



Organisme de bassins versants  
des rivières du Loup et des Yamachiche

## Suivi des symptômes d'eutrophisation de lacs (phase 1)

Municipalité de  
Saint-Élie-de-Caxton

DÉCEMBRE 2020



*Dans le sens de l'eau !*

## Équipe de réalisation

### Coordination et rédaction

Alexandre Bérubé Tellier, chargé de projet, *B.Sc.* et *LL. B.*<sup>1</sup>



### Cartographie

Samuel Samson, chargé de projet en géomatique, *B.Sc.*<sup>1</sup>

### Équipe terrain

Alexandre Bérubé Tellier, chargé de projet, *B.Sc.* et *LL. B.*<sup>1</sup>

Geneviève Richard, chargée de projet, *B.Sc.*<sup>1</sup>

### Révision

Francis Clément, directeur général, *M.Sc.*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

## Pour nous joindre

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

780, rue Saint-Joseph

Saint-Barnabé (Qc)

G0X 2K0

Tél. : (819) 264-2033

Adresse de courrier électronique : [info@obvrly.ca](mailto:info@obvrly.ca)

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

## Référence à citer

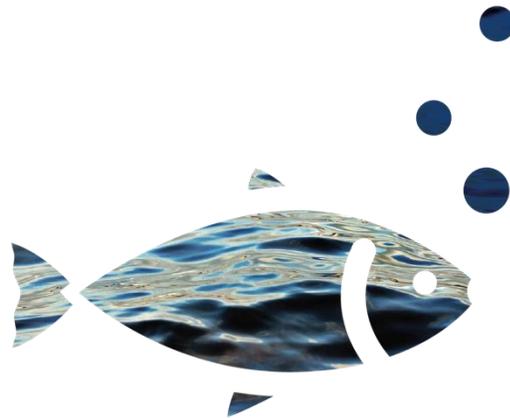
OBVRLY, 2020. *Suivi des symptômes d'eutrophisation de lacs (phase 1) - 2020*, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, 67 pages et 3 annexes.

© OBVRLY, 2020

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

## Autorisation de reproduction

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



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

Qu'est-ce qu'un bassin versant ?

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

Qu'est-ce que l'OBVRLY ?

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





# Table des matières

- Liste des figures..... 7
- Liste des tableaux.....8
- Liste des cartes..... 10
- Liste des abbréviations..... 11
- 1. Introduction ..... 12
- 2. Diagnostic des symptômes d'eutrophisation (adapté à partir de Boissonneault 2011)..... 13
  - La stratification thermique.....13
  - L'eutrophisation .....14
  - Description des paramètres physico-chimiques.....16
- 3. Territoire à l'étude..... 20
- 4. Matériel et méthode..... 21
- 5. Résultats des profils de lacs ..... 23
  - Lac à la Perchaude.....23
  - Lac du Barrage.....25
  - Lac Garand..... 27
  - Lac Ouellet.....29
  - Lac Bell.....31
  - Lac Plaisant.....33
  - Lac Carolus.....35
  - Lac Baribeau ..... 37
  - Lac Philibert.....39
  - Petit lac Rose.....41
  - Lac Muise .....43



Lac Paterson.....	45
Grand lac Long (station A).....	47
Grand lac Long (station B).....	49
Grand lac Long (station C).....	51
Petit lac Long (station A).....	53
Petit lac Long (station B).....	55
<b>6. Priorisation des suivis.....</b>	<b>57</b>
Priorité 1.....	57
Priorité 2.....	57
Priorité 3.....	58
Priorité 4.....	58
<b>7. Conclusion.....</b>	<b>61</b>
Limites et perspectives.....	62
<b>8. Recommandations.....</b>	<b>64</b>
<b>Références.....</b>	<b>67</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>68</b>
Annexe 1 : Données brutes des profils physico-chimiques.....	68
Annexe 2 : Phases de caractérisation des plans d'eau.....	81
Annexe 3 : Les facteurs expliquant la distribution de l'oxygène.....	85

# Liste des figures



Figure 1. Stratification thermique des lacs.....	13
Figure 2. Cycle thermique d'un lac dimictique (MDDEP, 2005). .....	14
Figure 3. Phénomène d'eutrophisation (MELCC, 2020b).....	15
Figure 5. Comparaison de profils de lac typiques (tiré de Boissonneault, 2011).....	17
Figure 6. Profil physico-chimique du lac à la Perchaude, 15 septembre 2020.....	23
Figure 7. Profil physico-chimique du lac du Barrage, 15 septembre 2020. ....	25
Figure 8. Profil physico-chimique du lac Garand, 15 septembre 2020.....	27
Figure 9. Profil physico-chimique du lac Ouellet, 16 septembre 2020.....	29
Figure 10. Profil physico-chimique du lac Bell, 16 septembre 2020.....	31
Figure 11. Profil physico-chimique du lac Plaisant, 16 septembre 2020.....	33
Figure 12. Profil physico-chimique du lac Carolus, 17 septembre 2020.....	35
Figure 13. Profil physico-chimique du lac Baribeau, 17 septembre 2020.....	37
Figure 14. Profil physico-chimique du lac Philibert, 18 septembre 2020.....	39
Figure 15. Profil physico-chimique du Petit lac Rose, 18 septembre 2020.....	41
Figure 16. Profil physico-chimique du lac Muise, 18 septembre 2020.....	43
Figure 17. Profil physico-chimique du lac Paterson, 18 septembre 2020.....	45
Figure 18. Profil physico-chimique du Grand lac Long, station A, 21 septembre 2020. ....	47
Figure 19. Profil physico-chimique du Grand lac Long, station B, 21 septembre 2020.....	49
Figure 20. Profil physico-chimique du Grand lac Long, station C, 21 septembre 2020.....	51
Figure 21. Profil physico-chimique du Petit lac Long, station A, 21 septembre 2020. ....	53
Figure 22. Profil physico-chimique du Petit lac Long, station B, 21 septembre 2020.....	55

# Liste des tableaux



Tableau 1. Classement trophique des lacs selon certains paramètres de l'eau.....	16
Tableau 2. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac à la Perchaude.....	24
Tableau 3. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac du Barrage.....	26
Tableau 4. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Garand.....	28
Tableau 5. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Ouellet.....	30
Tableau 6. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Bell.....	32
Tableau 7. Comparatif des profils physico-chimiques 2009-2020 du lac Plaisant.....	34
Tableau 8. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Carolus.....	36
Tableau 9. Comparatif des profils physico-chimique 2010-2020 du lac Baribeau.....	38
Tableau 10. Comparatif des profils physico-chimiques 2011-2020 du lac Philibert.....	40
Tableau 11. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Petit lac Rose.....	42
Tableau 12. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Muise.....	44
Tableau 13. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Paterson.....	46
Tableau 14. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Grand lac Long (station A).....	48
Tableau 15. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Grand lac Long (station B).....	50
Tableau 16. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Grand lac Long (station C).....	52
Tableau 17. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Petit lac Long (station A).....	54

Tableau 18. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Petit lac Long (station B).....	56
Tableau 19 : Synthèse des profils physico-chimiques réalisés en 2020 et analyse de priorité de suivi.....	59

# Liste des cartes



Carte 1. Lacs à l'étude dans la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton en 2020.....	20
Carte 2. Priorisation du suivi des lacs selon l'évolution de leurs symptômes d'eutrophisation et les pressions humaines qu'ils subissent. ....	60

# Liste des abréviations

CRE	Conseil régional de l'environnement
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
Mg/l	Milligramme par litre
$\mu\text{S/cm}$	Unité de mesure de la conductivité spécifique, correspondant à des microsiemens par centimètre
OBVRLY	Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche
RSVL	Réseau de surveillance volontaire des lacs

# INTRODUCTION

Les lacs sont très nombreux au Québec et représentent une richesse collective non négligeable. Ils constituent un moteur économique important grâce aux revenus générés par le tourisme ainsi qu'aux nombreuses activités de villégiature qui s'y rattachent. Cependant, les lacs sont des milieux sensibles et vulnérables aux activités humaines qui se déroulent sur leur territoire. Les nombreuses floraisons de cyanobactéries observées dans plusieurs lacs du Québec méridional lors des dernières années ont permis une prise de conscience sur la fragilité de la santé des lacs et l'accentuation des dégradations qu'ils subissent.

L'OBVRLY a donc mis en place en 2010 un programme de caractérisation des plans d'eau articulé en trois phases (voir annexe 2) : l'identification des lacs problématiques (phase 1), l'évaluation complète des symptômes des lacs identifiés comme problématiques (phase 2) et la détermination des causes des perturbations sur leur territoire (phase 3). Cette approche de caractérisation des lacs en différentes phases permet aux instances régionales (municipalités, OBV, etc.) d'adopter une gestion de leurs plans d'eau qui soit ciblée. Conséquemment, cette approche permet d'éviter d'investir des efforts trop importants pour des lacs qui n'en auraient pas besoin et de prioriser les efforts de conservation sur ceux qui subissent des dégradations importantes. Soulignons cependant qu'à moyen et long terme, tous les lacs habités ou subissant des pressions humaines devraient minimalement passer à la phase 2 afin d'obtenir un portrait plus complet de leur situation.

Douze lacs ont été analysés à Saint-Élie-de-Caxton en 2010 (Boissonneault, 2011) afin de procéder à l'identification des lacs problématiques. Dix ans plus tard, une réédition de ces analyses a été réalisée afin de déterminer si ces lacs ont subi une détérioration ou une amélioration de leur situation. À noter que le lac à l'Eau Claire n'a pas été échantillonné en 2020, mais que les lacs Plaisant et Philibert, respectivement échantillonnés en 2009 et 2011, ont été ajoutés au projet réalisé en 2020. Ce rapport présente les résultats individuels pour chacun des lacs visités ainsi qu'une analyse générale de la situation permettant aux instances concernées d'établir les priorités du point de vue de la gestion des plans d'eau. Il explique également la méthodologie utilisée et les concepts limnologiques destinés à bien comprendre les analyses.



## 2. Diagnostic des symptômes d'eutrophisation (adapté à partir de Boissonneault 2011)

Afin de bien comprendre les résultats obtenus et leur interprétation dans le cadre de cette étude, certaines notions présentées dans ce rapport seront approfondies, notamment les relations entre la stratification thermique des lacs et les paramètres physico-chimiques de l'eau ainsi que l'effet de l'eutrophisation sur ces relations.

### La stratification thermique

Pour les lacs ayant une profondeur suffisante, la stratification thermique correspond à une différence de température entre les masses d'eau en surface et au fond du lac (figure 1). Cette stratification varie selon les saisons et influence la distribution des paramètres physico-chimiques et biologiques de l'eau.

En été, la couche d'eau supérieure, appelée **épilimnion**, présente une température plus élevée, car elle est réchauffée par le contact avec l'air ambiant et par l'effet du soleil. Cette couche subit un brassage continu qui renouvelle l'oxygène de l'eau grâce à l'action du vent et à la photosynthèse des algues et des plantes qui profitent d'une abondance de lumière. Cette couche de faible densité se situe au-dessus de l'**hypolimnion**, une couche d'eau profonde, plus froide et plus dense, peu agitée et faiblement éclairée. Cette couche présente aussi la particularité de ne pas se renouveler en oxygène dissous lorsque la stratification thermique du lac est présente. Ces deux couches d'eau sont séparées par une troisième couche intermédiaire appelée **métalimnion**. Il s'agit d'une strate d'eau de transition où la température varie rapidement et qui forme une barrière physique entre les deux autres couches d'eau en raison d'une différence de densité.

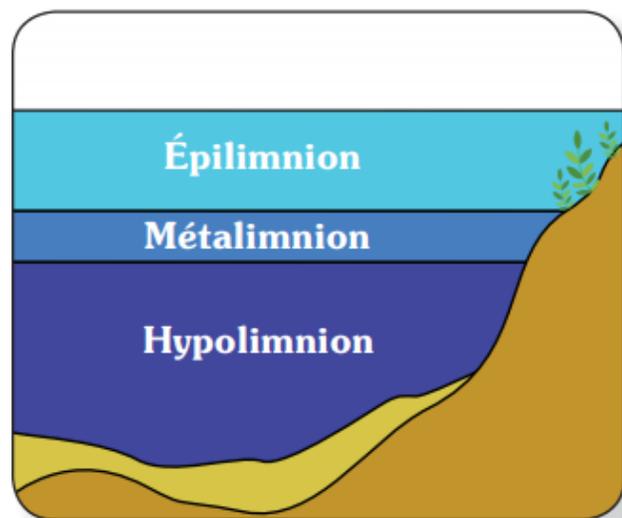


Figure 1. Stratification thermique des lacs (tiré du CRE Laurentides).

Au Québec, les lacs profonds sont dimictiques, c'est-à-dire qu'ils se mélangent deux fois par année (automne et printemps) et qu'ils connaissent deux périodes de



stratification distincte (été et hiver). Le mélange des différentes strates s'effectue lorsque la température de la colonne d'eau devient également répartie, soit suite à un réchauffement de surface au printemps ou encore suite à un refroidissement à l'automne (figure 2). Ce brassage permet à l'hypolimnion de se recharger en oxygène jusqu'à la prochaine stratification thermique.

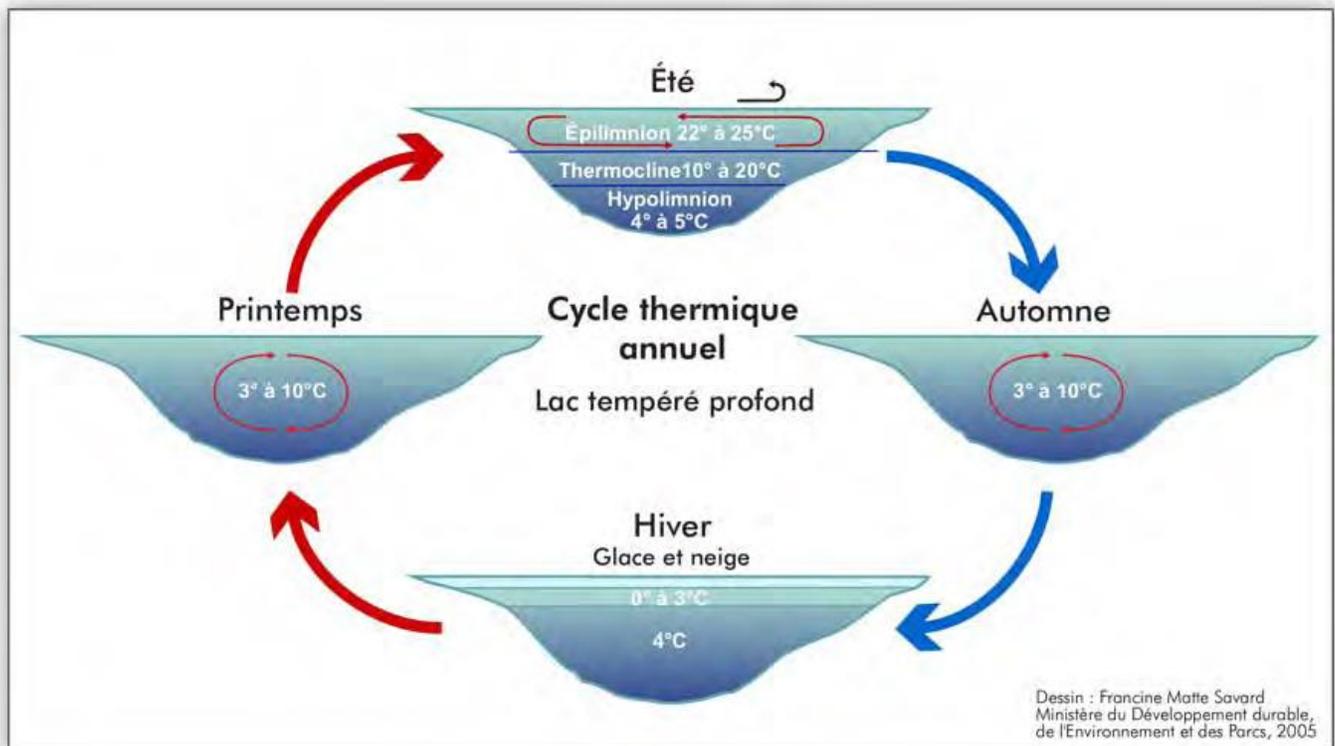


Figure 2. Cycle thermique d'un lac dimictique (MDDEP, 2005).

## L'eutrophisation

### Processus naturel

L'eutrophisation est un processus de vieillissement naturel des lacs caractérisé par un enrichissement de l'eau en matière nutritive et une augmentation de la productivité biologique, 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 et qui explique la transformation des lacs en milieux humides par comblement (figure 3).

### Processus accéléré par les activités humaines

L'eutrophisation peut être accélérée par l'urbanisation et les activités humaines qui entraînent des apports excédentaires de matières nutritives vers les lacs. Cet



enrichissement des eaux conduit alors à une croissance en surabondance des algues et plantes aquatiques. Lorsque cette masse végétale meurt, elle est dégradée par des bactéries qui consomment alors d'importantes quantités d'oxygène, causant ainsi un déficit en oxygène dans les eaux profondes des lacs. Cette diminution d'oxygène s'avère néfaste pour plusieurs espèces fauniques utilisant ces habitats.

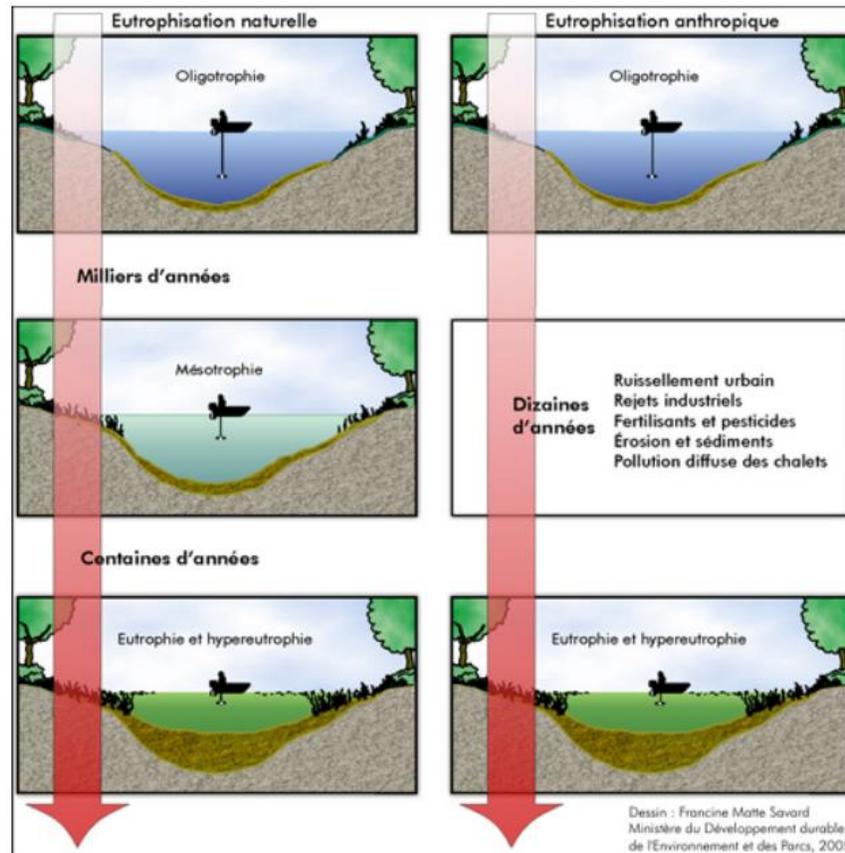


Figure 3. Phénomène d'eutrophisation (MELCC, 2020b).

Afin de déterminer le niveau de vieillissement d'un lac, une classification de son état trophique est utilisée. Dans un **lac oligotrophe** (lac considéré comme étant jeune), lorsque la stratification thermique estivale est installée, l'hypolimnion demeure riche en oxygène dissous, car il y a peu de dégradation de matière organique au fond. De plus, l'eau est claire, car elle contient peu de matière nutritive permettant aux algues de croître en excès.

Dans un **lac eutrophe**, la forte production d'algues et des plantes aquatiques entraîne une baisse de la concentration en oxygène dans l'hypolimnion. C'est la respiration des bactéries, qui décomposent la matière organique présente au fond du lac, qui est responsable de cette baisse en oxygène. Pour certains lacs, ce phénomène prend une telle ampleur que les eaux de l'hypolimnion deviennent complètement anoxiques



(absence quasi totale d'oxygène) au fil de la saison estivale. L'eau de ces lacs est généralement trouble, car elle contient beaucoup de matière nutritive (phosphore et azote), ce qui permet aux algues de croître en abondance.

Un lac **mésotrophe** présente un vieillissement intermédiaire. De plus, l'ajout de classes secondaires, telles qu'oligo-mésotrophe et méso-eutrophe, permet de préciser l'état de vieillissement d'un lac selon des critères précis (tableau 1).

**Tableau 1. Classement trophique des lacs selon certains paramètres de l'eau (adapté de APEL, 2019 ; MELCC, 2020).**

Indicateurs	Classes trophiques						
	Ultra-oligotrophe	Oligotrophe	Oligo-mésotrophe	Mésotrophe	Méso-eutrophe	Eutrophe	Hyper-eutrophe
Phosphore total (µg/l)	< 4	4 - 6,9	7 - 9,9	10 - 19,9	20 - 29,9	30 -100	> 100
Chlorophylle a (µg/l)	< 1	1 - 2,4	2,5 - 3,5	3,6 - 6,4	6,5 - 7,9	8 - 25	> 25
Transparence (m)	> 12	12 - 6	5,9 - 4	3,9 - 3	2,9 - 2	1,9 - 1	< 1
Saturation d'oxygène dans l'hypolimnion (%)		< 50 %				> 50 %	

Les mesures de l'oxygène dans l'hypolimnion et de la transparence de l'eau, combinées avec d'autres mesures, sont donc de bons indicateurs du vieillissement des lacs (eutrophisation).

## Description des paramètres physico-chimiques

Les mesures de **température** à tous les mètres de profondeur permettent d'obtenir un profil thermique et d'identifier les deux principales masses d'eau présentes dans les lacs stratifiés, soit l'épilimnion et l'hypolimnion.

L'**oxygène** est un élément indispensable à la vie aquatique. Sa concentration dans l'eau est déterminée par plusieurs processus physiques et biologiques très variables dans le temps. Les végétaux et les algues produisent de l'oxygène par la photosynthèse le jour et en consomment la nuit. De plus, les échanges avec l'atmosphère influencent fortement la teneur en oxygène des eaux de surface soumises au brassage. En contrepartie, les organismes biologiques, tels les poissons et



les microorganismes (bactéries), consomment de l'oxygène. La concentration d'oxygène dissous dans l'hypolimnion est un indicateur du métabolisme du lac. Une faible concentration en oxygène dissous (hypoxie) est souvent liée à une forte décomposition de la matière organique provenant d'une biomasse élevée d'algues et de plantes aquatiques. Les lacs eutrophes sont fréquemment caractérisés par un hypolimnion hypoxique (figure 4).

Les concentrations en oxygène dissous peuvent être exprimées en milligramme par litre (mg/l) ou en pourcentage de saturation. Les mesures de saturation rendent plus facile la comparaison des données, car elles tiennent compte de la température, qui influence la capacité de l'eau à contenir de l'oxygène. En effet, plus l'eau est fraîche et plus elle peut contenir d'oxygène à saturation maximale.

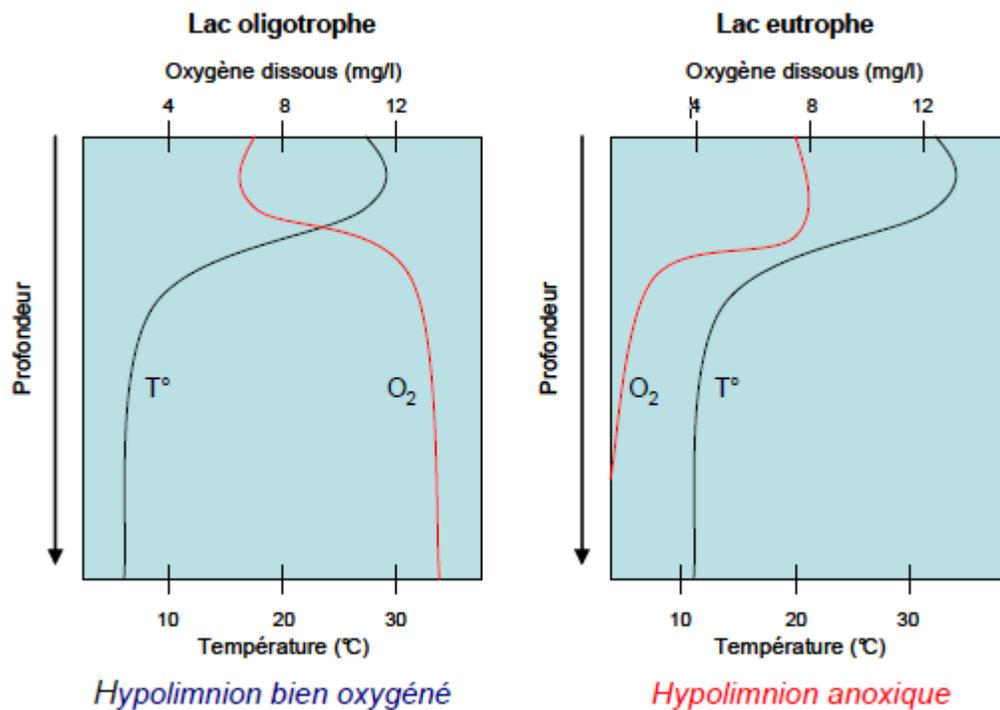


Figure 4. Comparaison de profils de lac typiques (tiré de Boissonneault, 2011).

Dans cette étude, l'eau est considérée hypoxique lorsque le taux de saturation en oxygène dissous est inférieur à 50 %. Cette mesure, prise à chaque mètre de profondeur, permet donc de vérifier si l'hypolimnion présente un déficit en oxygène et dans quelle proportion (%), révélant ainsi un signe d'eutrophisation du lac. Dans certains cas, l'absence totale d'oxygène dissous (anoxie) sera également notée lorsque le taux de saturation est inférieur à 1 %.

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, par l'activité biologique et par la présence de milieux humides. Le pH varie entre 0 (acide) et 14 (basique) et un pH de 7 indique une eau à pH neutre. La protection de la vie aquatique d'un lac est généralement assurée lorsque le pH de l'eau se situe entre 6,5 à 9 unités (MELCC, 2020a). Lorsque le pH d'un lac passe de 6 à 5,5, les organismes aquatiques les plus sensibles à l'acidité disparaissent du milieu. Un lac affichant une valeur de pH sous 5,5 sera considéré comme acide, seuil sous lequel les organismes aquatiques seront davantage affectés (Dupont, 2004).

La **conductivité** est un indice de l'abondance des ions dans les eaux de surface qui donne une bonne appréciation des matières en solution (sels, acides et bases) dans les eaux (Painchaud, 1997). La conductivité traduit donc la minéralisation de l'eau qui participe à la productivité biologique d'un lac et à la dégradation des écosystèmes. Les valeurs de conductivité d'un lac sont généralement stables et dépendent surtout de la géologie locale. Lorsque des changements notables de conductivité sont observés dans un lac, c'est le signe d'une augmentation des apports de substances dissoutes provenant du bassin versant (ex. sels de déglacage, engrais minéraux, chlorures). La conductivité spécifique fait référence à un ajustement des données selon la température de l'eau (CRE Laurentides, 2009). À titre informatif, les valeurs de conductivité observées dans les eaux des 14 lacs de la présente étude se situent entre 14  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

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 complètement. La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues et de matières en suspension dans l'eau du lac. Il y a donc un lien entre la transparence de l'eau et le niveau trophique des lacs.

Même s'ils ne font pas partie spécifiquement des paramètres étudiés lors de cette étude, les notions suivantes seront tout de même décrites, car elles sont fréquemment mentionnées dans les explications qui suivent. L'évaluation du **carbone organique dissous** (COD) permet de déterminer si l'eau est teintée (coloration jaunâtre ou brunâtre) en raison de la présence d'acide humique provenant généralement de milieux humides et de milieux forestiers ennoyés (MELCC, 2020b). Il s'agit d'un facteur, combiné avec à la productivité algale, qui influence la transparence de l'eau.

La **chlorophylle a** est un indicateur de la biomasse d'algues microscopiques présente en suspension dans l'eau. Une forte concentration en chlorophylle a donne une teinte verdâtre à l'eau et réduit sa transparence.

Finalement, le **phosphore** représente l'élément nutritif limitant dans les écosystèmes aquatiques, c'est-à-dire que le phosphore est relativement rare dans les lacs et que sa disponibilité dicte l'abondance des producteurs primaires (plantes et algues). De

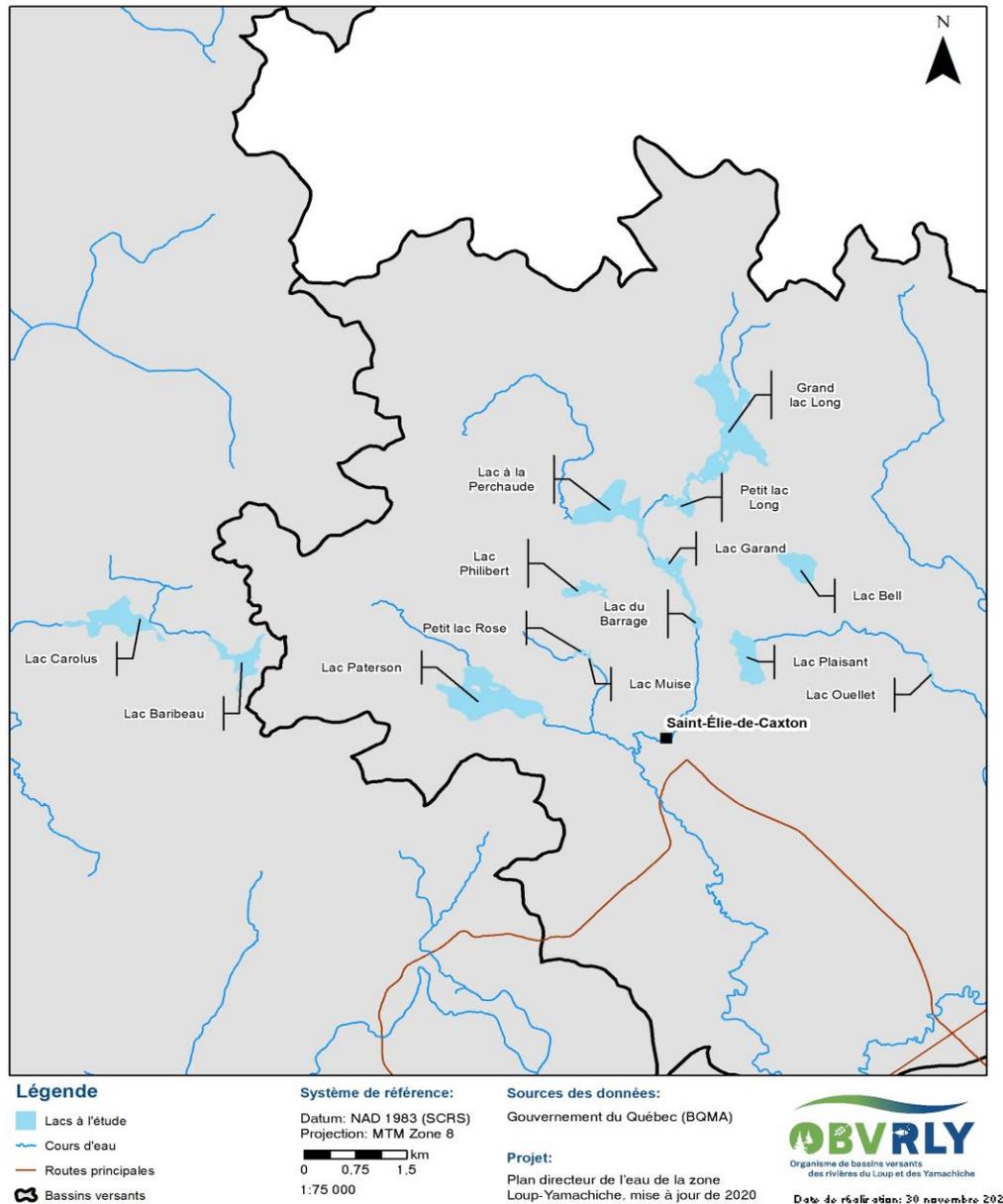


manière simplifiée, il est possible d'affirmer que plus il y a de phosphore disponible, plus il y aura de plantes et d'algues dans un lac (jusqu'à un point de saturation). Le phosphore provient de différentes sources naturelles, telles que l'érosion des roches, les déjections animales et la décomposition de la matière organique, mais également de plusieurs sources humaines, telles que les engrais, les fertilisants, les eaux usées, les rejets industriels et les produits d'entretien domestique.



### 3. Territoire à l'étude

Quatorze lacs, tous situés sur le territoire de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, ont été suivis en 2020. À noter que seuls les lacs Carolus et Baribeau font partie du bassin versant de la rivière du Loup, les autres font tous partie du bassin versant de la rivière Yamachiche (carte 1).



Carte 1. Lacs à l'étude dans la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton en 2020.



## 4. Matériel et méthode

Les mesures qui ont été réalisées dans cette étude sont une réédition des analyses de phase 1 du programme de caractérisation des lacs de l'OBVRLY menées pour la première fois en 2010 pour la majorité des plans d'eau concernés. Cinq paramètres physico-chimiques de l'eau ont été étudiés à chacune des stations d'échantillonnage, soit :

- la température (°Celsius);
- l'oxygène dissous (mg/l et % de saturation);
- la conductivité spécifique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ );
- le pH;
- la transparence.

Les trois premiers paramètres mentionnés ci-dessus ont été analysés à l'aide d'une sonde multiparamétrique de type YSI ProSolo, alors que le pH a été mesuré avec une sonde YSI Pro10. Ces sondes permettent d'évaluer les paramètres physico-chimiques à chaque mètre de la colonne d'eau jusqu'au fond du lac ou à une profondeur maximale de 31 mètres (longueur du câble). La première mesure, en surface, a été effectuée à 15 centimètres de profondeur, afin de s'assurer de l'immersion totale des composantes des sondes. Pour les plans d'eau ayant une profondeur maximale inférieure à trois mètres, des mesures ont été effectuées tous les 0,5 mètre afin d'obtenir un profil plus complet.

La transparence a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi, tout en respectant le protocole du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC, 2016). Les conditions environnementales pouvant influencer les mesures, telles que l'état du ciel et le type de vagues, ont été notées afin de mieux interpréter les résultats. Toute information pertinente supplémentaire a également été notée. Quatre photographies du lac ont été prises à la station d'échantillonnage de manière à obtenir un portrait 360°.

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur un total de 17 stations d'échantillonnage réparties dans les 14 lacs suivis dans la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. La mesure des paramètres physico-chimiques a été réalisée *in situ* pour chacune des stations, entre le 15 et le 21 septembre 2020, période durant laquelle la stratification thermique des lacs est complète et qui correspond aux conditions enregistrées lors des analyses de 2010. Pour la majorité des lacs analysés, une seule station d'échantillonnage, située au-dessus de la fosse la plus profonde, a été analysée afin d'obtenir un profil thermique complet. Les coordonnées géographiques des



stations d'échantillonnage suivies en 2010 ont été utilisées, en plus de mesures à l'aide d'un sonar, afin de s'assurer de réaliser les mesures aux endroits les plus profonds des lacs.

À noter que trois stations d'échantillonnage ont été suivies au Grand lac Long et deux stations au Petit lac Long, afin de considérer la taille et la diversité d'habitats de ces plans d'eau. Également, une station d'échantillonnage a été suivie au lac Garand et un autre lac du Barrage, qui peuvent tous deux être considérés comme un seul lac du point de vue de la connectivité écologique.

Prendre note qu'une marge d'erreur de plus ou moins 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  doit être appliquée aux données de conductivité obtenues en raison d'une certaine imprécision de la sonde lors des tests de calibration (communication personnelle, Hoskin Scientifique).

## 5. Résultats des profils de lacs

### Lac à la Perchaude

L'échantillonnage du lac à la Perchaude a été réalisé le 15 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel variable et un faible vent, causant des rides sur le lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 3,3 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau relativement faible, typique d'un milieu mésotrophe. Une forte productivité algale ou bien des concentrations élevées en carbone organique dissous peuvent être à l'origine de cette situation.

Les données de température recueillies ne présentent aucune stratification thermique du lac en raison de sa faible profondeur maximale, soit environ 5 mètres (figure 5). Toute la colonne d'eau présente d'ailleurs une oxygénation supérieure au seuil de l'hypoxie, soit plus de 50 % de saturation. En fait, la saturation de l'oxygène dissous est supérieure à 86 % pour l'ensemble du lac, ce qui indique des concentrations suffisantes au métabolisme des poissons et autres organismes aquatiques.

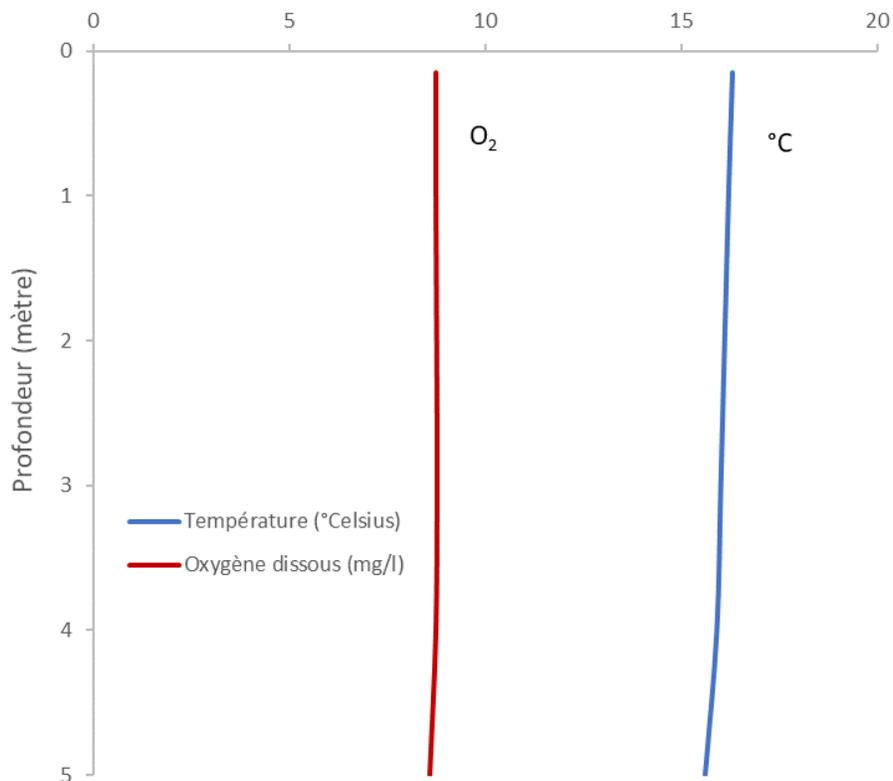


Figure 5. Profil physico-chimique du lac à la Perchaude, 15 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité spécifique est de 25,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports assez faibles en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 6,33 indique une eau légèrement acide pouvant affecter modérément la diversité faunique aquatique du lac.

Les données recueillies sont très similaires à celles enregistrées en 2010 et indiquent donc une stabilité du lac au point de vue des paramètres analysés (tableau 2). Le lac ne présente pas de signes d'eutrophisation en particulier, sauf en ce qui a trait à la transparence de l'eau qui est assez faible. Il est possible que celle-ci soit engendrée par une forte productivité algale, liée à des apports en nutriments provenant du bassin versant, ou encore à des concentrations élevées en carbone organique dissous qui teintent davantage l'eau. Des analyses plus poussées de certains paramètres de la qualité de l'eau (phosphore total, chlorophylle *a*, carbone organique dissous) permettraient d'éclaircir la situation. Finalement, les teneurs élevées en oxygène dissous dans toute la colonne d'eau peuvent être associées aux échanges gazeux avec l'atmosphère et à un brassage suffisant du lac, associé à sa faible profondeur.

**Tableau 2. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac à la Perchaude.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	Non stratifié	26	N.d.	6,4
2020	Non stratifié	26	3,3	6,3



## Lac du Barrage

L'échantillonnage du lac du Barrage a été réalisé le 15 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel nuageux et un faible vent, causant des rides sur le lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 4 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau moyenne, typique d'un milieu oligo-mésotrophe. Une productivité algale relativement élevée ou bien des concentrations élevées en carbone organique dissous peuvent être à l'origine de cette situation.

Les données de température recueillies ne présentent aucune stratification thermique du lac en raison de sa faible profondeur maximale, soit environ 6 mètres (figure 6). Toute la colonne d'eau présente d'ailleurs une oxygénation supérieure au seuil de l'hypoxie, soit plus de 50 % de saturation. En fait, la saturation de l'oxygène dissous est supérieure à 88 % pour l'ensemble du lac, ce qui indique des concentrations amplement suffisantes au métabolisme des poissons et autres organismes aquatiques.

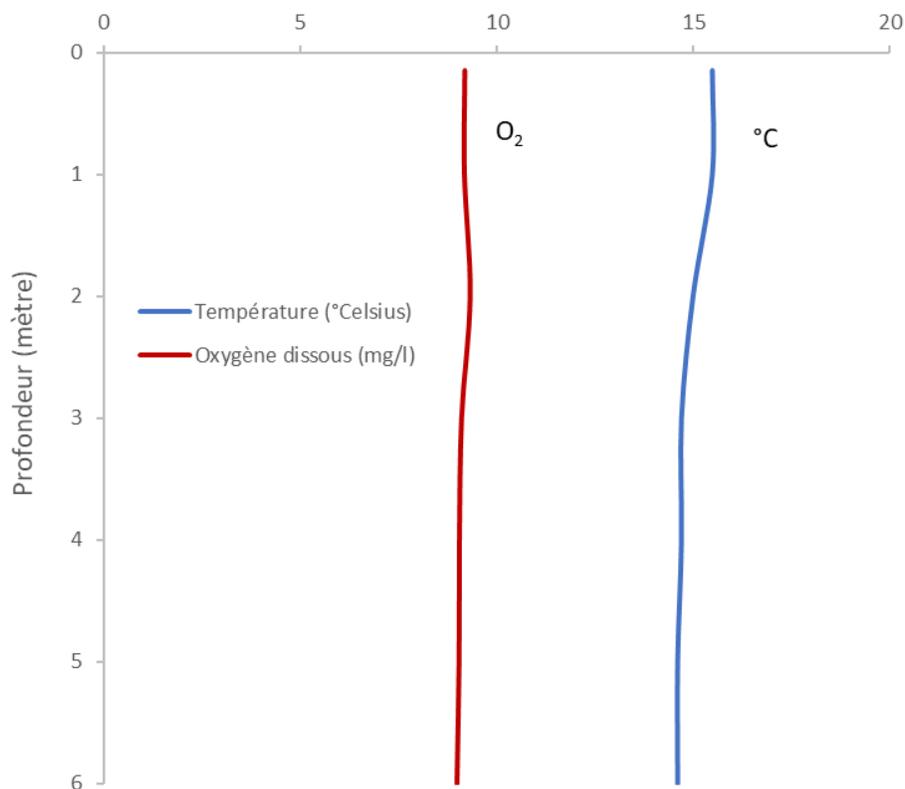


Figure 6. Profil physico-chimique du lac du Barrage, 15 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité spécifique est de 29,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports moyens en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 6,73 indique une eau neutre pouvant supporter une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont similaires à celles enregistrées en 2010, sauf en ce qui a trait à la transparence (tableau 3). En effet, ce paramètre de l'eau du lac est passé de 5,2 mètres en 2010 à 4 mètres en 2020. Cependant, cette mesure doit seulement être considérée à titre indicatif, car la transparence est un paramètre fortement influencé par les variations météorologiques et qui doit être mesuré à plusieurs reprises durant une même année afin d'obtenir un portrait complet. Il est cependant possible que cette baisse de transparence soit engendrée par une hausse de la productivité algale, liée à des apports en nutriments provenant du bassin versant ou encore à des concentrations élevées en carbone organique dissous qui teintent davantage l'eau. Des analyses plus poussées de certains paramètres de la qualité de l'eau (phosphore total, chlorophylle *a*, carbone organique dissous) permettraient d'éclaircir la situation et de déterminer avec davantage de précision si le lac est en processus d'eutrophisation. Finalement, les teneurs élevées en oxygène dissous peuvent être associées aux échanges gazeux avec l'atmosphère et à un brassage suffisant du lac, associé à sa faible profondeur.

**Tableau 3. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac du Barrage.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	Non stratifié	32	5,2	6,6
2020	Non stratifié	30	4	6,7



## Lac Garand

L'échantillonnage du lac Garand a été réalisé le 15 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel nuageux et un vent faible à modéré, causant de petites vagues sur le lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 4,2 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau moyenne, typique d'un milieu oligo-mésotrophe. Une productivité algale moyennement élevée ou bien des concentrations élevées en carbone organique dissous peuvent être à l'origine de cette situation.

Les données de température recueillies présentent une stratification thermique du lac, quoique celle-ci ne soit pas totalement définie (figure 7). Le profil d'oxygène dissous est de type clinograde (annexe 3), c'est-à-dire que les concentrations diminuent à partir du métalimnion, ce qui indique une consommation excessive d'oxygène dans les eaux profondes du lac. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du septième mètre et son intégralité est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. D'ailleurs, les eaux de l'hypolimnion sont anoxiques, car il y a une absence totale d'oxygène. Ces concentrations en oxygène dissous représentent une limitation importante pour l'habitat du poisson et des autres organismes aquatiques.

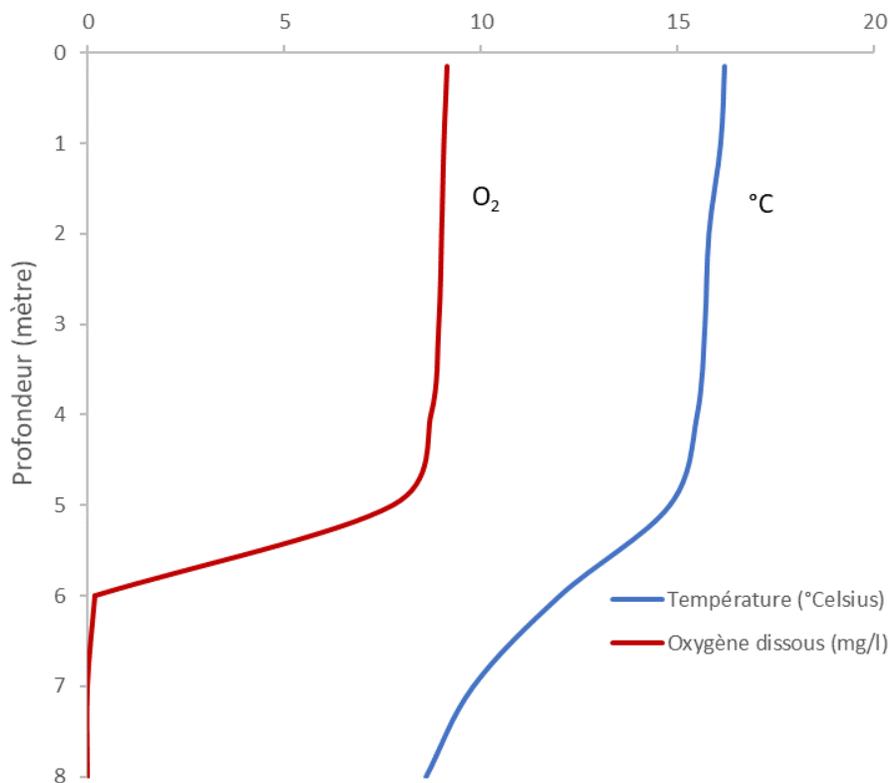


Figure 7. Profil physico-chimique du lac Garand, 15 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité spécifique est de 38,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports relativement élevés en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Ces apports peuvent participer à augmenter la productivité biologique du lac et possiblement sa dégradation. Le pH moyen de 6,63 indique une eau neutre pouvant supporter une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont relativement similaires à celles enregistrées en 2010 (tableau 4). La conductivité moyenne du lac est cependant plus faible en 2020, ce qui pourrait traduire un moins grand apport de minéraux dans l'eau du lac à partir du bassin versant proximal. Cette diminution semble également avoir affecté le pH qui est moins acide en 2020. Cette hausse du pH est bénéfique pour la diversité faunique du lac, car les critères de qualité des eaux pour la protection de la faune aquatique se situent entre des valeurs de 6,5 et 9 (MELCC, 2020a). Finalement, la zone hypoxique du lac est sensiblement la même qu'en 2010, quoique l'hypolimnion est davantage anoxique. Ces faibles teneurs en oxygène dans l'hypolimnion constituent un symptôme d'eutrophisation. Cependant, le profil d'oxygène dissous observé en 2020 est semblable à celui enregistré en 2010, ce qui ne traduit pas un phénomène d'eutrophisation accéléré.

**Tableau 4. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Garand.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	100	50	4,3	6,2
2020	100	39	4,2	6,6



## Lac Ouellet

L'échantillonnage du lac Ouellet a été réalisé le 16 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel nuageux et un vent faible, causant des rides à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'au fond du lac en raison de sa faible profondeur maximale d'environ 2 mètres.

Les données de température recueillies ne présentent aucune stratification thermique du lac en raison de sa faible profondeur (figure 8). Toute la colonne d'eau présente d'ailleurs une oxygénation supérieure au seuil de l'hypoxie, soit plus de 50 % de saturation. En fait, la saturation de l'oxygène dissous est supérieure à 91 % pour l'ensemble du lac, ce qui indique des concentrations amplement suffisantes au métabolisme des poissons et autres organismes aquatiques.

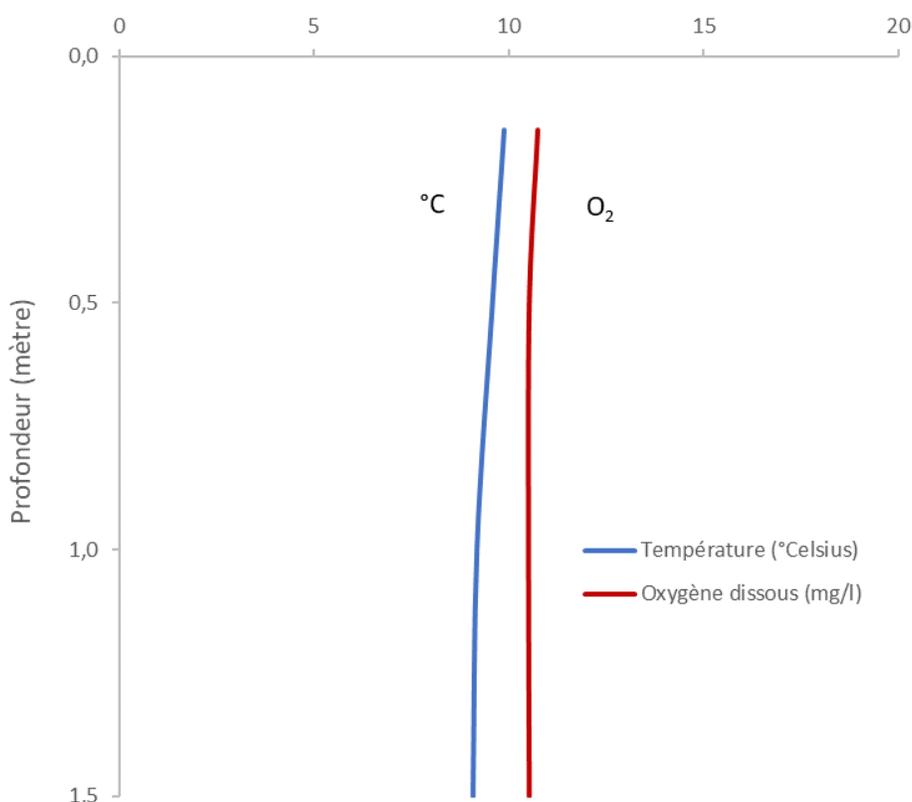


Figure 8. Profil physico-chimique du lac Ouellet, 16 septembre 2020.

La mesure moyenne de conductivité spécifique est de 65,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports élevés en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Ces apports peuvent participer à augmenter la productivité biologique du lac et possiblement sa dégradation. Le pH



moyen de 7,08 indique une eau neutre pouvant supporter une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont très similaires à celles enregistrées en 2010 et indiquent donc une stabilité du lac au point de vue des paramètres analysés (tableau 5). La conductivité moyenne du lac est légèrement plus élevée en 2020, ce qui pourrait traduire un apport de minéraux relativement constant lors des dix dernières années. Cependant, ces valeurs sont les plus élevées parmi les lacs suivis en 2020 et illustrent probablement un enrichissement des eaux du lac par son bassin versant proximal. Il serait intéressant de mesurer la conductivité des affluents du lac afin de cibler une potentielle source de contamination. Les chemins gravelés qui ceignent le lac sont également de possibles sources de minéraux. Finalement, les teneurs élevées en oxygène dissous peuvent être associées aux échanges gazeux avec l'atmosphère et à un brassage suffisant du lac, associé à sa faible profondeur. À elles seules, ces données ne démontrent pas un processus d'eutrophisation, mais les valeurs élevées de conductivité peuvent être considérées comme un signal de perturbation possible.

**Tableau 5. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Ouellet.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	Non stratifié	60	Fond	7,1
2020	Non stratifié	66	Fond	7,1



## Lac Bell

L'échantillonnage du lac Bell a été réalisé le 16 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel nuageux et un vent faible à modéré, causant de petites vagues à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 3,4 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau relativement faible, typique d'un milieu mésotrophe. Une forte productivité algale ou bien des concentrations élevées en carbone organique dissous peuvent être à l'origine de cette situation.

Les données de température recueillies ne présentent aucune stratification thermique du lac en raison de sa faible profondeur maximale, soit environ 5 mètres (figure 9). Toute la colonne d'eau présente d'ailleurs une oxygénation supérieure au seuil de l'hypoxie, soit plus de 50 % de saturation. En fait, la saturation de l'oxygène dissous est supérieure à 90 % pour l'ensemble du lac, ce qui indique des concentrations amplement suffisantes au métabolisme des poissons et autres organismes aquatiques.

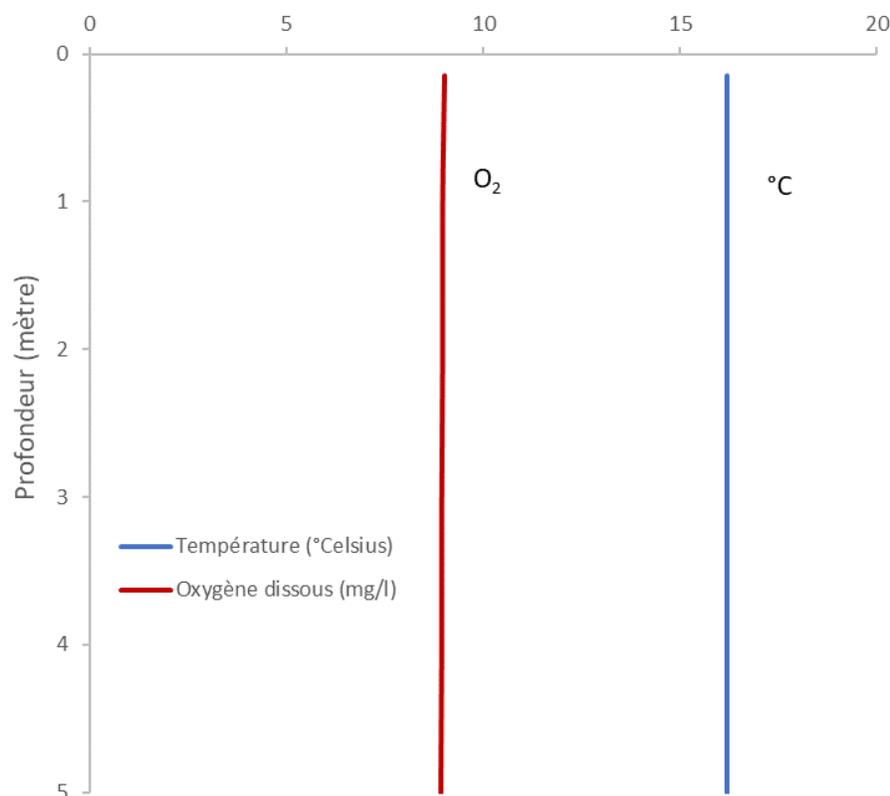


Figure 9. Profil physico-chimique du lac Bell, 16 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité spécifique est de 20,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente de faibles apports en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 6,95 indique une eau neutre pouvant supporter une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont relativement similaires à celles enregistrées en 2010 et indiquent donc une stabilité du lac au point de vue des paramètres analysés (tableau 6). La conductivité moyenne du lac est légèrement plus faible en 2020, ce qui traduit des apports légers en minéraux dans le lac lors des dix dernières années. Le bassin versant proximal du lac ne semble donc pas participer à la minéralisation de l'eau du lac Bell. La transparence de l'eau du lac est passée de plus de 4 mètres en 2010 (disque de Secchi visible jusqu'au fond) à 3,4 mètres en 2020. Cependant, cette mesure doit seulement être considérée à titre indicatif, car la transparence est un paramètre fortement influencé par les variations météorologiques et qui doit être mesuré à plusieurs reprises durant une même année afin d'obtenir un portrait complet. Il est cependant possible que cette baisse soit engendrée par une hausse de la productivité algale liée à des apports en nutriments provenant du bassin versant ou encore à des concentrations élevées en carbone organique dissous qui teintent davantage l'eau. Comme les dernières données de qualité de l'eau provenant du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* remontent à 2013, il est difficile de se prononcer sur le sujet. Finalement, les teneurs élevées en oxygène dissous peuvent être associées aux échanges gazeux avec l'atmosphère et à un brassage suffisant du lac, associé à sa faible profondeur. À elles seules, ces données ne démontrent pas clairement un processus d'eutrophisation.

**Tableau 6. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Bell.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	Non stratifié	26	Fond	7,1
2020	Non stratifié	20	3,4	7,0



## Lac Plaisant

L'échantillonnage du lac Plaisant a été réalisé le 16 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel nuageux et un vent faible, causant des rides à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 5,5 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau relativement élevée, typique d'un milieu oligo-mésotrophe. Une productivité algale relativement faible et des concentrations modérées en carbone organique dissous peuvent être à l'origine de cette situation.

Les données recueillies présentent une stratification thermique complète du lac (figure 10). Le profil d'oxygène dissous est de type clinograde, c'est-à-dire que les concentrations diminuent à partir du métalimnion, ce qui indique une consommation excessive d'oxygène dans les eaux profondes du lac. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du neuvième mètre et son intégralité est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. Ces concentrations en oxygène dissous représentent une limitation importante pour l'habitat du poisson, tel que le touladi, ainsi que d'autres organismes aquatiques qui vivent habituellement dans les eaux profondes du lac.

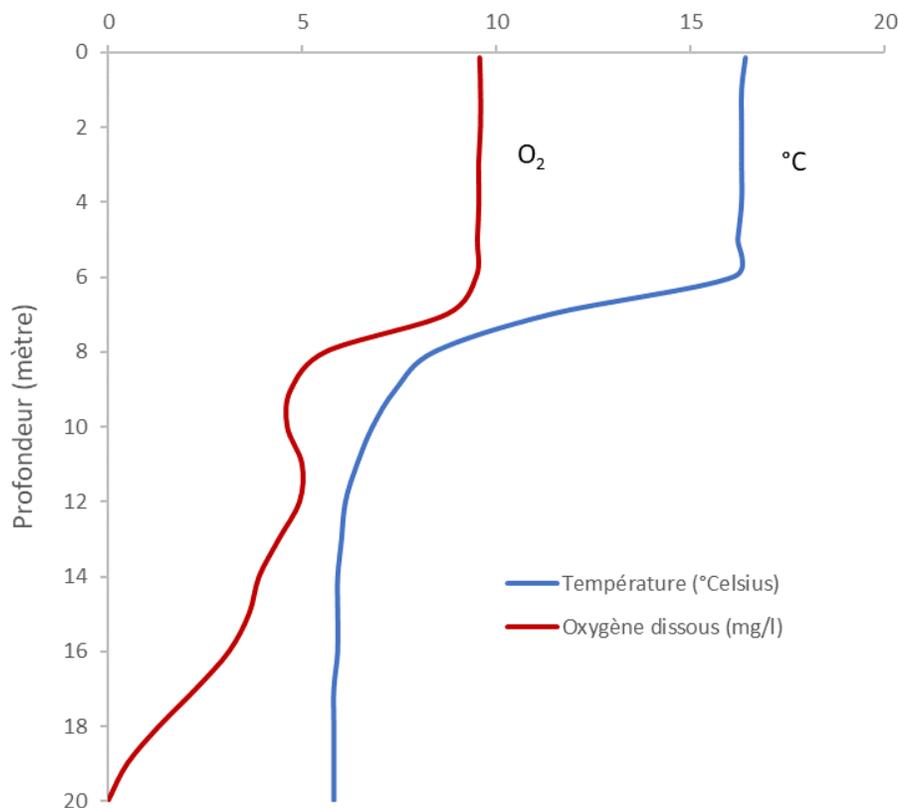


Figure 10. Profil physico-chimique du lac Plaisant, 16 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité spécifique est de 16,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente de faibles apports en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 5,95 indique une eau relativement acide pouvant limiter la présence d'une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont similaires à celles enregistrées en 2009 et indiquent donc une stabilité du lac au point de vue des paramètres analysés (tableau 7). Il faut cependant mentionner que les profils physico-chimiques ont été réalisés en août pour l'année 2009. La conductivité moyenne du lac est légèrement plus faible en 2020, ce qui traduit de faibles apports en minéraux à partir du bassin versant proximal lors des onze dernières années. Le pH est demeuré légèrement acide, ce qui indique que le lac reçoit probablement des eaux chargées d'acides humiques provenant des milieux humides avoisinants. Les données de transparence de l'eau sont très similaires, ce qui peut indiquer une stabilité dans la productivité algale. Il semble donc que l'eau du lac Plaisant ne soit pas trop enrichie en nutriments. Finalement, la zone hypoxique du lac est sensiblement la même qu'en 2009. Ces faibles teneurs en oxygène dans l'hypolimnion constituent un symptôme d'eutrophisation. Cependant, le profil d'oxygène dissous observé en 2020 est semblable à celui enregistré en 2009, ce qui ne traduit pas un phénomène d'eutrophisation accéléré.

**Tableau 7. Comparatif des profils physico-chimiques 2009-2020 du lac Plaisant.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2009	100	21	5,4*	5,4 à 6,7
2020	100	17	5,5	6,0

\*Il s'agit de la donnée observée le 21 septembre 2009 via le *Réseau de surveillance volontaire des lacs*.



## Lac Carolus

L'échantillonnage du lac Carolus a été réalisé le 17 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel ensoleillé et un vent faible à modéré, causant de petites vagues à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 6,5 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau élevée, typique d'un milieu oligotrophe. Une productivité algale et des concentrations en carbone organique dissous relativement faibles peuvent être à l'origine de cette situation.

Les données recueillies présentent une stratification thermique complète du lac (figure 11). Le profil d'oxygène dissous est de type clinograde, c'est-à-dire que les concentrations diminuent à partir du métalimnion, ce qui indique une consommation excessive d'oxygène dans les eaux profondes du lac. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du neuvième mètre et environ 63 % de son volume est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. Ces valeurs représentent une certaine limitation pour l'habitat du poisson et des autres organismes aquatiques qui vivent habituellement dans les eaux profondes du lac, quoique les concentrations en oxygène demeurent tolérables jusqu'au fond.

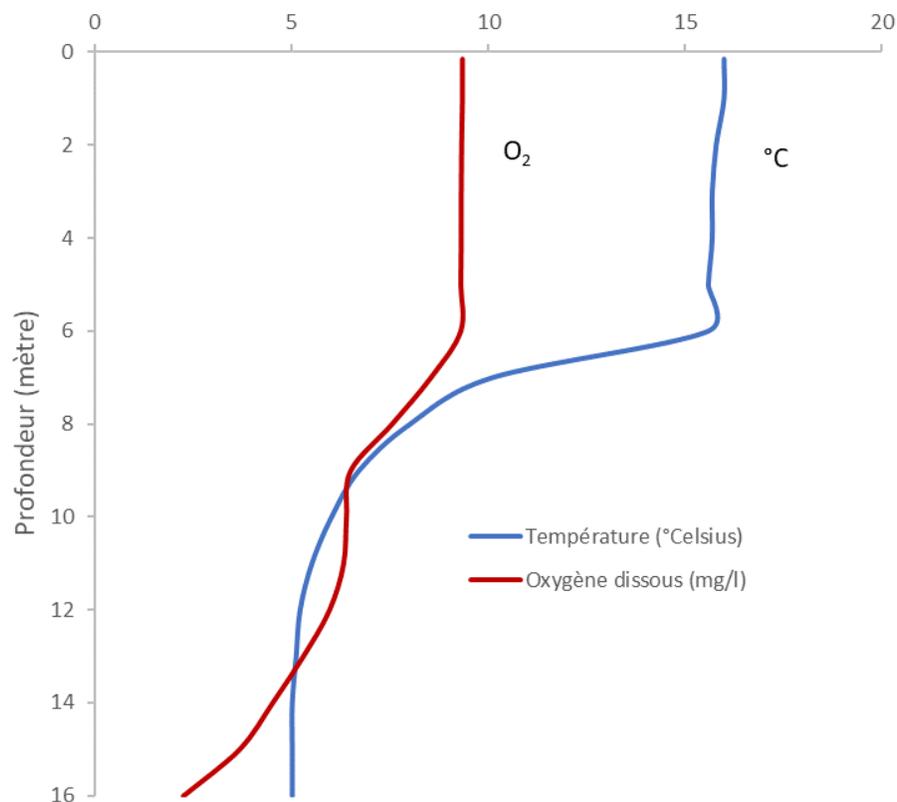


Figure 11. Profil physico-chimique du lac Carolus, 17 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité est de 16,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente de très faibles apports en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 6,18 indique une eau légèrement acide pouvant limiter quelque peu la présence d'une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont différentes de celles enregistrées en 2010 (tableau 8). Tout d'abord, la conductivité moyenne du lac est légèrement plus faible en 2020, ce qui traduit de faibles apports en minéraux à partir du bassin versant proximal lors des dix dernières années. Le pH de l'eau est cependant beaucoup moins acide en 2020, ce qui peut indiquer que le lac reçoit moins d'eaux chargées d'acides humiques provenant de milieux humides avoisinants. La transparence de l'eau s'est améliorée d'un mètre par rapport à la mesure de 2010. Cette grande clarté de l'eau indique une faible productivité algale et des concentrations en carbone organique dissous modérées. L'augmentation de la transparence et la hausse du pH tendent à confirmer une moins grande arrivée d'eaux acides et colorées dans le lac. Finalement, la zone hypoxique du lac est légèrement plus importante qu'en 2010. Ces faibles teneurs en oxygène dans l'hypolimnion constituent un symptôme d'eutrophisation qui s'est poursuivi lors des dix dernières années.

**Tableau 8. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Carolus.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	44	21	5,5	5,5
2020	63	16	6,5	6,2



## Lac Baribeau

L'échantillonnage du lac Baribeau a été réalisé le 17 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel ensoleillé et un vent faible à modéré, causant de petites vagues à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 4,4 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau moyennement élevée, typique d'un milieu oligo-mésotrophe. Une faible productivité algale et des concentrations en carbone organique dissous modérées peuvent être à l'origine de cette situation.

Les données de température recueillies présentent une stratification thermique complète du lac (figure 12). Le profil d'oxygène dissous est de type clinograde, c'est-à-dire que les concentrations diminuent à partir du métalimnion, ce qui indique une consommation excessive d'oxygène dans les eaux profondes du lac. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du huitième mètre et son intégralité est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. De plus, les deux derniers mètres de la colonne d'eau sont complètement anoxiques. Ces concentrations en oxygène dissous représentent une limitation importante pour l'habitat du poisson et des autres organismes aquatiques qui vivent habituellement dans les eaux profondes du lac.

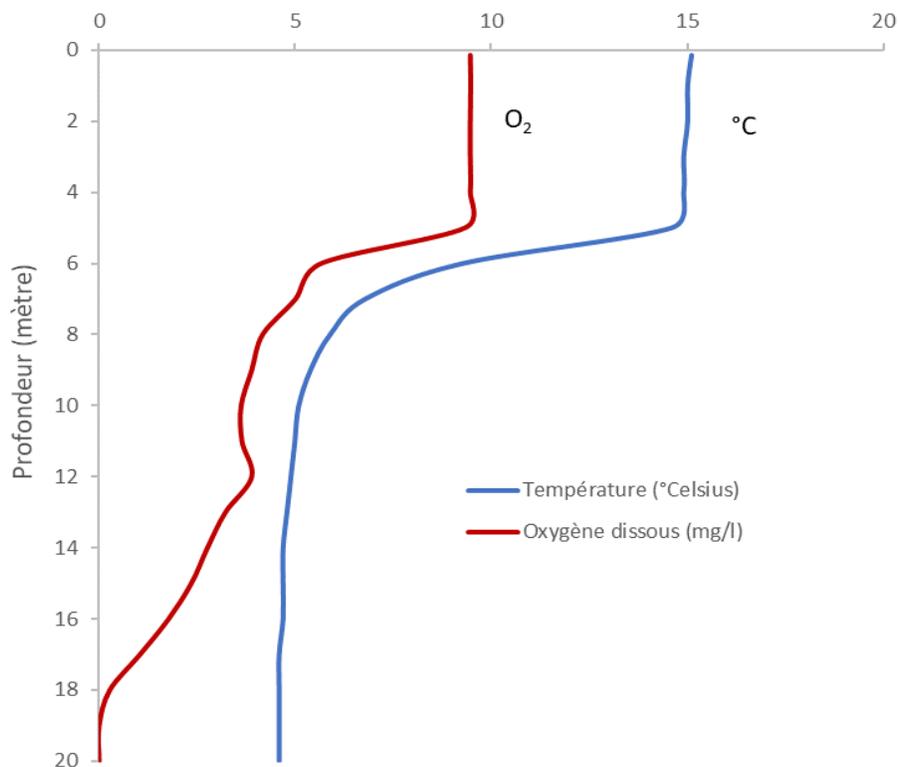


Figure 12. Profil physico-chimique du lac Baribeau, 17 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité est de 15,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente de très faibles apports en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 5,78 indique une eau relativement acide pouvant limiter la présence d'une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont similaires à celles enregistrées en 2010 (tableau 9). Tout d'abord, la conductivité moyenne du lac est presque identique et traduit de faibles apports en minéraux à partir du bassin versant proximal lors des dix dernières années. Le pH de l'eau est acide, quoique légèrement moins en 2020, ce qui peut indiquer que le lac reçoit moins d'eaux chargées d'acides humiques provenant de milieux humides avoisinants. Cependant, la géologie du lac est probablement un autre facteur influençant le pH du lac. La transparence de l'eau s'est quelque peu améliorée par rapport à la mesure de 2010. Cette clarté intermédiaire de l'eau indique une productivité algale et des concentrations en carbone organique dissous modérées. Il est possible que l'eau reçue par le lac via ses tributaires proviennent principalement de milieux humides et qu'elle soit acide et colorée, affectant à la fois le pH et la transparence. Finalement, la zone hypoxique du lac est plus importante qu'en 2010 et elle englobe complètement l'hypolimnion. Ces faibles teneurs en oxygène dans l'hypolimnion constituent un symptôme d'eutrophisation qui s'est poursuivi lors des dix dernières années.

**Tableau 9. Comparatif des profils physico-chimique 2010-2020 du lac Baribeau.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	77	17	3,8	5,5
2020	100	16	4,4	5,8



## Lac Philibert

L'échantillonnage du lac Philibert a été réalisé le 18 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel variable et un vent faible, causant des rides à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'au fond du lac, soit environ 3 mètres.

Les données de température recueillies ne présentent aucune stratification thermique du lac en raison de sa faible profondeur maximale (figure 13). Toute la colonne d'eau présente d'ailleurs une oxygénation supérieure au seuil de l'hypoxie, soit plus de 50 % de saturation. Cependant, les concentrations se situent entre 55 à 60 %, ce qui indique une grande utilisation de l'oxygène dissous, probablement associé à des quantités importantes de matière organique en décomposition.

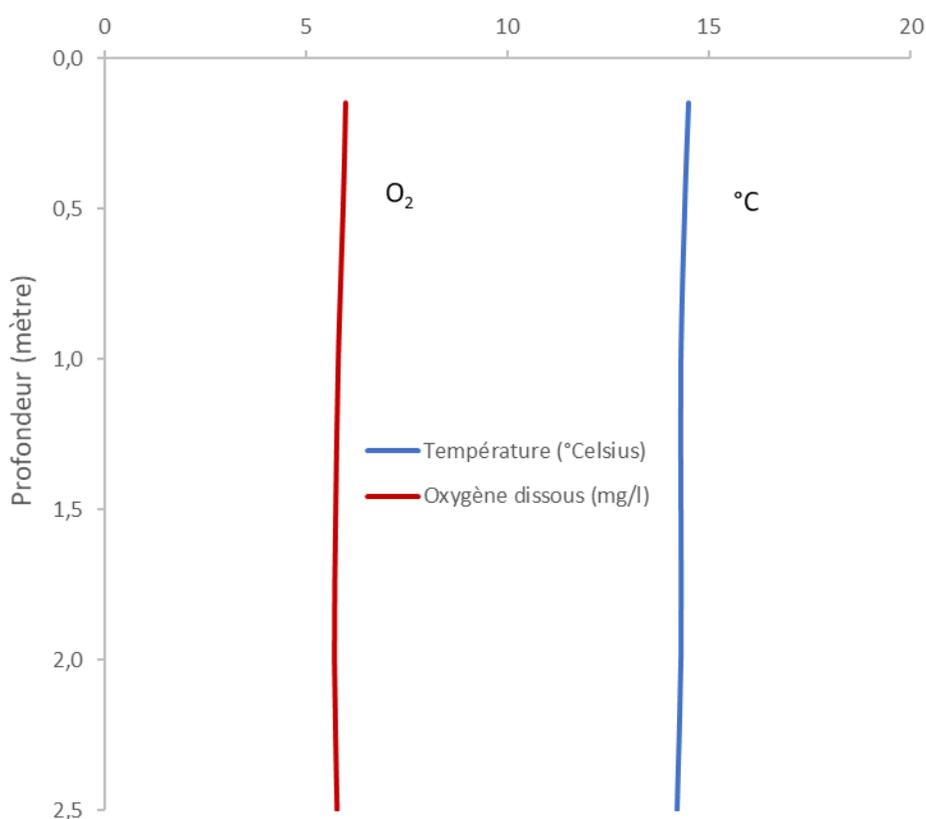


Figure 13. Profil physico-chimique du lac Philibert, 18 septembre 2020.

La mesure moyenne de conductivité est de 20,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente de faibles apports en minéraux provenant du bassin versant, par rapport aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 5,86 indique une eau relativement acide pouvant limiter la présence d'une faune aquatique diversifiée.



Les données recueillies sont relativement différentes de celles enregistrées en 2011 (tableau 10). Il faut cependant mentionner que les prélèvements ont été réalisés le 25 août lors de l'échantillonnage de 2011, soit près d'un mois plus tôt. Tout d'abord, la conductivité moyenne du lac est deux fois moins élevée que lors des suivis réalisés en 2011. Ces valeurs semblent indiquer une baisse des apports en minéraux provenant du bassin versant proximal ou bien un moins grand brassage des sédiments situés au fond du lac. Quoique similaires, les valeurs de pH enregistrées en 2020 indiquent une acidification de l'eau du lac, associée à une forte présence d'acide humique issue de la décomposition de la végétation. Les teneurs constantes en oxygène dissous dans toute la colonne d'eau peuvent être associées aux échanges gazeux avec l'atmosphère et à un brassage suffisant du lac, associé à sa faible profondeur. Cependant, leurs concentrations sont relativement faibles et indiquent probablement une forte activité de décomposition de matière organique.

Il semble donc que le lac Philibert soit en processus d'eutrophisation avancé et qu'il s'apparente davantage à un milieu humide, sauf en ce qui a trait à la partie entretenue par les propriétaires riverains. Cette eutrophisation semble toutefois être principalement liée à un processus naturel. Comme la profondeur maximale du lac est encore d'environ trois mètres, il ne peut être considéré officiellement comme un milieu humide pour l'instant, mais le processus de comblement est bien amorcé à plusieurs endroits et son statut devra être réévalué lors d'une prochaine campagne de caractérisation des lacs.

**Tableau 10. Comparatif des profils physico-chimiques 2011-2020 du lac Philibert.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2011	Non stratifié	44	N.d.*	6,3
2020	Non stratifié	21	Fond	5,9

\*La transparence n'a pas été mesurée lors des analyses réalisées en 2011.



## Petit lac Rose

L'échantillonnage du Petit lac Rose a été réalisé le 18 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel ensoleillé et un vent faible, causant des rides à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'au fond du lac, soit environ 1,5 mètre.

Les données de température recueillies ne présentent aucune stratification thermique du lac en raison de sa faible profondeur maximale (figure 14). Toute la colonne d'eau présente d'ailleurs une oxygénation supérieure au seuil de l'hypoxie, soit plus de 50 % de saturation. En fait, la saturation de l'oxygène dissous est supérieure à 89 % pour l'ensemble du lac, ce qui indique des concentrations amplement suffisantes au métabolisme des poissons et autres organismes aquatiques.

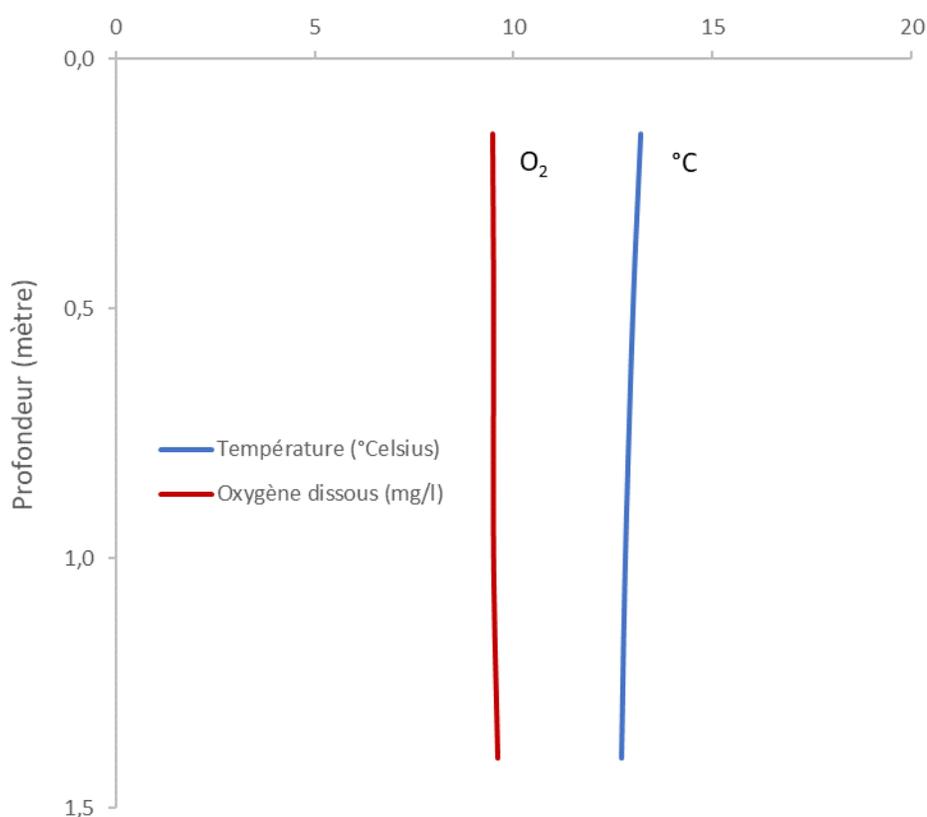


Figure 14. Profil physico-chimique du Petit lac Rose, 18 septembre 2020.

La mesure moyenne de conductivité est de 21,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente de faibles apports en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 6,63 indique une eau relativement neutre pouvant supporter une faune aquatique diversifiée.



Les données recueillies sont similaires à celles enregistrées en 2010, sauf en ce qui a trait à la conductivité (tableau 11). Il faut cependant mentionner que les prélèvements ont été réalisés dans le bassin situé en amont du chemin du Petit lac Rose en 2020 alors que les prélèvements avaient été réalisés dans le bassin aval en 2010. Ce nouveau design expérimental tente de tenir davantage compte du réseau hydrographique en comparant les données physico-chimiques des bassins amont (Petit lac Rose) et aval (lac Muise), sans considérer le bassin situé au milieu (station du Petit lac Rose de 2010).

La conductivité moyenne est passée de 32  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 2010 à 21  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 2020. Il est cependant possible que le changement de position de la station d'échantillonnage soit à l'origine de cette variation. Comme les prélèvements réalisés en 2020 ont été effectués en amont de la route gravelée, il est probable que cette diminution de conductivité résulte d'un apport moins important en minéraux provenant de la route. Les valeurs de pH sont quant à elles demeurées stables. Finalement, les teneurs constantes en oxygène dissous dans toute la colonne d'eau peuvent être associées aux échanges gazeux avec l'atmosphère et à un brassage suffisant du lac, associé à sa faible profondeur. À elles seules, ces données ne démontrent pas un processus d'eutrophisation.

**Tableau 11. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Petit lac Rose.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	Non stratifié	32	Fond	6,7
2020	Non stratifié	21	Fond	6,6



## Lac Muise

L'échantillonnage du lac Muise a été réalisé le 18 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel ensoleillé et un vent faible, causant des rides à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'au fond du lac, soit environ 1,5 mètre.

Les données de température recueillies ne présentent aucune stratification thermique du lac en raison de sa faible profondeur maximale (figure 15). Toute la colonne d'eau présente d'ailleurs une oxygénation supérieure au seuil de l'hypoxie, soit plus de 50 % de saturation. En fait, la saturation de l'oxygène dissous est supérieure à 85 % pour l'ensemble du lac, ce qui indique des concentrations amplement suffisantes au métabolisme des poissons et autres organismes aquatiques.

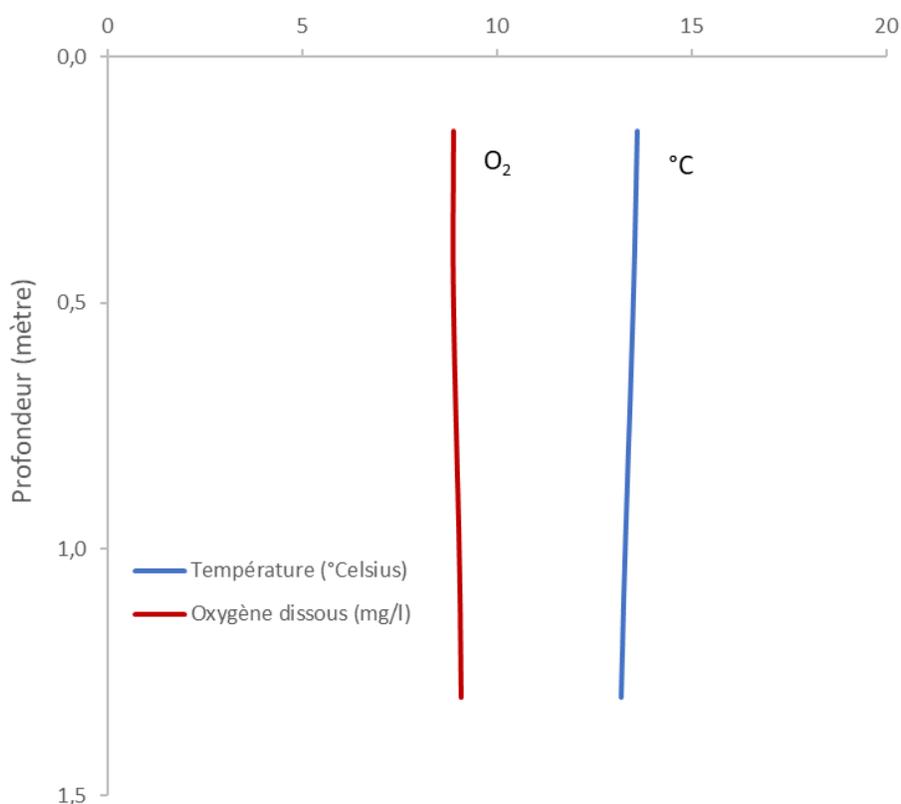


Figure 15. Profil physico-chimique du lac Muise, 18 septembre 2020.

La mesure moyenne de conductivité est de 29,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports intermédiaires en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 6,68 indique une eau relativement neutre pouvant supporter une faune aquatique diversifiée.



Les données recueillies sont similaires à celles enregistrées en 2010 (tableau 12). La conductivité moyenne est sensiblement la même qu'en 2010, ce qui traduit des apports similaires en minéraux provenant du bassin versant proximal lors des dix dernières années. Il s'agit cependant d'une augmentation de 8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  par rapport à la station du Petit lac Rose, situé en amont du même réseau de petits bassins. Il semble donc y avoir des apports supplémentaires en minéraux de l'amont vers l'aval, probablement dus à la présence d'une route gravelée (chemin du Petit lac Rose) qui enjambe deux bassins situés entre les stations. Le pH, légèrement plus acide en 2010, présente des valeurs davantage neutres en 2020, quoique la variation soit assez faible. Finalement, les teneurs constantes en oxygène dissous dans toute la colonne d'eau peuvent être associées aux échanges gazeux avec l'atmosphère et à un brassage suffisant du lac, associé à sa faible profondeur. À elles seules, ces données ne démontrent pas un processus d'eutrophisation.

**Tableau 12. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Muise.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	Non stratifié	31	Fond	6,5
2020	Non stratifié	29	Fond	6,7



## Lac Paterson

L'échantillonnage du lac Paterson a été réalisé le 18 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel variable et un vent faible à modéré, causant de petites vagues à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 3,7 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau intermédiaire, typique d'un milieu mésotrophe. Une forte productivité algale ou bien des concentrations élevées en carbone organique dissous peuvent être à l'origine de cette situation.

Les données de température recueillies présentent une stratification thermique complète du lac (figure 16). Le profil d'oxygène dissous est de type clinograde, c'est-à-dire que les concentrations diminuent à partir du métalimnion, ce qui indique une consommation excessive d'oxygène dans les eaux profondes du lac. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du neuvième mètre et environ 70 % de son volume est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. De plus, les deux derniers mètres de la colonne d'eau sont complètement anoxiques. Ces concentrations en oxygène dissous représentent une limitation importante pour l'habitat du poisson et des autres organismes aquatiques qui vivent habituellement dans les eaux profondes du lac.

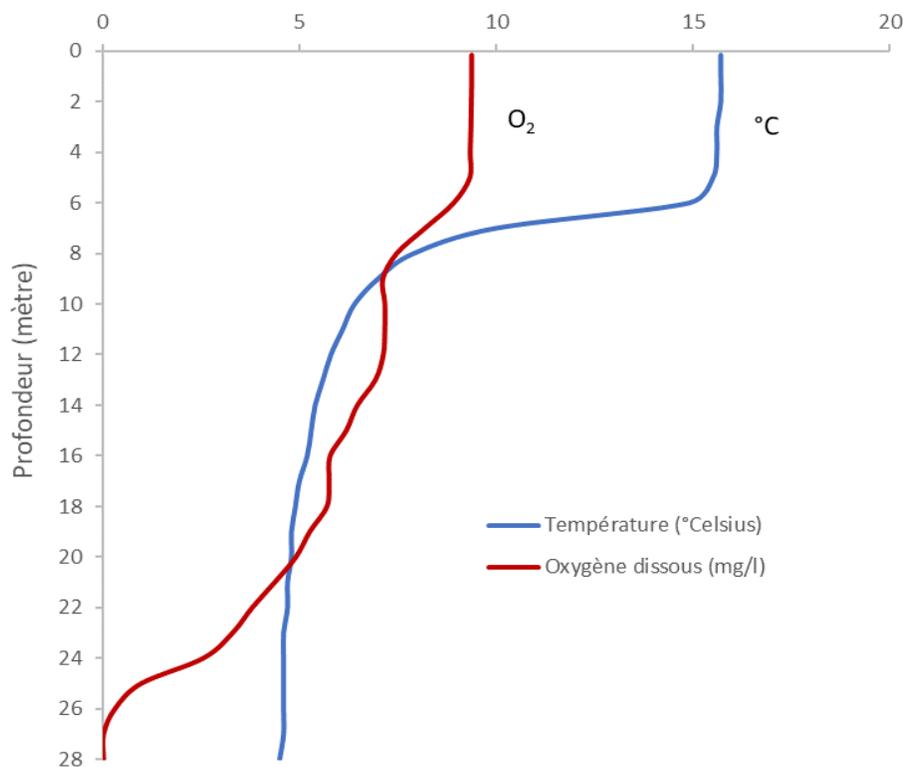


Figure 16. Profil physico-chimique du lac Paterson, 18 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité est de 25,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports relativement faibles en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Le pH moyen de 6,35 indique une eau très légèrement acide pouvant limiter minimalement la présence d'une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont différentes de celles enregistrées en 2010 (tableau 13). Tout d'abord, la conductivité moyenne a diminué de 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  entre 2010 et 2020. Il faut cependant noter que des valeurs très élevées avaient été observées de 28 à 30 mètres de profondeur en 2010, ce qui n'a pas été le cas en 2020. Sans ces valeurs élevées, les moyennes de conductivité observées lors des deux échantillonnages sont similaires. Le pH de l'eau est légèrement acide, quoiqu'il le soit moins en 2020, ce qui peut indiquer que le lac reçoit moins d'eaux chargées d'acides humiques provenant de milieux humides avoisinants. La transparence de l'eau du lac est passée de 4,3 mètres en 2010 à 3,7 mètres en 2020. Il est possible que cette baisse soit engendrée par une plus grande productivité algale, liée à des apports en nutriments provenant du bassin versant ou encore à des concentrations élevées en carbone organique dissous qui teintent davantage l'eau. Finalement, la zone hypoxique du lac a presque doublé depuis 2010. Ces faibles teneurs en oxygène dans l'hypolimnion constituent un symptôme d'eutrophisation qui s'est poursuivi lors des dix dernières années.

**Tableau 13. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du lac Paterson.**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	40	35	4,3	6,0
2020	70	25	3,7	6,4



## Grand lac Long (station A)

La station A du Grand lac Long a été visitée le 21 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel ensoleillé et un vent faible à modéré, causant des petites vagues à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 7,6 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau élevée, typique d'un milieu oligotrophe. Une faible productivité algale et des concentrations en carbone organique dissous modérées sont généralement à l'origine d'une telle situation.

Les données de température recueillies présentent une stratification thermique complète du lac (figure 17). Le profil d'oxygène dissous est de type hétérograde positif (annexe 3), c'est-à-dire que les concentrations les plus élevées en oxygène dissous se trouvent dans le métalimnion, ce qui indique une forte production d'oxygène dans cette zone, liée à la présence de phytoplancton qui effectue de la photosynthèse et à une baisse rapide de température de l'eau qui la rend plus soluble en oxygène. Cette situation est notamment rendue possible grâce à une transparence élevée de l'eau. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du dixième mètre et environ 28 % de son volume est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. Ces valeurs représentent une limitation pour l'habitat du poisson, tel que le touladi, ainsi que d'autres organismes vivant dans les eaux profondes, quoique les concentrations en oxygène demeurent tolérables jusqu'au fond du lac.

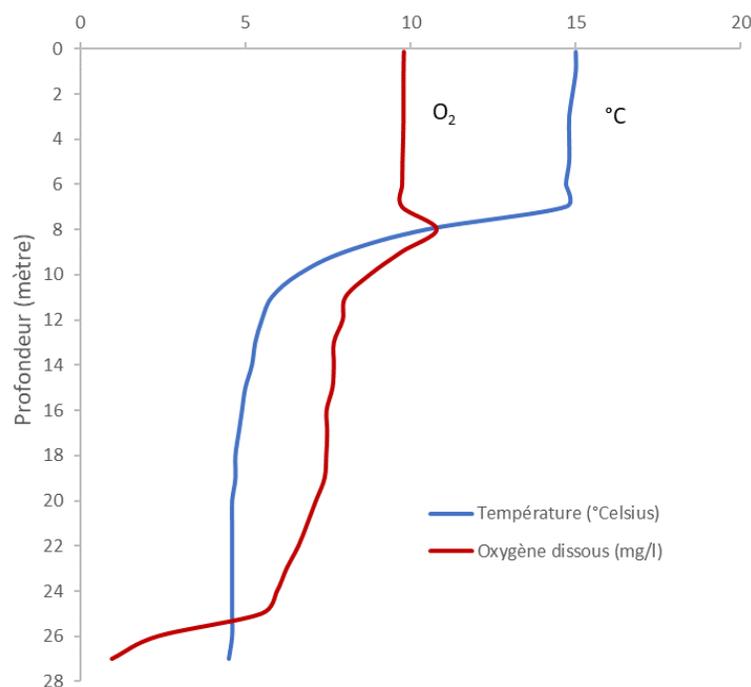


Figure 17. Profil physico-chimique du Grand lac Long, station A, 21 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité est de 41,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports relativement élevés en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Ces apports peuvent participer à augmenter la productivité biologique du lac et possiblement sa dégradation. Le pH moyen de 6,75 indique une eau neutre pouvant supporter une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont relativement similaires à celles enregistrées en 2010 (tableau 14). Tout d'abord, la conductivité a légèrement diminué entre 2010 et 2020, mais demeure élevée en comparaison avec les autres lacs suivis en 2020. Le pH de l'eau s'est maintenu à des valeurs neutres et demeure idéal pour supporter une faune diversifiée. La transparence de l'eau du lac est légèrement plus élevée en 2020 et correspond encore à un milieu oligotrophe aux eaux très claires. Il semble donc que le Grand lac Long ne soit pas trop enrichi en nutriments. Finalement, la zone hypoxique du lac est légèrement plus importante qu'en 2010. Ces faibles teneurs en oxygène dans l'hypolimnion constituent un symptôme d'eutrophisation qui est demeuré relativement constant lors des dix dernières années.

**Tableau 14. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Grand lac Long (station A).**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	20	48	7*	7,1
2020	28	42	7,6	6,8

\* Il s'agit de la donnée observée le 25 septembre 2010 via le RSVL.



## Grand lac Long (station B)

La station B du Grand lac Long a été visitée le 21 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel ensoleillé et un vent faible à modéré, causant des petites vagues à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 7,7 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau élevée, typique d'un milieu oligotrophe. Une faible productivité algale et des concentrations en carbone organique dissous modérées sont généralement à l'origine d'une telle situation.

Les données de température recueillies présentent une stratification thermique complète du lac (figure 18). Le profil d'oxygène dissous est de type hétérograde positif, c'est-à-dire que les concentrations les plus élevées en oxygène dissous se trouvent dans le métalimnion, ce qui indique une forte production d'oxygène dans cette zone, liée à la présence de phytoplancton qui effectue de la photosynthèse et à une baisse rapide de température de l'eau qui la rend plus soluble en oxygène. Cette situation est notamment rendue possible grâce à une transparence élevée de l'eau. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du dixième mètre et environ 45 % de son volume est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. Ces valeurs représentent une limitation pour l'habitat du poisson, tel que le touladi, ainsi que d'autres organismes vivant habituellement dans les eaux profondes, quoique les concentrations en oxygène demeurent tolérables jusqu'au fond du lac.

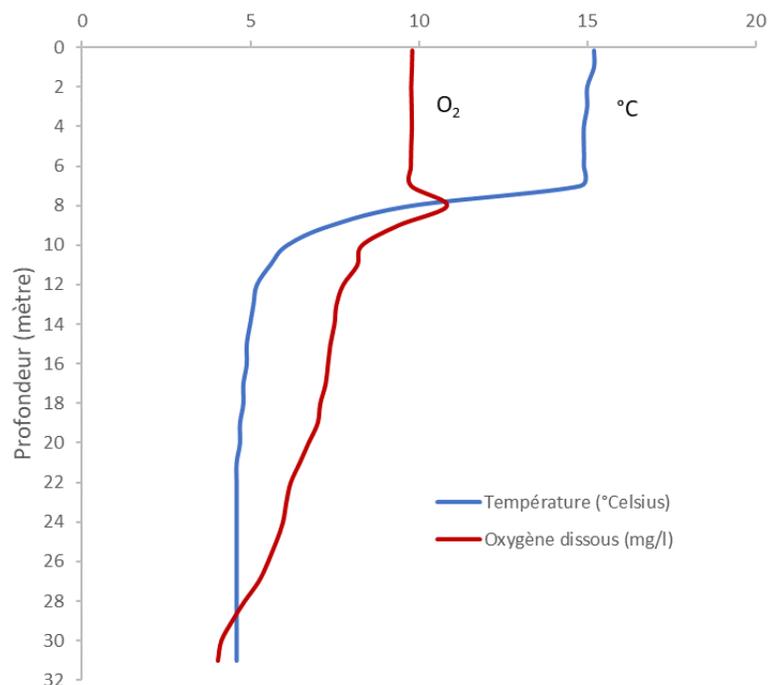


Figure 18. Profil physico-chimique du Grand lac Long, station B, 21 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité est de 41,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports relativement élevés en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Ces apports peuvent participer à augmenter la productivité biologique du lac et possiblement sa dégradation. Le pH moyen de 6,63 indique une eau neutre pouvant supporter une faune aquatique diversifiée.

Les données recueillies sont quelque peu différentes à celles enregistrées en 2010 pour certains paramètres (tableau 15). Tout d'abord, la conductivité est demeurée stable, mais elle est tout de même élevée en comparaison avec les autres lacs suivis en 2020. Le pH de l'eau s'est maintenu à des valeurs neutres et demeure idéal pour supporter une faune diversifiée. La transparence de l'eau du lac est plus élevée, passant de 6,3 mètres en 2010 à 7,7 mètres en 2020. Ces mesures doivent seulement être considérées à titre indicatif, car la transparence est un paramètre fortement influencé par les variations météorologiques et qui doit être mesuré à plusieurs reprises durant une même année afin d'obtenir un portrait complet. Malgré cette différence, ces deux mesures indiquent que l'eau du Grand lac Long est claire et faiblement enrichie en nutriments. Finalement, la zone hypoxique du lac est plus importante qu'en 2010 et représente maintenant près de la moitié de l'hypolimnion. Ces faibles teneurs en oxygène constituent un symptôme d'eutrophisation qui s'est poursuivi lors des dix dernières années.

**Tableau 15. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Grand lac Long (station B).**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	15	44	6,3*	6,7
2020	45	42	7,7	6,6

\* Il s'agit de la donnée observée le 15 septembre 2010 via le RSVL.



## Grand lac Long (station C)

La station C du Grand lac Long a été visitée le 21 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel ensoleillé et un vent faible, causant des rides à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 7,4 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau élevée, typique d'un milieu oligotrophe. Une faible productivité algale et des concentrations en carbone organique dissous modérées sont généralement à l'origine d'une telle situation.

Les données de température recueillies présentent une stratification thermique complète du lac (figure 19). Le profil d'oxygène dissous est légèrement de type hétérograde positif, c'est-à-dire que les concentrations les plus élevées en oxygène dissous se trouvent dans le métalimnion, ce qui indique une forte production d'oxygène dans cette zone, liée à la présence de phytoplancton qui effectue de la photosynthèse et à une baisse rapide de température de l'eau qui la rend plus soluble en oxygène. Cette situation est rendue notamment possible grâce à une transparence élevée de l'eau. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du dixième mètre et son intégralité est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. De plus, le profil indique que le lac est complètement anoxique (absence d'oxygène) à partir du quatorzième mètre. Ces concentrations en oxygènes dissous représentent une limitation importante pour l'habitat du poisson et des autres organismes aquatiques qui vivent habituellement dans les eaux profondes du lac.

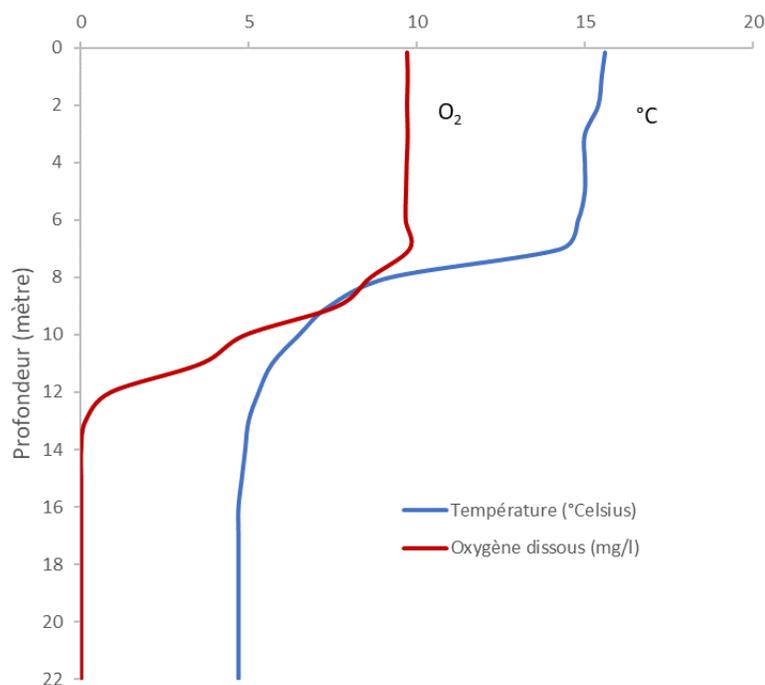


Figure 19. Profil physico-chimique du Grand lac Long, station C, 21 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité est de 61,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports élevés en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Ces apports peuvent participer à augmenter la productivité biologique du lac et possiblement sa dégradation. Le pH moyen de 6,75 indique une eau neutre pouvant supporter une faune aquatique diversifiée.

Les données obtenues sont similaires à celles enregistrées en 2010 (tableau 16). Tout d'abord, la conductivité est demeurée stable, quoique légèrement plus élevée en 2020. La station C présente une conductivité plus élevée de 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  par rapport aux autres stations du Grand lac Long, ce qui indique que ce secteur du lac est particulièrement vulnérable aux apports externes en minéraux. Il s'agit d'ailleurs de la deuxième valeur moyenne la plus élevée parmi les 17 stations suivies en 2020. Le pH de l'eau s'est maintenu à des valeurs neutres et demeure idéal pour supporter une faune diversifiée. La transparence de l'eau du lac est légèrement plus faible en 2020. Malgré cette différence, les deux mesures indiquent que l'eau du Grand lac Long est claire et faiblement enrichie en nutriments. Finalement, l'hypolimnion est complètement hypoxique, tout comme lors des prélèvements effectués en 2010. Les profondeurs de la zone anoxique sont également similaires pour les deux campagnes d'échantillonnage et incluent une grande proportion de l'hypolimnion, ce qui représente un frein important à la présence d'une biodiversité élevée dans le fond de ce secteur du lac. Ces faibles teneurs en oxygène constituent un symptôme d'eutrophisation qui s'est maintenu lors des dix dernières années. En comparaison avec les autres stations du Grand lac Long, la station C présente une zone hypoxique beaucoup plus développée, ce qui indique que ce secteur du lac est plus sensible au phénomène d'eutrophisation.

**Tableau 16. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Grand lac Long (station C).**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	100	56	7,9	6,6
2020	100	62	7,4	6,8

\* Il s'agit de la donnée observée le 25 septembre 2010 via le RSVL.



## Petit lac Long (station A)

La station A du Petit lac Long a été visitée le 21 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel ensoleillé et un vent faible, causant des rides à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 7,5 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau élevée, typique d'un milieu oligotrophe. Une faible productivité algale et des concentrations en carbone organique dissous modérées sont généralement à l'origine d'une telle situation.

Les données de température recueillies présentent une stratification thermique complète du lac (figure 20). Le profil d'oxygène dissous est de type hétérograde positif, c'est-à-dire que les concentrations les plus élevées en oxygène dissous se trouvent dans le métalimnion, ce qui indique une forte production d'oxygène dans cette zone, liée à la présence de phytoplancton qui effectue de la photosynthèse et à une baisse rapide de température de l'eau qui la rend plus soluble en oxygène. Cette situation est rendue possible grâce à une transparence élevée de l'eau. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du neuvième mètre et environ 61 % de son volume est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. De plus, le profil indique que le lac est complètement anoxique à partir du vingt-quatrième mètre. Ces concentrations en oxygènes dissous représentent une limitation importante pour l'habitat du poisson et des autres organismes aquatiques qui vivent habituellement dans les eaux profondes du lac.

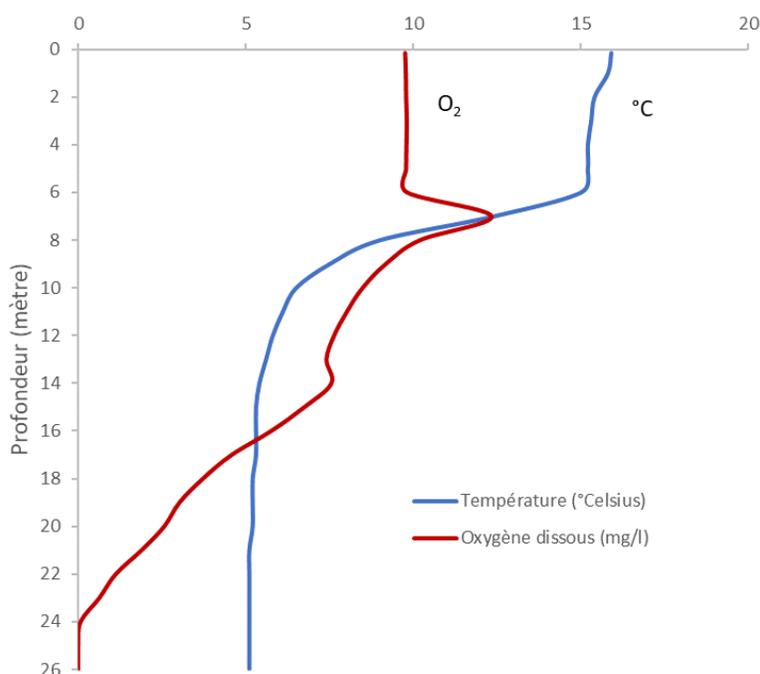


Figure 20. Profil physico-chimique du Petit lac Long, station A, 21 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité est de 39,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports relativement élevés en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Ces apports peuvent participer à augmenter la productivité biologique du lac et possiblement sa dégradation. Le pH moyen de 6,53 indique une eau très légèrement acide pouvant minimalement affecter la présence d'une faune aquatique diversifiée.

Les données sont relativement similaires à celles enregistrées en 2010 (tableau 17). Tout d'abord, la conductivité est demeurée stable, quoique légèrement plus élevée en 2020. Il s'agit de valeurs élevées en comparaison avec les autres lacs suivis en 2020. Le pH de l'eau est plus acide en 2020, ce qui pourrait indiquer que le lac reçoit davantage d'eaux chargées d'acides humiques provenant de milieux humides avoisinants. La transparence de l'eau du lac est légèrement plus élevée en 2020. Malgré cette différence, les deux mesures indiquent que l'eau du Petit lac Long est claire et faiblement enrichie en nutriments. Finalement, l'hypolimnion est partiellement hypoxique, tout comme lors des prélèvements effectués en 2010. Ces faibles teneurs en oxygène, très similaires dans leur proportion de l'hypolimnion, constituent un symptôme d'eutrophisation qui s'est maintenu lors des dix dernières années, sans cependant se dégrader.

**Tableau 17. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Petit lac Long (station A).**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	65	36	6,8*	7
2020	61	40	7,5	6,5

\* Il s'agit de la donnée observée le 17 septembre 2010 via le RSVL.



## Petit lac Long (station B)

La station B du Petit lac Long a été visitée le 21 septembre 2020. Les conditions environnementales perçues lors des mesures étaient un ciel ensoleillé et un vent faible, causant des rides à la surface du lac. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 7,3 mètres de profondeur, ce qui indique une transparence de l'eau élevée, typique d'un milieu oligotrophe. Une faible productivité algale et des concentrations en carbone organique dissous modérées sont généralement à l'origine d'une telle situation.

Les données de température recueillies présentent une stratification thermique du lac, quoique celle-ci ne soit pas totalement définie (figure 21). Le profil d'oxygène dissous est de type hétérograde positif, c'est-à-dire que les concentrations les plus élevées en oxygène dissous se trouvent dans le métalimnion, ce qui indique une forte production d'oxygène dans cette zone, liée à la présence de phytoplancton qui effectue de la photosynthèse et à une baisse rapide de température de l'eau qui la rend plus soluble en oxygène. Cette situation est notamment rendue possible grâce à une transparence élevée de l'eau. L'hypolimnion est considéré comme étant situé à partir du neuvième mètre et son intégralité est hypoxique, soit des teneurs en oxygène dissous inférieures à 50 % de saturation. Ces concentrations en oxygènes dissous représentent une limitation importante pour l'habitat du poisson et des autres organismes aquatiques.

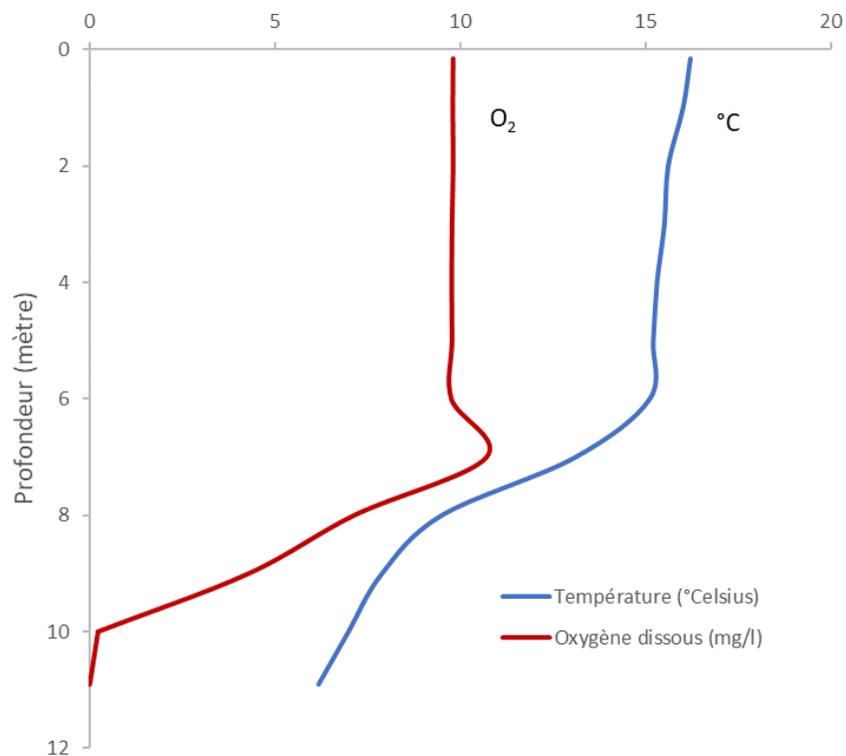


Figure 21. Profil physico-chimique du Petit lac Long, station B, 21 septembre 2020.



La mesure moyenne de conductivité est de 40,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui représente des apports relativement élevés en minéraux provenant du bassin versant, en comparaison aux données enregistrées sur le reste du territoire. Ces rapports peuvent participer à augmenter la productivité biologique du lac et possiblement sa dégradation. Le pH moyen de 6,84 indique une eau neutre pouvant supporter la présence d'une faune aquatique diversifiée.

Les données sont similaires à celles enregistrées en 2010 (tableau 18). Tout d'abord, la conductivité moyenne est demeurée stable. Il s'agit cependant de valeurs élevées en comparaison avec les autres lacs suivis en 2020. Le pH de l'eau est également demeuré très stable et ses valeurs neutres sont idéales pour supporter une faune diversifiée. La transparence de l'eau du lac est légèrement plus élevée en 2020. Malgré cette différence, les deux mesures indiquent que l'eau du Petit lac Long est claire et faiblement enrichie en nutriments. Finalement, l'hypolimnion est complètement hypoxique, tout comme lors des prélèvements effectués en 2010. Ces faibles teneurs en oxygène constituent un symptôme d'eutrophisation qui s'est maintenu lors des dix dernières années.

**Tableau 18. Comparatif des profils physico-chimiques 2010-2020 du Petit lac Long (station B).**

Années	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence	pH
2010	100	40	6,9*	6,8
2020	100	41	7,3	6,8

\* Il s'agit de la donnée observée le 17 septembre 2010 via le RSVL.



## 6. Priorisation des suivis

Les lacs ont été classés en quatre groupes distincts selon les valeurs des paramètres physico-chimiques enregistrés en 2020 et leur évolution depuis 2010 ainsi qu'en prenant compte de l'intensité des pressions humaines sur chacun des bassins versants des lacs (tableau 19 et carte 2). La hiérarchie de ce regroupement permet d'appliquer le bon niveau de suivi aux lacs analysés en 2020, mais elle demeure susceptible d'être modifiée suite à des événements, telles des floraisons de cyanobactéries, des mortalités massives de poissons ou encore une nouvelle source de contamination répertoriée (déversement, travaux non réglementaires, etc.).

### Priorité 1

Parmi les plans d'eau suivis lors de cette étude, le Petit lac Long, le Grand lac Long, le lac Plaisant ainsi que les lacs Garand et du Barrage devront être suivis de manière rapprochée afin de déceler des signes avant-coureurs d'une dégradation accélérée. Ces lacs présentent tous une partie de leur hypolimnion caractérisée par des zones importantes d'hypoxie ainsi qu'une pression humaine élevée, liée à la présence de nombreux chalets sur leurs rives. Le Petit lac Long, le Grand lac Long ainsi que les lacs Garand et du Barrage présentent également des valeurs relativement élevées de conductivité. Des analyses de phase 2 et 3 du programme de caractérisation de l'OBVRLY ont déjà été réalisées pour l'ensemble de ces lacs. Les efforts à déployer seront donc surtout de continuer à effectuer au minimum des suivis rapprochés selon le *Réseau de surveillance volontaire des lacs* ainsi que de mettre en application les recommandations émises dans les rapports (phases 2 et 3).

### Priorité 2

Trois lacs différents se retrouvent dans cette catégorie. Tout d'abord, le lac Paterson présente une zone hypoxique qui s'est agrandie en comparaison avec les données de 2010, alors que la transparence de l'eau a diminué durant la même période. Le Petit lac Rose possède une profondeur maximale de moins de deux mètres, ce qui le rapproche du statut d'étang et rend impossible la stratification thermique ainsi que la mesure de transparence. Cependant, les rives du lac sont bien développées et ceinturées par un chemin gravelé. Il serait donc intéressant d'effectuer minimalement un suivi de la qualité de l'eau selon le *Réseau de surveillance volontaire des lacs*. En ce qui a trait au lac Bell, des analyses de phase 2 et 3 ont déjà été réalisées. Étant donnée la présence d'une station touristique située sur ses rives, il est important d'effectuer un suivi selon le *Réseau de surveillance volontaire des lacs* et de mettre en application les



recommandations émises dans les rapports (phases 2 et 3), et ce, même si le lac ne présente pas de signe important d'eutrophisation.

### Priorité 3

Cette catégorie regroupe trois lacs sans stratification thermique, dont deux qui possèdent une profondeur maximale inférieure à deux mètres (Muisse et Ouellet). Dans ces deux cas, il faudrait minimalement réaliser une analyse de la superficie occupée par les plantes aquatiques, afin de déterminer s'il ne s'agit pas davantage d'étang. De plus, comme le lac Ouellet présente un signe sérieux de dégradation (conductivité élevée), il aurait fallu y réaliser un suivi de la qualité de l'eau (analyse physico-chimique et bactériologique) si le Domaine Ouellet avait continué d'y puiser son eau. Étant donné que l'aqueduc est maintenant en place et fonctionnel, il n'est cependant plus nécessaire de faire ces analyses. Quant au lac à la Perchaude, sa profondeur maximale de cinq mètres a permis une mesure de transparence. La faible valeur enregistrée indique possiblement une forte productivité algale et donc des charges élevées en matières nutritives. En général, le lac ne présente pas de symptômes importants d'eutrophisation, mais comme il s'agit d'un plan d'eau de taille importante supportant les activités d'une pourvoirie, il serait intéressant d'y réaliser une analyse de phase 2 afin d'obtenir un portrait plus complet de la santé du lac.

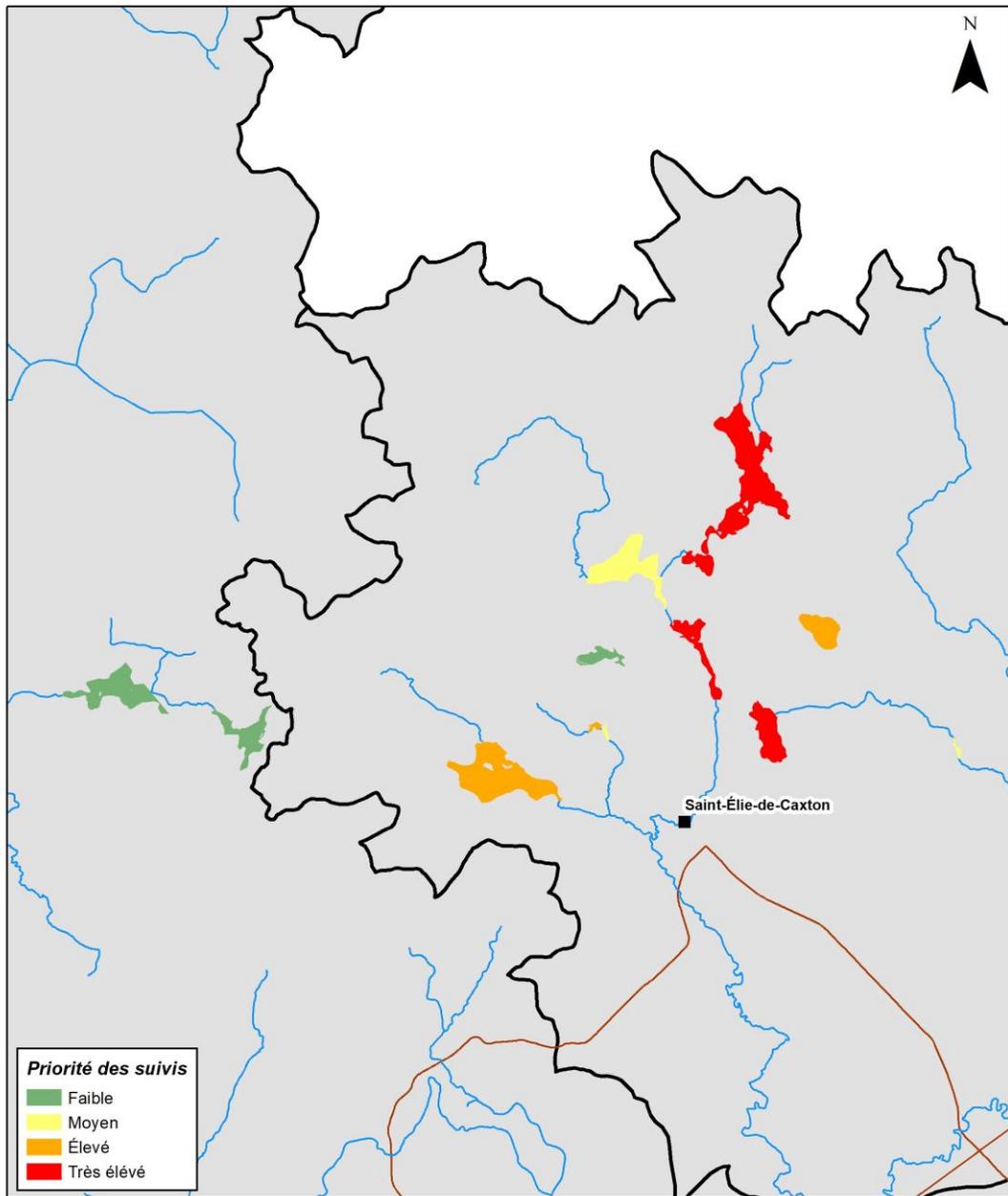
### Priorité 4

Ce groupe englobe les deux lacs du Domaine Carolus (Baribeau et Carolus) ainsi que le lac Philibert. Ce dernier est un lac en processus d'eutrophisation naturelle avancée. Bien qu'il ne puisse pas encore être considéré officiellement comme un milieu humide (profondeur maximale d'environ 2,5 mètres), le lac Philibert s'apparente de plus en plus à une tourbière en devenir, avec la présence de plusieurs espèces végétales associées à ce type de milieux. À noter qu'une petite partie du lac située en périphérie des résidences est entretenue par les riverains afin de pouvoir s'y baigner. Les deux lacs du Domaine Carolus ont présenté un signe d'eutrophisation, soit une augmentation de la zone hypoxique de l'hypolimnion. Cependant, ces lacs présentent également les valeurs de conductivité les plus faibles parmi les données obtenues en 2020 ainsi qu'une transparence de l'eau supérieure aux données de 2010. Somme toute, ces deux lacs sont en processus d'eutrophisation, mais les causes du phénomène semblent naturelles. Il serait toutefois intéressant de réaliser une analyse de phase 2 afin d'obtenir un portrait plus complet de la santé de ces lacs qui semblent sensibles à la dégradation.



Tableau 19 : Synthèse des profils physico-chimiques réalisés en 2020 et analyse de priorité de suivi.

Lac	Stratification thermique	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité moyenne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Transparence (m)	Pression humaine	Priorité
Philibert	non	0	20,6	N.d.	Faible	4
Carolus	oui	63	16,1	6,5	Faible	4
Baribeau	oui	100	15,6	4,4	Faible	4
Perchaude	non	0	25,6	3,3	Moyenne	3
Ouellet	non	0	65,5	N.d.	Moyenne	3
Muise	non	0	29,4	N.d.	Moyenne	3
Petit lac Rose	non	0	21,2	N.d.	Élevée	2
Bell	non	0	20,2	3,4	Élevée	2
Paterson	oui	70	25,1	3,7	Faible	2
Du Barrage	non	0	29,8	4	Élevée	1
Garand	oui	100	38,6	4,2	Moyenne	1
Plaisant	oui	100	16,6	5,5	Élevée	1
Grand lac Long (A)	oui	28	41,5	7,6	Élevée	1
Grand lac Long (B)	oui	45	41,8	7,7	Élevée	1
Grand lac Long (C)	oui	100	61,6	7,4	Élevée	1
Petit lac Long (A)	oui	61	39,7	7,5	Élevée	1
Petit lac Long (B)	oui	100	40,8	7,3	Élevée	1

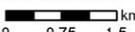


**Légende**

-  Cours d'eau
-  Routes principales
-  Bassins versants

**Système de référence:**

Datum: NAD 1983 (SCRS)  
Projection: MTM Zone 8

 km  
1:75 000

**Sources des données:**

Gouvernement du Québec (BQMA)

**Projet:**

Plan directeur de l'eau de la zone  
Loup-Yamachiche, mise à jour de 2020



Date de réalisation: 30 novembre 2020

Carte 2. Priorisation du suivi des lacs selon l'évolution de leurs symptômes d'eutrophisation et les pressions humaines qu'ils subissent.

# CONCLUSION

Ce rapport a pour but d'informer la Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton ainsi que la population sur l'évolution de certains symptômes d'eutrophisation des lacs suivis. Les résultats obtenus permettent de dresser un bilan de l'évolution de la qualité de l'eau des lacs, et ce, dix ans après les premières analyses physico-chimiques. Globalement, les résultats démontrent que les plans d'eau sont différents au point de vue de leurs conditions physico-chimiques et de leur évolution dans le temps. Somme toute, aucun lac n'a subi une dégradation excessive, bien que certains aient connu une légère accentuation de leurs symptômes d'eutrophisation, souvent associée à une expansion de la zone hypoxique des eaux profondes.

Il est important de souligner que les mesures effectuées dans cette étude, qui ont permis d'observer des signes d'eutrophisation pour certains lacs, ne permettent pas d'identifier les sources de perturbations, qu'elles soient d'origine naturelle ou humaine. C'est seulement lors de la détermination des causes des perturbations (phase 3) qu'il est possible de déterminer la nature des perturbations.

Alors que la première campagne d'analyses réalisées il y a dix ans visait principalement à cibler les lacs problématiques afin de prioriser la poursuite de l'évaluation des symptômes d'eutrophisation en phase 2, cette étude a permis d'effectuer un suivi temporel de certains paramètres physico-chimiques pour les lacs ayant déjà fait l'objet d'une analyse de phase 1. À noter que les lacs Longs (Petit et Grand), Garand, du Barrage, Plaisant et Bell ont tous subi des analyses de phases 2 et 3 depuis les premières études menées en 2010.

L'eutrophisation des plans d'eau est un processus qui n'est pas facilement réversible. Pour les lacs présentant un stade avancé de vieillissement, une meilleure gestion des eaux de l'ensemble de leur bassin versant doit être amorcée afin de diminuer les apports en nutriments et par conséquent préserver leur intégrité écologique. Soulignons que la santé des lacs est intimement liée à la santé des petits cours d'eau qui s'écoulent sur leur bassin versant. Somme toute, la sensibilisation et l'éducation demeurent des outils de premier plan pour continuer de veiller à la protection des milieux hydriques. En transmettant les connaissances acquises lors des différents suivis de lacs réalisés, il est possible de sensibiliser les usagers et les acteurs de l'eau à la protection de ces milieux d'une importance inestimable.

## Limites et perspectives

Rappelons que cette étude avait pour but de faire un suivi des symptômes d'eutrophisation identifiés dans la phase 1 du programme de caractérisation des lacs de l'OBVRLY. De ce fait, elle ne visait pas l'obtention d'un portrait complet de l'état trophique des lacs, ni l'identification exhaustive des causes de perturbations qui proviennent principalement de leur bassin versant.

Les données obtenues lors de cette étude ont été comparées avec celles enregistrées en 2010. Bien que les protocoles utilisés soient les mêmes, sauf quelques légères modifications visant les lacs peu profonds, la comparaison des données doit être considérée avec précaution. Tout d'abord, les sondes utilisées ne sont pas les mêmes. En 2010, c'est une sonde de type YSI Pro Plus qui avait été utilisée, alors qu'en 2020, c'est une sonde de type YSI ProSolo, combiné à une YSI Pro10 pour le pH, qui a été utilisée. Bien que les deux types de sondes fonctionnent bien et qu'elles soient calibrées efficacement, il est possible que des différences de mesures surviennent lors de l'analyse des paramètres sur le terrain<sup>1</sup>. Ce phénomène peut expliquer certains écarts avec les données d'oxygène dissous enregistrées en 2010 (Boissonneault, 2011), qui sont toutes sensiblement plus élevées que celles de 2020, et ce, autant dans les zones profondes que superficielles des lacs. Ceci explique, en partie, l'accroissement de la zone hypoxique des lacs, combiné avec des facteurs naturels d'eutrophisation.

Il faut également considérer les variations interannuelles des conditions météorologiques dans l'interprétation de ces données qui proviennent de deux années distinctes. Ainsi, de fortes précipitations ou à l'inverse, une période de sécheresse avant la campagne d'échantillonnage, ont des effets indirects sur les paramètres qui ont été analysés. Par exemple, de fortes précipitations causent davantage de ruissellement de surface et ainsi des apports sédimentaires plus importants pour les lacs. Ces sédiments peuvent ensuite augmenter la minéralisation de l'eau et ainsi affecter à la hausse la conductivité. Les apports sédimentaires entraînent généralement des éléments nutritifs, tels que le phosphore, qui profitent aux algues et limitent par le fait même la transparence de l'eau.

---

<sup>1</sup> La sonde ProSolo possède une technologie optique, alors que la sonde Pro Plus fonctionne avec une technologie électrochimique qui requiert une consommation d'oxygène, ce qui peut créer des disparités dans des milieux près de l'anoxie. Plusieurs autres facteurs peuvent également induire des lectures légèrement différentes, soit la calibration, l'entretien et le temps de stabilisation des appareils (communications personnelles, Hoskin Scientifique et AGIRO).

Finalement, les mesures de transparence effectuées une seule fois en septembre doivent uniquement servir à être comparées entre elles et non à des moyennes annuelles. En effet, les conditions observées en automne (plus faible période ensoleillée et forte concentration du zooplancton) provoquent généralement de faibles concentrations de phytoplancton (algues), ce qui engendre une transparence de l'eau plus élevée en comparaison avec d'autres périodes de la saison estivale (Sommer *et al.*, 1986).

# RECOMMANDATIONS

Cette étude confirme que les lacs suivis ne se sont pas dégradés de manière trop importante lors des dix dernières années, quoique pour certains lacs les symptômes d'eutrophisation se soient accentués. Les recommandations suivantes, combinées à l'analyse réalisée dans la section sur la priorisation des suivis, permettent de poursuivre les actions d'acquisition de connaissance et de protection des plans d'eau qui viendront assurer le maintien de l'intégrité des lacs. La priorisation du suivi de certains lacs est principalement basée sur l'analyse des symptômes d'eutrophisation étudiés ainsi que sur les pressions humaines subies par les lacs. Toutefois, chacun d'entre eux mériterait d'être suivi et protégé à sa juste valeur écologique et patrimoniale.

## **1. Continuer le suivi de la qualité de l'eau via le Réseau de surveillance volontaire des lacs pour les plans d'eau suivants :**

1. Grand lac Long
2. Petit lac Long
3. Bell
4. Plaisant

Ces lacs présentent tous des symptômes d'eutrophisation et subissent des pressions humaines élevées, en plus d'être utilisées abondamment pour des activités nautiques. Cette situation fait en sorte que le suivi de la qualité de l'eau de ces lacs (fréquent et récurrent) est une exigence minimale afin de déceler une dégradation écologique qui pourrait toucher de nombreux utilisateurs.

## **2. Inscrire les lacs Garand et du Barrage au Réseau de surveillance volontaire des lacs et s'assurer des suivis.**

Malgré un important développement résidentiel dans le secteur du lac du Barrage et l'observation de certains signes d'eutrophisation, ces deux lacs interreliés ne sont pas inscrits au Réseau de surveillance volontaire des lacs. Seules les données obtenues en 2012 lors des analyses de phase 2 réalisées par l'OBVRLY sont disponibles à ce sujet.

### 3. Effectuer les correctifs permettant de répondre aux problématiques ciblées dans les analyses de phase 3 des lacs suivants :

1. Grand lac Long
2. Petit lac Long
3. Du Barrage
4. Garand
5. Bell
6. Plaisant

La réalisation de travaux simples, mais efficaces, aux endroits les plus problématiques pour les lacs, aura pour conséquence de freiner les apports sédimentaires qui jouent un important rôle dans l'eutrophisation des plans d'eau ciblés. La localisation de ces problématiques a déjà été effectuée et elle est détaillée dans chacun des rapports de phase 3.

### 4. Inscrire au Réseau de surveillance volontaire des lacs les plans d'eau suivants :

1. Paterson
2. Petit lac Rose

Une meilleure connaissance de la qualité de l'eau de ces deux lacs serait importante, et ce, pour des raisons différentes. Tout d'abord, le lac Paterson est parmi les plus vastes plans d'eau de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton et par le fait même un important réservoir. L'évolution des paramètres physico-chimiques de l'eau semble démontrer un processus d'eutrophisation parmi les plus accentués selon la présente étude. De son côté, le Petit lac Rose est un petit plan d'eau (possiblement classifiable comme un « étang ») qui subit de fortes pressions humaines, car son pourtour est développé et ceinturé d'une route gravellée. Comme sa profondeur est très faible, les données provenant du profil physico-chimique fournissent une information limitée.

### 5. Déterminer le statut des plans d'eau suivants :

1. Petit lac Rose
2. Muise
3. Ouellet

La profondeur maximale de ces lacs de faible taille semble être inférieure à deux mètres. En analysant le pourcentage de couverture par les plantes aquatiques, il serait possible de déterminer si ces lacs sont en fait des étangs (Bazoge *et al.*, 2014) et s'ils devraient être davantage considérés comme des milieux humides.

## 6. Effectuer le suivi des bandes riveraines des lacs habités

Les sorties sur le terrain effectuées lors de cette étude ont permis de constater que certaines bandes riveraines des lacs ne sont pas toutes en respect de la réglementation. Il faudrait donc effectuer un suivi de l'application du *Règlement 2017-003 relatif à la protection des rives et des cours d'eau*.

## 7. Rééditer l'analyse des lacs suivis en phase 1 en 2011 et 2012

Afin de compléter le portrait de l'état de santé des lacs situés à Saint-Élie-de-Caxton, il faudrait minimalement rééditer les analyses de phases 1 réalisées en 2011 et 2012 (mêmes analyses proposées que lors de cette étude) pour les 16 lacs suivants :

1. Fer à Cheval
2. Grenier
3. Hyacinthe (à la Mousse)
4. Manivelle
5. Raquette
6. Deuxième lac Raquette
7. à la Roche
8. à l'Île
9. à la Truite
10. de la Campe
11. des Chutes
12. du Bouleau
13. Premier lac du Cordon
14. Deuxième lac du Cordon
15. Troisième lac du Cordon
16. Madone

# RÉFÉRENCES

- APEL. (2019). *Diagnose des Trois Petits Lacs - 2017*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 59 p. et annexes.
- Bazoge, A., Lachance, D. et Villeneuve, C. (2014). *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation et Direction des politiques de l'eau, 64 pages et 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 et Saint-Paulin*. Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 27p.
- CRE Laurentides. (2009). *La conductivité*. Conseil régional de l'environnement des Laurentides, Fiche technique, 3 p.
- Dupont, J. (2004). *La problématique des lacs acides au Québec*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 18 p.
- MELCC. (2016). *Protocole de mesure de la transparence de l'eau, 3e édition*. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides), ISBN 978-2-550-75374-2 (PDF), 9 p.
- MELCC. (2020a). *Critères de qualité de l'eau de surface - pH*. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), [en ligne]. [http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S0381#:~:text=Si%20le%20pouvoir%20tampon%20de,%2C0%20et%209%2C0.&text=Dans%20le%20candre%20de%20son,disponible%20sur%20son%20site%20Web](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0381#:~:text=Si%20le%20pouvoir%20tampon%20de,%2C0%20et%209%2C0.&text=Dans%20le%20candre%20de%20son,disponible%20sur%20son%20site%20Web).
- MELCC. (2020b). *Le réseau de surveillance volontaire des lacs - les méthodes*. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), [en ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm>.
- Painchaud, J. (1997). *La qualité de l'eau des rivières du Québec : état et tendances*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, 58 p.
- Sommer, U., Maciej Gliwicz, Z., Lampert, W. et Duncan, A. (1986). *The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters*. Archiv für Hydrobiologie, 106: 4, 433-471.

# ANNEXES

## Annexe 1 : Données brutes des profils physico-chimiques

### Données brutes du profil physico-chimique du lac à la Perchaude

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	16,3	89,0	8,73	25,6	6,04
1	16,2	88,9	8,73	25,7	6,08
2	16,1	88,7	8,75	25,7	6,30
3	16,0	88,7	8,76	25,5	6,43
4	15,9	88,3	8,73	25,6	6,61
5	15,6	86,2	8,57	25,4	6,54
Moyenne	16,0	88,3	8,71	25,6	6,33

### Données brutes du profil physico-chimique du lac du Barrage

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	15,5	92,1	9,18	29,5	6,81
1	15,5	91,9	9,17	29,6	6,80
2	15,0	92,3	9,31	29,9	6,75
3	14,7	89,8	9,10	30,0	6,65
4	14,7	89,1	9,05	29,9	6,66
5	14,6	88,9	9,04	29,9	6,70
6	14,6	88,3	8,99	30,0	6,73
Moyenne	14,9	90,3	9,12	29,8	6,73

Données brutes du profil physico-chimique du lac Garand

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	16,2	93,1	9,14	30,7	6,87
1	16,1	92,0	9,06	30,8	6,87
2	15,8	90,7	9,00	30,9	6,85
3	15,7	89,9	8,93	30,9	6,84
4	15,5	87,5	8,73	31,1	6,80
5	14,8	76,7	7,76	35,0	6,59
6	12,0	1,8	0,19	45,5	6,17
7	9,8	0,0	0,00	50,7	6,21
8	8,6	0,0	0,00	62,0	6,43
Moyenne	13,8	59,1	5,87	38,6	6,63

Données brutes du profil physico-chimique du lac Ouellet

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	9,9	95,0	10,74	65,6	7,33
0,5	9,6	92,6	10,54	65,8	7,10
1,0	9,2	91,5	10,52	65,5	6,97
1,5	9,1	91,4	10,54	64,9	6,93
Moyenne	9,5	92,6	10,59	65,5	7,08

Données brutes du profil physico-chimiques du lac Bell

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	16,2	91,7	9,01	20,1	6,99
1	16,2	91,3	8,97	20,1	6,98
2	16,2	91,2	8,97	20,2	6,97
3	16,2	91,0	8,95	20,2	6,94
4	16,2	91,0	8,95	20,2	6,93
5	16,2	90,8	8,93	20,2	6,91
Moyenne	16,2	91,2	8,96	20,2	6,95

Données brutes du profil physico-chimique du lac Muise

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	13,6	85,5	8,88	29,5	6,66
0,5	13,5	85,3	8,88	29,4	6,67
1,0	13,3	86,2	9,02	29,4	6,69
1,3	13,2	86,6	9,07	29,3	6,69
Moyenne	13,4	85,9	8,96	29,4	6,68

Données brutes du profil physico-chimique du lac Plaisant

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	16,4	97,5	9,56	15,0	7,03
1	16,3	97,5	9,58	14,9	6,96
2	16,3	97,3	9,58	14,9	6,89
3	16,3	97,1	9,53	15,0	6,88
4	16,3	97,0	9,54	14,9	6,87
5	16,2	96,7	9,50	15,0	6,85
6	16,1	96,2	9,47	15,0	6,81
7	11,4	79,6	8,72	16,2	5,58
8	8,4	48,0	5,61	16,6	5,41
9	7,4	39,2	4,71	16,8	5,65
10	6,8	37,8	4,61	17,0	5,52
11	6,4	40,4	4,99	16,7	5,34
12	6,1	39,7	4,93	16,8	5,31
13	6,0	35,4	4,40	17,0	5,30
14	5,9	31,2	3,89	17,2	5,31
15	5,9	29,1	3,63	17,4	5,39
16	5,9	25,0	3,12	17,5	5,44
17	5,8	18,2	2,27	17,9	5,50
18	5,8	10,5	1,32	18,5	5,57
19	5,8	4,0	0,50	18,8	5,61
20	5,8	0,0	0,00	19,3	5,64
Moyenne	9,9	53,2	5,69	16,6	5,95

Données brutes du profil physico-chimique du lac Carolus

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	16,0	94,6	9,34	15,1	6,71
1	16,0	94,5	9,34	15,1	6,78
2	15,8	94,1	9,32	15,2	6,79
3	15,7	93,8	9,31	15,2	6,80
4	15,7	93,7	9,31	15,2	6,81
5	15,6	93,5	9,30	15,2	6,80
6	15,6	93,4	9,30	15,2	6,81
7	10,1	75,8	8,54	16,1	6,12
8	8,0	63,8	7,55	15,9	5,97
9	6,7	53,1	6,50	16,1	5,83
10	6,0	51,3	6,39	16,2	5,64
11	5,5	50,1	6,32	15,9	5,57
12	5,2	47,0	5,96	16,2	5,57
13	5,1	41,5	5,29	16,4	5,60
14	5,0	35,4	4,51	17,2	5,68
15	5,0	28,8	3,67	17,9	5,75
16	5,0	17,5	2,24	19,2	5,82
Moyenne	10,1	66,0	7,19	16,1	6,18

Données brutes du profil physico-chimique du lac Baribeau

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	15,1	94,0	9,46	14,3	6,57
1	15,0	93,9	9,47	14,2	6,49
2	15,0	93,7	9,46	14,3	6,49
3	14,9	93,6	9,46	14,3	6,53
4	14,9	93,5	9,46	14,3	6,55
5	14,6	91,7	9,33	14,4	6,44
6	9,3	49,4	5,67	15,3	5,57
7	6,8	41,1	5,01	15,0	5,45
8	5,9	33,4	4,17	15,3	5,44
9	5,4	30,8	3,89	15,6	5,46
10	5,1	28,4	3,62	15,8	5,46
11	5,0	28,5	3,64	15,9	5,43
12	4,9	30,0	3,89	15,6	5,44
13	4,8	25,1	3,22	16,0	5,42
14	4,7	21,5	2,76	16,1	5,47
15	4,7	18,3	2,35	16,2	5,45
16	4,7	13,8	1,77	16,2	5,48
17	4,6	8,1	1,04	16,2	5,49
18	4,6	2,1	0,27	15,9	5,40
19	4,6	0,0	0,00	15,1	5,41
20	4,6	0,0	0,00	22,2	6,00
Moyenne	8,1	42,4	4,66	15,6	5,78

Données brutes du profil physico-chimique du lac Philibert

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	14,5	58,7	5,98	20,6	6,21
0,5	14,4	57,9	5,92	20,4	5,95
1,0	14,3	56,8	5,81	20,6	5,77
1,5	14,3	56,2	5,75	20,7	5,71
2,0	14,3	55,8	5,72	20,7	5,73
2,5	14,2	56,3	5,78	20,7	5,78
Moyenne	14,3	57,0	5,83	20,6	5,86

Données brutes du profil physico-chimique du Petit lac Rose

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	13,2	90,4	9,48	21,2	6,63
0,5	13,0	90,2	9,50	21,1	6,66
1,0	12,8	89,8	9,50	21,2	6,63
1,4	12,7	90,4	9,59	21,2	6,59
Moyenne	12,9	90,2	9,52	21,2	6,63

Données brutes du profil physico-chimique du lac Paterson

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	15,7	94,3	9,36	24,4	7,03
1	15,7	94,2	9,36	24,7	7,06
2	15,7	94,0	9,35	24,6	7,07
3	15,6	93,9	9,34	24,6	7,07
4	15,6	93,5	9,32	24,7	7,07
5	15,5	93,4	9,31	24,7	7,06
6	14,9	88,0	8,90	24,6	6,88
7	10,0	72,4	8,17	23,6	6,37
8	7,9	62,8	7,45	23,5	6,12
9	7,0	58,5	7,10	23,3	6,11
10	6,4	58,0	7,15	23,3	6,02
11	6,1	57,6	7,15	23,4	6,03
12	5,8	56,8	7,11	23,4	6,06
13	5,6	55,0	6,91	23,4	6,04
14	5,4	51,0	6,45	23,8	6,07
15	5,3	48,7	6,17	23,8	6,02
16	5,2	45,3	5,76	24,2	6,09
17	5,0	44,9	5,73	24,3	6,10
18	4,9	44,4	5,68	24,2	6,04
19	4,8	40,9	5,24	24,5	6,04
20	4,8	38,1	4,89	24,6	6,05
21	4,7	33,8	4,35	25,2	6,05
22	4,7	29,3	3,78	25,9	6,06
23	4,6	25,5	3,28	26,0	6,06
24	4,6	19,7	2,54	27,0	6,06
25	4,6	7,5	0,96	28,0	6,07
26	4,6	2,3	0,29	28,8	6,08
27	4,6	0,0	0,00	29,6	6,07
28	4,5	0,0	0,00	31,7	7,39
Moyenne	7,9	51,9	5,90	25,1	6,35

Données brutes du profil physico-chimique du Grand lac Long, station A (GLL-A)

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	15,0	97,1	9,80	39,1	8,02
1	15,0	97,1	9,79	39,2	7,91
2	14,9	96,9	9,79	39,2	7,77
3	14,8	96,7	9,79	39,4	7,59
4	14,8	96,5	9,78	39,4	7,50
5	14,8	96,3	9,76	39,4	7,46
6	14,7	96,1	9,75	39,5	7,41
7	14,7	96,0	9,74	39,5	7,40
8	10,5	96,5	10,79	40,3	7,20
9	8,0	82,2	9,73	40,2	6,53
10	6,6	71,5	8,77	40,1	6,46
11	5,8	64,2	8,03	40,1	6,40
12	5,5	63,0	7,95	39,9	6,36
13	5,3	60,6	7,68	40,0	6,38
14	5,2	60,3	7,68	40,0	6,40
15	5,0	59,9	7,64	40,0	6,37
16	4,9	58,3	7,46	39,7	6,36
17	4,8	58,2	7,48	40,2	6,38
18	4,7	57,9	7,45	40,6	6,37
19	4,7	57,5	7,40	40,3	6,37
20	4,6	55,4	7,14	40,4	6,35
21	4,6	53,3	6,88	41,3	6,37
22	4,6	51,2	6,61	41,7	6,35
23	4,6	48,4	6,25	42,2	6,37
24	4,6	46,1	5,96	42,9	5,34
25	4,6	42,5	5,49	44,7	6,38
26	4,6	18,5	2,35	55,2	6,38
27	4,5	7,2	0,96	57,7	6,80
Moyenne	8,1	67,3	7,78	41,5	6,75

## Données brutes du profil physico-chimique du Grand lac Long, station B (GLL-B)

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	15,2	97,7	9,80	39,7	7,16
1	15,2	97,4	9,79	39,6	7,23
2	15,0	97,0	9,77	39,6	7,26
3	15,0	97,0	9,78	39,7	7,29
4	14,9	96,9	9,79	39,5	7,31
5	14,9	96,8	9,77	39,7	7,33
6	14,9	96,6	9,76	39,7	7,33
7	14,8	96,5	9,77	39,6	7,34
8	9,8	95,4	10,83	40,5	7,04
9	7,4	78,0	9,38	39,9	6,77
10	6,1	66,9	8,31	40,1	6,58
11	5,6	65,0	8,17	40,3	6,52
12	5,2	61,0	7,75	40,3	6,44
13	5,1	59,2	7,55	40,1	6,41
14	5,0	58,6	7,49	40,4	6,39
15	4,9	57,6	7,37	40,6	6,39
16	4,9	57,0	7,30	40,8	6,37
17	4,8	56,4	7,23	40,8	6,39
18	4,8	55,1	7,07	40,9	6,38
19	4,7	54,4	6,99	40,9	6,39
20	4,7	52,3	6,72	41,6	6,35
21	4,6	50,2	6,46	42,3	6,33
22	4,6	48,0	6,19	42,7	6,33
23	4,6	47,0	6,06	42,8	6,33
24	4,6	46,2	5,96	43,0	6,33
25	4,6	44,6	5,76	43,5	6,33
26	4,6	42,8	5,52	44,0	6,31
27	4,6	40,6	5,24	44,4	6,32
28	4,6	37,4	4,82	46,4	6,33
29	4,6	34,5	4,45	47,5	6,34
30	4,6	32,0	4,13	48,9	6,34
31	4,6	31,2	4,03	49,2	6,35
Moyenne	7,6	64,0	7,47	41,8	6,63

Données brutes du profil physico-chimique du Grand lac Long, station C (GLL-C)

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	15,6	97,4	9,69	39,4	6,99
1	15,5	97,2	9,71	39,9	7,07
2	15,4	96,9	9,69	40,0	7,14
3	15,0	96,3	9,71	40,0	7,17
4	15,0	96,0	9,68	40,1	7,20
5	15,0	95,7	9,66	40,1	7,23
6	14,8	95,4	9,65	40,0	7,26
7	14,3	95,3	9,77	41,2	7,17
8	9,2	74,9	8,60	48,2	6,84
9	7,4	63,5	7,62	47,9	6,64
10	6,5	39,7	4,89	52,2	6,44
11	5,7	28,4	3,57	53,5	6,35
12	5,3	7,0	0,88	60,2	6,32
13	5,0	1,1	0,13	64,6	6,33
14	4,9	0,0	0,00	73,2	6,41
15	4,8	0,0	0,00	80,3	6,49
16	4,7	0,0	0,00	84,2	6,55
17	4,7	0,0	0,00	87,0	6,59
18	4,7	0,0	0,00	87,7	6,61
19	4,7	0,0	0,00	88,8	6,62
20	4,7	0,0	0,00	89,2	6,62
21	4,7	0,0	0,00	89,5	6,63
22	4,7	0,0	0,00	89,2	6,63
Moyenne	8,8	42,8	4,49	61,6	6,75

Données brutes du profil physico-chimique du Petit lac Long, station A (PLL-A)

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	15,9	98,7	9,76	39,0	7,16
1	15,8	98,6	9,78	38,9	7,23
2	15,4	98,0	9,79	39,0	7,25
3	15,3	97,8	9,81	39,1	7,27
4	15,2	97,6	9,80	38,9	7,28
5	15,2	97,4	9,79	38,9	7,27
6	15,0	97,5	9,82	38,8	7,28
7	12,4	115,4	12,34	39,0	7,11
8	9,0	88,3	10,20	37,6	6,71
9	7,5	76,6	9,18	37,0	6,52
10	6,5	69,2	8,49	37,3	6,40
11	6,1	64,7	8,02	37,1	6,34
12	5,8	61,1	7,64	37,1	6,27
13	5,6	58,9	7,41	36,7	6,25
14	5,4	59,9	7,56	37,1	6,25
15	5,3	53,3	6,75	37,7	6,20
16	5,3	45,5	5,76	38,3	6,19
17	5,3	36,2	4,58	38,8	6,16
18	5,2	29,3	3,72	40,0	6,13
19	5,2	23,8	3,02	40,8	6,14
20	5,2	20,3	2,57	41,1	6,12
21	5,1	14,9	1,89	41,7	6,11
22	5,1	8,9	1,12	42,9	6,12
23	5,1	5,0	0,63	43,4	6,12
24	5,1	0,6	0,07	44,5	6,13
25	5,1	0,0	0,00	44,6	6,14
26	5,1	0,0	0,00	45,3	6,17
Moyenne	8,5	56,2	6,28	39,7	6,53

Données brutes du profil physico-chimique du Petit lac Long, station B (PLL-B)

Profondeur	Température (°Celsius)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
0,15	16,2	99,6	9,80	38,6	6,88
1,0	16,0	99,2	9,79	38,9	7,01
2,0	15,6	98,4	9,80	38,6	7,07
3,0	15,5	97,9	9,77	38,8	7,12
4,0	15,3	97,4	9,76	38,7	7,15
5,0	15,2	97,2	9,77	38,7	7,19
6,0	15,1	96,9	9,75	38,7	7,21
7,0	13,1	101,5	10,70	39,1	7,02
8,0	9,5	62,3	7,13	37,0	6,54
9,0	7,9	36,2	4,29	37,5	6,26
10,0	7,0	2,0	0,23	41,8	6,22
10,9	6,2	0,2	0,02	63,2	6,42
<b>Moyenne</b>	12,7	74,1	7,57	40,8	6,84

## Annexe 2 : Phases de caractérisation des plans d'eau

Par Yann Boissonneault avec la collaboration de Pierre Deshaies

---

### 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>2</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 ;
- 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>2</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 des lacs identifiés (2<sup>e</sup> année)

Pour les lacs identifiés comme étant potentiellement problématiques.

a) Analyse des résultats des lacs inscrits<sup>3</sup> au Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) 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 ;
- 5 mesures de **transparence** ;
- 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 mesure de la **sédimentation** et de l'**abondance du périphyton**<sup>4</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.

---

<sup>3</sup> Généralement l'inscription au programme RSVL du MELCC (coût d'environ 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>4</sup> Algues microscopiques de couleur brunâtre fixées à un substrat solide (roches, embarcations, etc.).

- 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 MDDEP, l'IQBR permet une évaluation de la condition écologique de l'habitat riverain et de son impact sur l'intégrité du lac<sup>5</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 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 ;

---

<sup>5</sup> [http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/IQBR/index.htm](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/index.htm)

b) Mesure de la **qualité de l'eau des tributaires**<sup>6</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 des 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 des perturbations ;

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

---

<sup>6</sup> Tributaires : cours d'eau qui se jettent dans le lac et qui drainent le bassin versant de celui-ci.

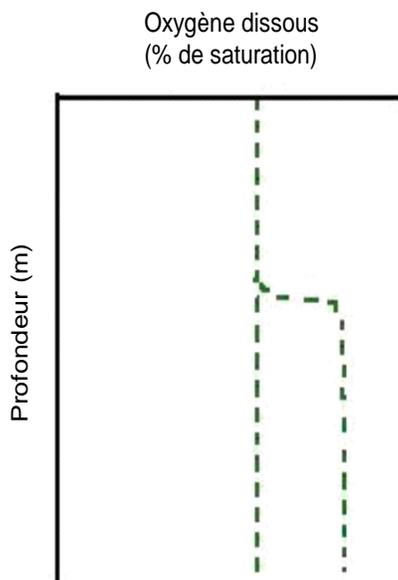
## Annexe 3 : Les facteurs expliquant la distribution de l'oxygène

Texte et figures adaptés de : Wetzel, G., R. 2001. *Limnology : Lake and river ecosystems, 3e edition*. Academic press. ISBN 0-12-744760-1. 1006 p.

### Les différents patrons d'oxygène dissous

Le patron vertical de la concentration en oxygène dissous dépend de l'équilibre entre la production et la consommation en oxygène. Les courbes les plus souvent observées dans les lacs dimictiques<sup>7</sup> que l'on retrouve sous nos latitudes sont les suivantes :

#### a. Courbe d'oxygène de type orthograde



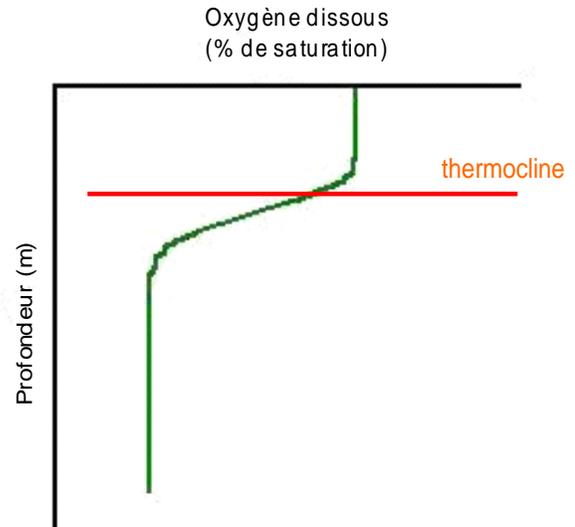
Dans un lac peu productif (**oligotrophe**), le patron orthograde est représenté par une oxygénation des eaux, de la surface jusqu'au fond. La courbe rectiligne présente des concentrations en oxygène distribuées à l'ensemble de la colonne d'eau suite au brassage printanier de l'eau (ligne pointillée rectiligne).

La courbe incurvée caractérisée par de plus fortes concentrations dans l'hypolimnion est le résultat d'une meilleure solubilité de l'oxygène à de plus faibles températures. Dans un lac oligotrophe, ce processus est souvent observé après la stratification thermique, soit lorsque l'eau de l'hypolimnion est bien confinée (ligne pointillée courbée vers la droite).

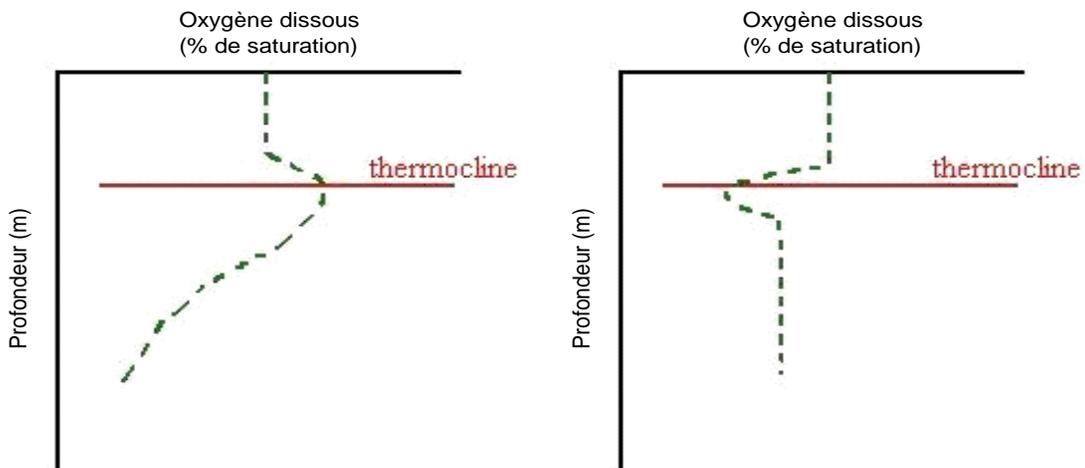
<sup>7</sup> Lac dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an.

## b. Courbe d'oxygène de type clinograde

Dans un lac productif (**eutrophe**), le patron de type clinograde est le résultat d'une consommation excessive 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 des concentrations en oxygène résulte de la dégradation de la matière organique provenant des végétaux morts qui sédimente vers le fond. Plus un lac reçoit d'apports nutritifs, plus les végétaux vont proliférer et ultimement sédimenter vers le fond, et plus forte sera la consommation en oxygène dans les eaux confinées de l'hypolimnion.



## c. Courbes d'oxygène de type hétérograde (positive ou négative)



Le dernier type de patron est hétérograde. Pour la courbe hétérograde positive (figure de gauche), nous observons des concentrations élevées en oxygène dans la couche d'eau correspondant au métalimnion. Cette couche d'eau transitoire à l'égard de la température

comprend la thermocline. Ce phénomène est possible lorsque l'eau est suffisamment transparente pour permettre la photosynthèse produite par le phytoplancton à cette profondeur. L'oxygène s'y accumule en raison du confinement des eaux comprises dans la couche du métalimnion. Soulignons que des masses d'eau de températures différentes auront des densités différentes, par conséquent ces masses d'eau différentes ne peuvent se mélanger.

Pour la courbe hétérograde négative (figure de droite), nous observons une diminution des concentrations en oxygène dans la couche d'eau correspondant au métalimnion. Ce phénomène s'explique par la consommation de l'oxygène à cette profondeur qui résulte de la décomposition de la matière organique par les bactéries aérobies ou par la respiration d'une forte biomasse zooplanctonique. Les faibles concentrations en oxygène persistent en raison du confinement des eaux comprises dans la couche du métalimnion. La morphométrie d'un lac est une caractéristique qui peut favoriser ce phénomène. Par exemple, pour un lac dont la pente est douce, du littoral vers le fond, une superficie importante des sédiments de fond sera en contact avec les eaux du métalimnion. Par conséquent, les apports sédimentaires riches en éléments nutritifs et en matière organique vers cette couche d'eau favoriseront une forte productivité biologique à l'intérieur de cette masse d'eau, conduisant alors à des déficits en oxygène.



Organisme de bassins versants  
des rivières du Loup et des Yamachiche

780, rue Saint-Joseph  
Saint-Barnabé (Qc)  
G0X 2K0

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