé d'eutrophisation. La comparaison des statuts trophiques RSVL de 2004 et 2009 pourrait laisser croire que la qualité de l'eau du lac s'est détériorée au fil du temps. Cependant, il est important de noter que les différents descripteurs de la qualité de l'eau mesurés au lac Paul sont très variables annuellement et que les concentrations moyennes en phosphore total et en chlorophylle *a* ne sont pas statistiquement différentes entre 2004 et 2009.

Il est donc difficile d'établir une tendance claire concernant l'évolution de l'état de santé du lac Paul. D'autres années d'échantillonnage seront nécessaires afin de mieux définir son statut trophique.

Par ailleurs, il est important de noter que la valeur de 10 mg/L observée pour le carbone organique dissous le 24 août 2009 semble aberrante et devrait être ignorée dans le calcul des moyennes annuelle et pluriannuelle (voir nouvelles moyennes au tableau I marquées d'un astérisque).

### 3. Résultats du Suivi complémentaire de la qualité de l'eau - lac Paul (2009-2010)

#### 3.1 Résultats mensuels

Tableau II : Résultats des différentes variables mesurées au lac Paul le 10 juin 2009.

10 JUIN 2009							
Z (m)	Temp (°C)	OD (mg/L)	OD (%)	gradient (°C/m)	strate	CondSp (mS/cm)	pH
N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	aucune	N/D	N/D
0,998	16,47	9,29	95,1	N/D	aucune	0,042	6,74
2,01	16,46	9,26	94,7	0,01	aucune	0,042	6,62
2,989	16,43	9,24	94,4	0,03	aucune	0,042	6,60
3,984	16,18	8,86	90,1	0,25	aucune	0,043	6,59
Moyennes Juin						<b>0,042</b>	<b>6,64</b>

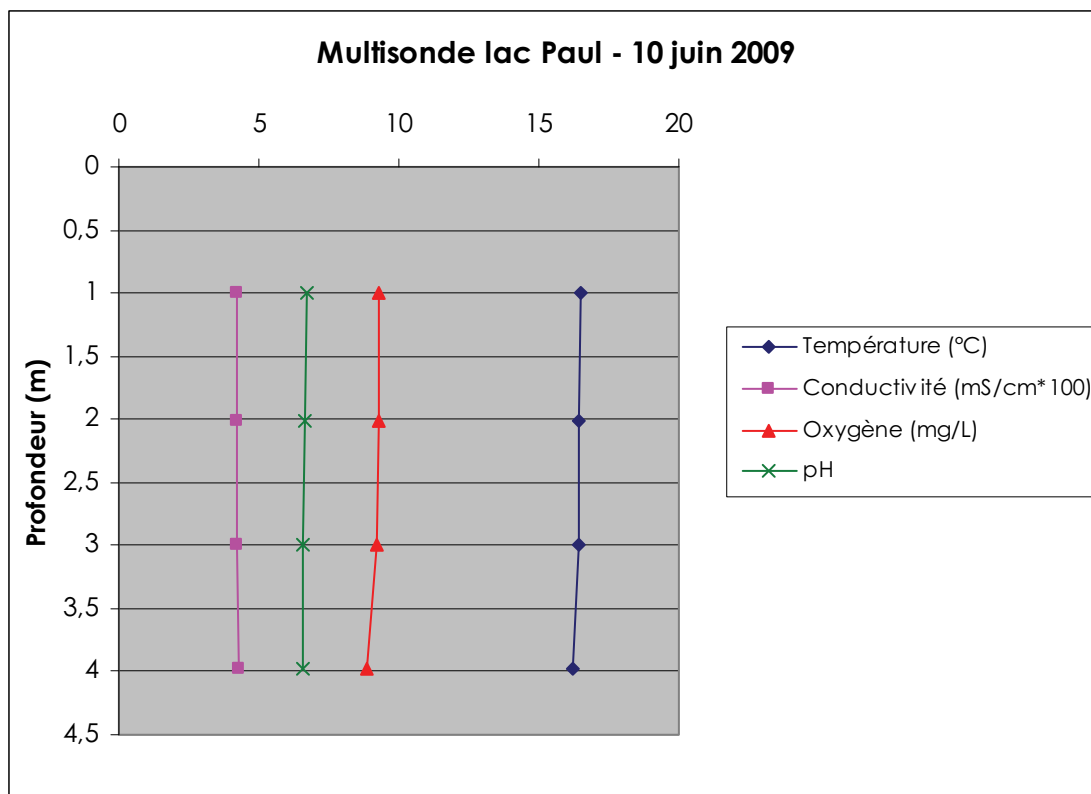


Figure 2. Profils verticaux des différentes variables mesurées et illustration de la stratification thermique au lac Paul le 10 juin 2009.

Tableau III : Résultats des différentes variables mesurées au lac Paul le 16 juillet 2009.

16 JUILLET 2009							
Z (m)	Temp (°C)	OD (mg/L)	OD (%)	gradient (°C/m)	strate	CondSp (mS/cm)	pH
0,377	19,87	13,44	147,4	N/D	aucune	0,097	7,44
1,073	19,94	13,43	147,5	-0,07	aucune	0,097	7,38
2,023	19,09	12,86	138,9	0,85	aucune	0,096	7,23
3,009	18,37	11,97	127,5	0,72	aucune	0,093	7,02
3,699	18,09	11,57	122,5	0,28	aucune	0,089	6,93
Moyennes Juillet						<b>0,094</b>	<b>7,20</b>

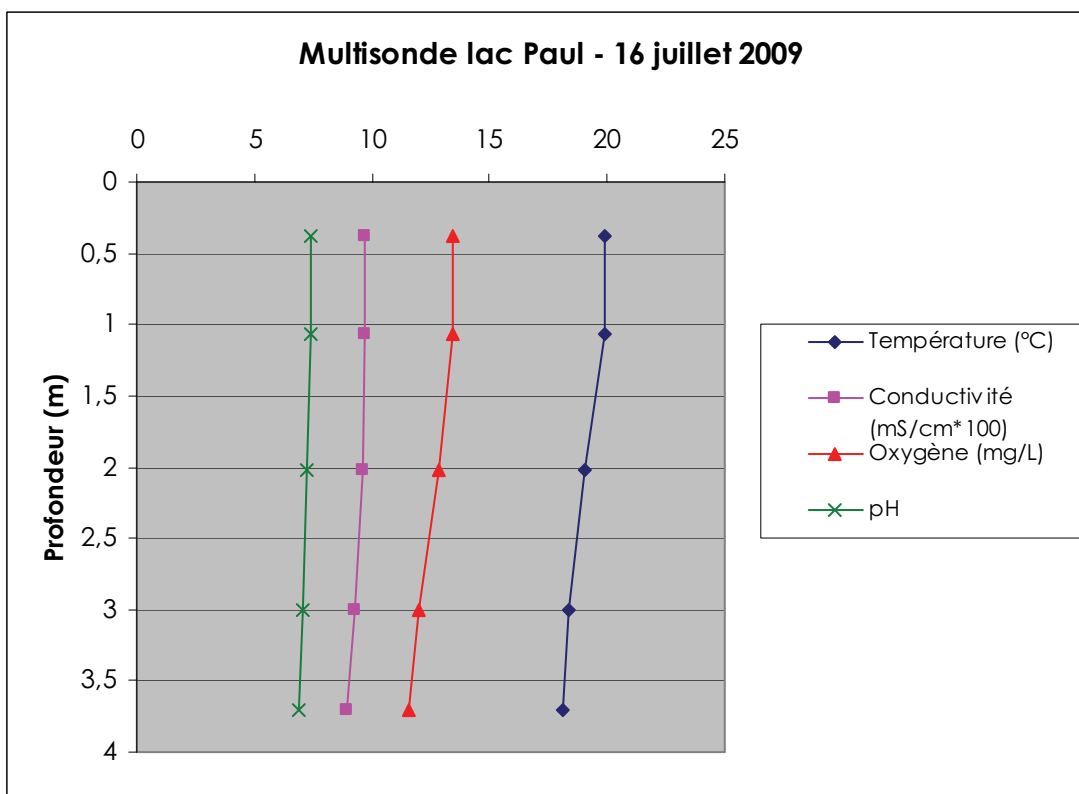


Figure 3. Profils verticaux des différentes variables mesurées et illustration de la stratification thermique au lac Paul le 16 juillet 2009.

Tableau IV : Résultats des différentes variables mesurées au lac Paul le 15 juillet 2010.

15 JUILLET 2010							
Z (m)	Temp (°C)	OD (mg/L)	OD (%)	gradient (°C/m)	strate	CondSp (mS/cm)	pH
0,214	27,6	7,76	98,5	N/D	épi	0,053	7,19
1,013	26,75	7,72	96,4	0,85	épi	0,052	7,24
2,027	26,08	7,38	91,1	0,67	épi	0,053	7,17
3,009	23,72	<b>3,03</b>	<b>35,8</b>	2,36	méta	0,054	6,58
4,003	21,48	<b>0,45</b>	<b>5,1</b>	2,24	méta	0,057	6,37
Moyennes Juillet						<b>0,054</b>	<b>6,91</b>

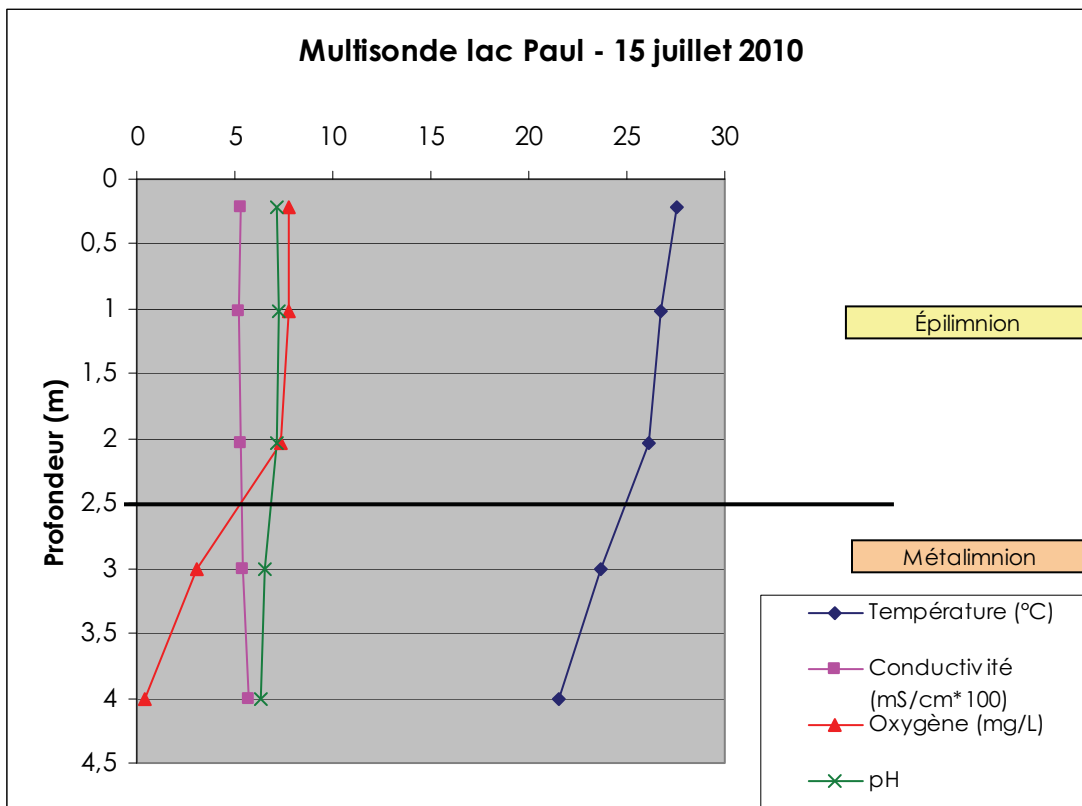


Figure 4. Profils verticaux des différentes variables mesurées et illustration de la stratification thermique au lac Paul le 15 juillet 2010.

Tableau V: Résultats des différentes variables mesurées au lac Paul le 26 août 2009. <sup>4</sup>

26 AOÛT 2009							
Z (m)	Temp (°C)	OD (mg/L)	OD (%)	gradient (°C/m)	strate	CondSp (mS/cm)	pH
0,214	22,81	7,67	89,1	N/D	épi	0,052	7,77
1,013	22,81	7,55	87,7	0,00	épi	0,052	7,42
2,029	22,74	7,39	85,7	0,07	épi	0,052	7,20
3,058	22,55	6,88	79,5	0,19	épi	0,052	7,06
3,889	19,19	<b>0,99</b>	<b>10,7</b>	3,36	méta	0,07	6,58
Moyennes Août						<b>0,056</b>	<b>7,21</b>

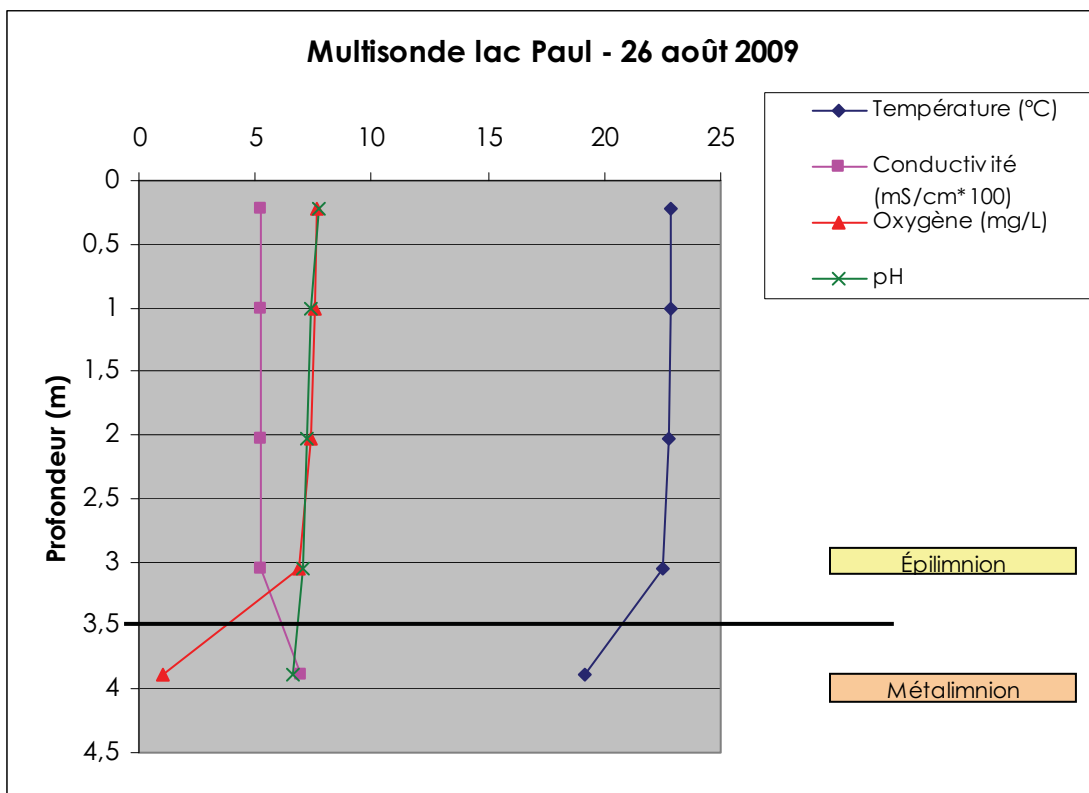


Figure 5. Profils verticaux des différentes variables mesurées et illustration de la stratification thermique au lac Paul le 26 août 2009.

<sup>4</sup> Valeurs en gras : déficit en oxygène selon les critères du MDDEP

### 3.2 Résultats estivaux

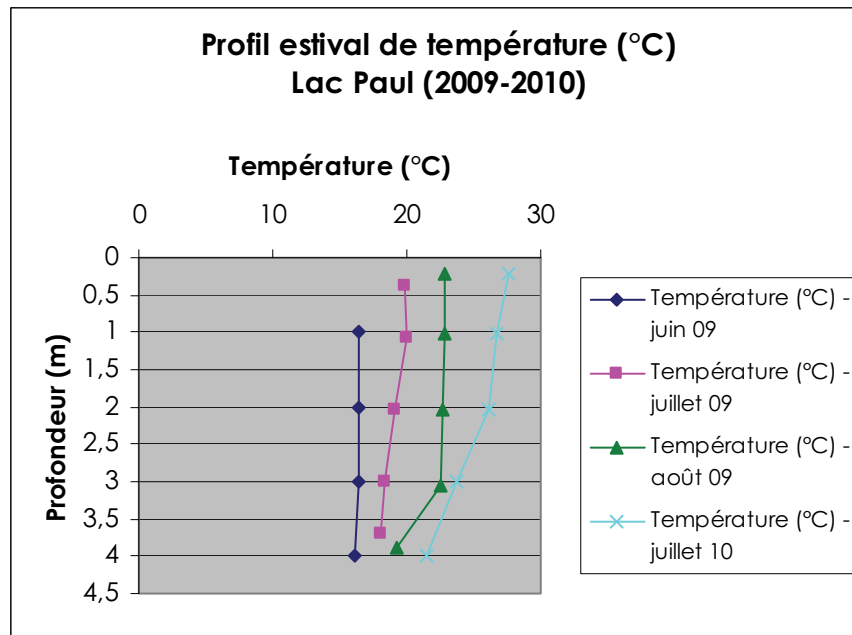


Figure 6. Comparaison des profils verticaux de température (°C) obtenus au lac Paul aux étés 2009-2010.

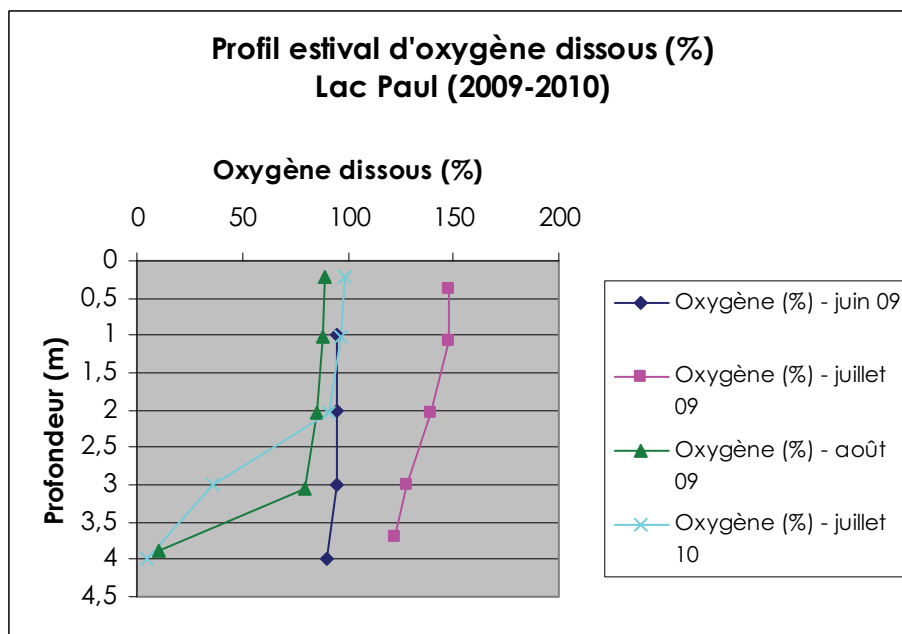


Figure 7. Comparaison des profils verticaux d'oxygène dissous (%) obtenus au lac Paul aux étés 2009-2010.

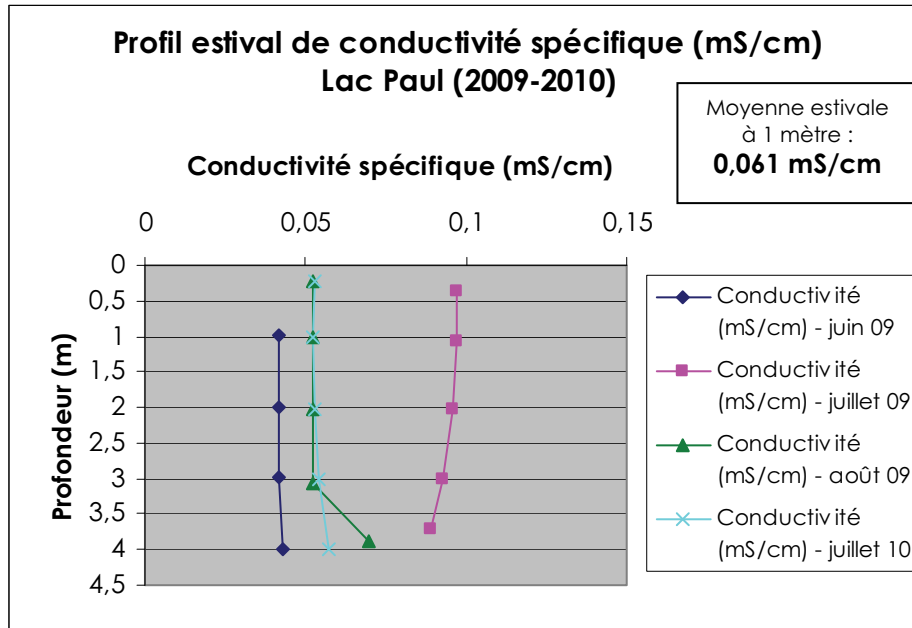


Figure 8. Comparaison des profils verticaux de conductivité spécifique (mS/cm) obtenus au lac Paul aux étés 2009-2010.

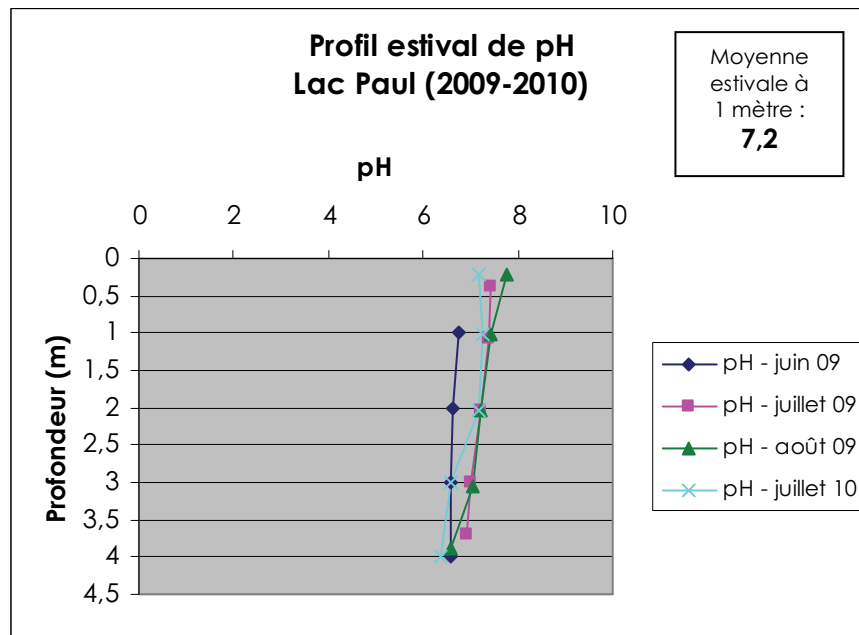


Figure 9. Comparaison des profils verticaux de pH obtenus au lac Paul aux étés 2009-2010.

## 4. Interprétation des résultats

### 4.1 Climat

Il est important de mentionner que l'été 2009 fut particulier au niveau du climat. Dans la région de l'Outaouais, région voisine des Laurentides, il s'agissait du deuxième été le plus pluvieux enregistré depuis 1938. De plus, plusieurs épisodes de pluies torrentielles ont touché la région au cours du mois de juillet. Ainsi, le mois de juillet 2009 fut le plus pluvieux observé en 71 ans à l'aéroport d'Ottawa/Gatineau, ayant reçu deux fois et demi plus de précipitations que la normale. Au niveau de la température, les moyennes ont été plus fraîches que la normale à l'été 2009 pour les mois de juin et juillet et plus chaudes pour le mois d'août.

À l'été 2010, un tout autre scénario est observé. En général, les températures ont été plus chaudes ou très près de la normale pour l'ensemble du Québec au cours de l'été. En particulier, le mois de juillet 2010 a été le 2<sup>e</sup> plus chaud enregistré à l'aéroport d'Ottawa/Gatineau.

**Tableau VI : Bilan climatologique été 2009 et 2010 (Aéroport d'Ottawa/Gatineau)**

ANNÉE	Mois	Juin		Juillet		Août		Été	
		Observé	Rang	Observé	Rang	Observé	Rang	Observé	Rang
2009	Température moyenne (°C)	17,8	29 <sup>e</sup> plus frais	19,0	<b>5<sup>e</sup> plus frais</b>	19,8	27 <sup>e</sup> plus chaud	18,9	20 <sup>e</sup> plus frais
	Précipitation totale (mm)	69,8	31 <sup>e</sup> plus sec	243,4	<b>Le plus important</b>	90,2	26 <sup>e</sup> plus important	403,4	<b>2<sup>e</sup> plus important</b>
2010	Température moyenne (°C)	17,9	32 <sup>e</sup> plus frais	22,7	<b>2<sup>e</sup> plus chaud</b>	20,4	19 <sup>e</sup> plus chaud	20,3	13 <sup>e</sup> plus chaud
	Précipitation totale (mm)	120,2	11 <sup>e</sup> plus important	50,0	11 <sup>e</sup> plus sec	173,4	<b>3<sup>e</sup> plus important</b>	343,6	8 <sup>e</sup> plus important

Source : Climat Québec - Bilan climatologiques fermés

[http://www.climat-quebec.qc.ca/home.php?id=bila\\_ferme&mpn=suivi\\_clim](http://www.climat-quebec.qc.ca/home.php?id=bila_ferme&mpn=suivi_clim)

## 4.2 Température et stratification thermique

Suite à l'analyse des différentes variables, on constate que le lac Paul n'était **pas stratifié thermiquement** à l'été 2009, malgré une faible stratification observée au mois d'août. Cependant, le profil de température réalisé en juillet 2010 montre une faible stratification thermique. De plus, il est possible de constater que les températures de l'eau mesurées au lac Paul à l'été 2009 respectent le critère du MDDEP pour la protection de la vie aquatique (22°C) pour l'ensemble de la colonne d'eau, contrairement à celles mesurées en juillet 2010.

Les différences de températures de l'eau observées au lac Paul entre les mois de juillet 2009 et 2010 sont reliées aux grandes variations du climat durant ces périodes. Le mois de juillet 2010 a été beaucoup plus chaud et sec qu'en 2009, ce qui résulte en une augmentation notable des températures de l'eau mesurées et une faible stratification thermique du lac. Il est possible de constater que la température de l'eau mesurée en surface le 15 juillet **2009** était de 19,87°C comparativement à 27,6°C le 16 juillet **2010**.

De façon générale, malgré la faible stratification thermique observée au mois de juillet 2010 due aux conditions météorologiques, il est possible de penser que ce phénomène est épisodique au lac Paul. Ainsi, il est possible de qualifier le lac Paul comme étant un **lac peu profond** ou étang (*voir introduction générale - partie 1 page 10*) étant donné qu'il ne possède pas de stratification thermique stable durant l'été et constante d'une année à l'autre.

## 4.3 Oxygène dissous

En analysant la distribution de l'oxygène sur l'ensemble de la colonne d'eau du lac Paul, on constate que les critères d'oxygène dissous, établis par le MDDEP pour la protection de la vie aquatique, sont respectés pour l'ensemble de la colonne d'eau, tout au long de l'été en 2009. Les seules mesures qui ne respectent pas les critères, prises à 3,9 mètres au mois d'août 2009 et au fond du lac au mois de juillet 2010 (*voir tableaux IV et V*) sont reliées à la faible stratification thermique du lac. Durant cette période, la mince couche d'eau fraîche présente au fond du lac se retrouve physiquement isolée de l'atmosphère et la faible quantité d'oxygène qu'elle contient est rapidement épuisée par la respiration des microorganismes associés aux sédiments.

De façon générale, il est normal d'observer une concentration d'oxygène qui respecte les critères du MDDEP pour l'ensemble de la colonne d'eau au lac Paul durant l'été, étant donné que ce plan d'eau n'est pas assez profond pour qu'une stratification thermique stable puisse s'établir. Comme mentionné en introduction générale de ce document (*voir introduction générale - partie 1 page 10*), lorsque la morphologie du lac ou du bassin versant ne permet pas la stratification thermique pendant une période suffisante (**lac peu profond** ou très exposé au vent par exemple) un brassage continu ou pendant de longues périodes de l'ensemble de la colonne d'eau ainsi que des nutriments est effectué. Ainsi, il est normal de retrouver dans ces lacs peu profonds ou étangs des concentrations en phosphore plus élevées. De plus, l'action du vent et des vagues sera suffisante pour répartir l'oxygène de façon quasi uniforme à travers toute la colonne d'eau durant la période sans glace.

#### 4.4 pH

Les valeurs de pH observées au lac Paul sont près de la neutralité (pH 7) et la moyenne de 2009 à 2010 mesurée à 1 mètre (**7,20**) respecte les critères du MDDEP pour la protection de la vie aquatique (6,5 à 9,0).

#### 4.5 Conductivité

Suite à une erreur de calibration de la sonde, les données mensuelles mesurées pour la conductivité spécifique au lac Paul ont pu être biaisées, lors d'écart importants de température en 2009. La valeur moyenne de conductivité spécifique est donc plus représentative que les valeurs prises individuellement. Une interprétation est tout de même fournie ici, à titre indicatif seulement.

La conductivité moyenne mesurée à un mètre de profondeur au lac Paul en 2009-2010 est de 0,061 mS/cm ou **61 µS/cm**. Ces valeurs sont caractéristiques d'un lac des Laurentides dont le bassin versant est **moyennement** influencé par les apports en minéraux, en raison de l'artificialisation (sels et sédiments en provenance de l'épandage sur les routes et de l'érosion du bassin versant) ou de la géologie du bassin versant.

## 5. Synthèse et bilan de l'état de santé du lac

Selon les résultats du RSVL obtenus en 2009, le lac Paul se situe à un stade intermédiaire-avancé d'eutrophisation (méso-eutrophe) et présente des signes clairs d'enrichissement en phosphore, avec une biomasse d'algues microscopiques en suspension nettement élevée (chl<sub>a</sub>). De plus, les valeurs de carbone organique dissous (COD) mesurées dans le cadre du RSVL de 2004 à 2009 au lac Paul indiquent que le lac est faiblement coloré.

Suite aux analyses effectuées à l'aide de la multisonde, on constate que le lac Paul est un **lac peu profond** ou étang, qui ne possède pas de stratification thermique stable. Ainsi l'ensemble de la colonne d'eau du lac Paul circule constamment ou pendant de longues périodes ce qui favorise une remise en suspension continue des nutriments dans la colonne d'eau. La perte des nutriments vers les lacs en aval ou via la rétention par les sédiments, est aussi plus faible que dans les lacs profonds.

**Il est donc normal, en raison de ses caractéristiques morphologiques et physiques, de retrouver au lac Paul une concentration en phosphore proportionnellement plus élevée que dans un lac profond.**

En conclusion, la plupart des informations recueillies semblent indiquer que le lac Paul est un lac peu profond qui est **productif**. Plusieurs **phénomènes naturels** reliés à sa morphologie et caractéristiques physiques (lac peu profond non stratifié) ainsi qu'à celles de son bassin versant viennent expliquer sa forte productivité, combinés aux **apports artificiels en nutriments**, dû au développement de son bassin versant.

## 6. Recommandations

- ✓ Restreindre au maximum les autres sources d'apports en phosphore en provenance du milieu artificialisé du bassin versant. Adopter de saines pratiques d'utilisation du territoire pour la protection de la santé des lacs. Minimiser les apports en matière organique et sédiments au lac, pouvant provenir de l'érosion des rives, de l'imperméabilisation du bassin versant, du remaniement du sol dans le bassin versant et du ruissellement des eaux de surface. S'assurer du bon entretien et de la conformité des installations septiques et ne pas utiliser d'engrais ou de fertilisants en bordure du lac;
- ✓ Mesurer d'autres descripteurs de la qualité de l'eau des lacs tels que la végétation aquatique de la zone littorale, lorsque les protocoles du RSVL seront disponibles<sup>5</sup>. En effet, le suivi périodique de l'évolution de cette végétation est primordial, car les algues et les plantes aquatiques constituent les premiers indicateurs d'apports en phosphore à un lac. La quantité de végétation aquatique augmentera avant que le phosphore mesuré à la fosse du lac ne change. C'est seulement une fois que la zone littorale d'un lac sera saturée par la végétation aquatique que le phosphore de la colonne d'eau, qui est mesuré par l'échantillonnage, sera susceptible d'augmenter;
- ✓ Poursuivre la prise de données sur la qualité de l'eau du lac Paul dans le cadre du programme RSVL, afin d'obtenir des données qui seront comparables (même station d'échantillonnage, mêmes méthodes d'échantillonnage et d'analyses en laboratoire) et d'augmenter la précision du suivi pluriannuel. Afin de mieux comprendre la grande variabilité intra-annuelle des données et les discordances entre les variables observées en 2009, effectuer l'échantillonnage plusieurs années consécutives;
- ✓ Continuer les prises de données annuelles sur la transparence de l'eau à l'aide du protocole du RSVL et faire parvenir les données au MDDEP, en prenant une mesure à chaque deux semaines en saison estivale (mai à septembre).

---

<sup>5</sup> Protocoles de caractérisation du périphyton et patrouille pour la caractérisation des plantes aquatiques envahissantes en voie de finalisation pour l'été 2011.

## 7. Remerciements

En terminant, le CRE Laurentides souhaite souligner l'implication des membres des associations qui ont participé à la réussite de ce programme depuis sa création.

Grâce à eux, un pas de plus est franchi vers l'acquisition de connaissances pour une meilleure gestion et protection des lacs des Laurentides!

### Liste des bénévoles en 2009 :

Lac des Becs-Scie	-	Tami Cartman et Gerald Berger
Lac Charlesbois	-	Roger Castonguay et Maurice Morin
Lac Croche	-	Daniel Dansereau
Lac Crooks	-	Jeannine Boisvert
Lac Duhamel	-	Jacques Leduc
Lac Equerre	-	Michel Trudeau
Lac Green	-	Inge L. Englert
Lac Paul	-	Roger Chamberland
Lac aux Poissons	-	François Boury et Gilles Lemire
Lac Quenouille	-	Yolande Blanchard
Lac Renaud	-	Paul Desnoyers
Lac Rond et Beaven	-	Art Boudreau
Lac Sainte-Marie et Saint-Joseph	-	Pierre Verville
Lac des Sommets	-	Gille Lemire

## 8. Références

- Carignan Richard (2008). *Évolution de l'état des lacs de la municipalité de Saint-Hippolyte entre 1998 et 2007*, Université de Montréal, Station de biologie des Laurentides, 60p.
- Carignan Richard (2004). *Limnologie Physique et chimique - partie 1*. Université de Montréal, Département de sciences biologiques. Note de cours BIO 3839. 64p.
- Climat Québec. *Bilan climatologiques fermés*.  
[http://www.climat-quebec.qc.ca/home.php?id=bila\\_ferme&mpn=suivi\\_clim](http://www.climat-quebec.qc.ca/home.php?id=bila_ferme&mpn=suivi_clim)  
Consulté le 3 mai 2011.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (1999). *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique - oxygène dissous (eau douce)*, dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 1999, Winnipeg, le Conseil.
- Conseil régional de l'environnement des Laurentides. *Trousse des lacs*.  
[www.troussedeslacs.org](http://www.troussedeslacs.org)
- Hade, André (2003). *Nos lacs : les connaître pour mieux les protéger*. Éditions Fides (Québec, Canada); 359p.
- Ministère du développement durable, de l'environnement et des Parcs (MDDEP).
- o Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL).  
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/index.htm>  
Consulté décembre 2010.
  - o Critères de qualité de l'eau de surface au Québec.  
[http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S0365](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0365)  
Consulté décembre 2010.
- Horne Alexander J. et Goldman Charles R. (1994). *Limnology*. 2<sup>e</sup> édition. États-Unis : McGraw-Hill, inc. 576p.
- Wetzel, Robert G. (2001). *Limnology - Lake and river ecosystems*, 3<sup>e</sup> édition. Elsevier Science (USA), 1006 p.