



## **Rapport d'échantillonnage de la qualité de l'eau du lac Boivin – 2022**



Mars 2022

## Équipe de réalisation

Coordination de projet	Ariane Blier-Langdeau, M. Sc. Biol. Biologiste, OBV Yamaska
Rédaction du rapport	Laurence Plante-Péloquin, B. Sc. Biol. Ressource spécialisée, OBV Yamaska
Échantillonnage	Laurence Plante-Péloquin, B. Sc. Biol. Ressource spécialisée, OBV Yamaska
	Ariane Blier-Langdeau, M. Sc. Biol. Biologiste, OBV Yamaska
Cartographie	Michel Landry, B. Sc. Géomatique, M. Env. Géomaticien, OBV Yamaska
Révision générale	Alex Martin, M. Env. Directeur général, OBV Yamaska
	Ariane Blier-Langdeau, M. Sc. Biol. Biologiste, OBV Yamaska

Ce rapport a été commandé par la Ville de Granby. Une copie PDF du rapport ainsi que les fichiers numériques suivants seront remis au client :

- Certificats d'analyse
- Classeurs Excel des données brutes d'échantillonnage
- Rapport en version PDF

Les limites des bassins et les cartes ont été produites à partir des données reconnues disponibles dans l'objectif de faciliter l'interprétation des données d'échantillonnage. Toute autre utilisation pourrait ne pas convenir.

Le présent rapport peut être cité de la façon suivante :

OBV YAMASKA, 2022. *Rapport d'échantillonnage de la qualité de l'eau du lac Boivin – 2021*, pour la Ville de Granby, Organisme de bassin versant de la Yamaska, 46 pages + annexes.

# Table des matières

Résumé.....	1
Mise en contexte.....	2
La station d'échantillonnage et le territoire.....	3
Localisation de la station d'échantillonnage .....	3
Description du territoire.....	4
Date de la campagne – enjeux externes .....	6
Méthodologie .....	7
Paramètres analysés.....	7
Indices utilisés .....	9
Période d'échantillonnage .....	10
Prélèvements et laboratoire .....	11
Limites du bassin versant .....	11
Analyse de la qualité de l'eau du lac Boivin par paramètre .....	12
<i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> ).....	12
Phosphore total .....	15
Chlorophylle $\alpha$ .....	20
Carbone organique dissous .....	24
Transparence.....	27
Paramètres de la multisonde (oxygène dissous et pH) .....	32
Conclusion et recommandations.....	35
Suivi de la qualité de l'eau.....	37
La possible ouverture d'une plage au lac Boivin .....	37
Pratiques agricoles .....	38
Milieux humides .....	38
Gestion des eaux de ruissellement et contrôle de l'érosion.....	39
Sensibilisation, communication et concertation.....	40
Références.....	41
Annexe 1 - Précipitations à la station météorologique de Granby (7022800), 2021.....	45
Annexe 2 -Résultats 2010-2021 de l'analyse de la qualité de l'eau du lac Boivin dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs .....	47

# Liste des figures

<b>Figure 1</b> Localisation de la station d'échantillonnage lac Boivin – fosse (114).....	<b>3</b>
<b>Figure 2</b> Localisation de la station du lac Boivin et délimitation du bassin versant du lac Boivin .....	<b>6</b>
<b>Figure 3</b> Concentration de coliformes fécaux ( <i>E. coli</i> ) et classe trophique des prélèvements de 2021.....	<b>14</b>
<b>Figure 4</b> Concentration de phosphore total et classe trophique des prélèvements de 2021 .....	<b>19</b>
<b>Figure 5</b> Forte présence de débris végétaux dans le lac augmentant la concentration de chlorophylle $\alpha$ des prélèvements de 2021.....	<b>22</b>
<b>Figure 6</b> Concentration de carbone organique dissous des prélèvements de 2021 .....	<b>25</b>
<b>Figure 7</b> Transparence des prélèvements de 2021.....	<b>30</b>
<b>Figure 8</b> Précipitations à la station météorologique de Granby. Adapté de Gouvernement du Québec (2021c).....	<b>45</b>

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> Localisation de la station d'échantillonnage de 2021.....	<b>3</b>
<b>Tableau 2</b> Paramètres analysés en laboratoire et <i>in situ</i> en 2021 .....	<b>7</b>
<b>Tableau 3</b> Signification environnementale des paramètres analysés. Adaptée de Hébert et Légaré (2000)	<b>8</b>
<b>Tableau 4</b> Classes de qualité bactériologique, pour la bactérie <i>Escherichia coli</i> , des eaux de baignade en eaux douces. Adapté de Gouvernement du Québec, 2013 .....	<b>12</b>
<b>Tableau 5</b> Moyennes arithmétiques, classes de qualité et dépassements de 2011 à 2016 pour les coliformes thermotolérants (fécaux) et de 2017 à 2021 pour <i>E. coli</i> .....	<b>14</b>
<b>Tableau 6</b> Concentration d'E. Coli pour chacun des dix prélèvements en 2021 .....	<b>15</b>
<b>Tableau 7</b> Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de phosphore total. Adapté de Gouvernement du Québec (2021e).....	<b>15</b>
<b>Tableau 8</b> Moyenne, classe trophique, dépassements et amplitude moyenne pour le phosphore total de 2010 à 2021 .....	<b>18</b>
<b>Tableau 9</b> Concentration en phosphore total pour chacun des dix prélèvements en 2021 .....	<b>19</b>
<b>Tableau 10</b> Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs de chlorophylle $\alpha$ . Adapté de Gouvernement du Québec (2021e) .....	<b>20</b>
<b>Tableau 11</b> Moyennes et classes trophiques pour la chlorophylle $\alpha$ de 2010 à 2021 .....	<b>23</b>
<b>Tableau 12</b> Concentration en chlorophylle $\alpha$ pour chacun des dix prélèvements en 2021.....	<b>23</b>
<b>Tableau 13</b> Moyennes pour le carbone organique dissous mesuré de 2010 à 2021 .....	<b>26</b>
<b>Tableau 14</b> Concentration de carbone organique dissous pour chacun des dix prélèvements en 2021.....	<b>26</b>
<b>Tableau 15</b> Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de transparence. Adapté de Gouvernement du Québec (2021e).....	<b>27</b>
<b>Tableau 16</b> Moyennes et classes trophiques pour la transparence de 2010 à 2021 .....	<b>31</b>
<b>Tableau 17</b> Mesures de transparence pour chacun des dix prélèvements en 2021 .....	<b>31</b>
<b>Tableau 18</b> Mesures des paramètres de la multisonde pour chaque sortie en 2021 .....	<b>33</b>
<b>Tableau 19</b> Classes trophiques par paramètres de 2010 à 2021.....	<b>36</b>
<b>Tableau 20</b> Classes de qualité et dépassements de critères pour le phosphore et les coliformes fécaux (incluant <i>E. coli</i> ) de 2010 à 2021 .....	<b>37</b>
<b>Tableau 21</b> Type d'échantillonnage selon les précipitations (données corrigées) dans les 48 heures précédant l'échantillonnage (Gouvernement du Québec, 2021c) .....	<b>46</b>

# Liste des photos

<b>Photos 1</b> Sorties du 18 mai et du 28 juin 2021.....	<b>10</b>
<b>Photos 2</b> Sorties du 10 août et du 17 août 2021.....	<b>10</b>

## Résumé

En accord avec son *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin*, la Ville de Granby a confié à l'OBV Yamaska le mandat d'échantillonner le lac Boivin tous les étés depuis 2010. Les paramètres suivis sont le carbone organique dissous, la chlorophylle  $\alpha$ , le phosphore total et l'*Escherichia coli* (*E. coli*). Les échantillons d'eau sont analysés par le laboratoire du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). À ces paramètres s'ajoute le suivi de l'oxygène dissous et du pH de l'eau à l'aide d'une multisonde. La transparence est aussi évaluée avec disque de Secchi. Le rapport qui suit présente les résultats d'échantillonnage pour 2021. Depuis 2010, aucune tendance significative dans l'évolution des classes trophiques mesurées à la fosse du lac Boivin n'a été observée et le lac varie entre la sous-classe méso-eutrophe et la classe eutrophe.

Pour donner suite aux résultats obtenus depuis 2010, cinq recommandations sont détaillées dans ce rapport :

- Poursuivre le suivi de la qualité de l'eau du lac Boivin en 2022;
- Promouvoir les bonnes pratiques agricoles dans le bassin versant du lac Boivin;
- S'assurer qu'il n'y ait aucune perte nette de milieux humides dans le bassin versant du lac Boivin;
- Implanter des mesures de contrôle de l'érosion et de protection des bandes riveraines dans le bassin versant du lac Boivin;
- Informer et sensibiliser les résidents riverains et s'assurer d'une bonne concertation avec la MRC de La Haute-Yamaska, les municipalités présentes sur le territoire du bassin versant du lac Boivin et l'OBV Yamaska.

## Mise en contexte

En 2008, la Ville de Granby a déposé son *Plan vert*, un document de planification stratégique qui prescrit des gestes et des objectifs visant l'amélioration de la qualité de l'environnement dans son ensemble. La gestion de l'eau, cette ressource essentielle dont la qualité et la quantité sont continuellement modifiées par les actions humaines, détient une place primordiale dans ce plan (Ville de Granby, 2008).

Dans cette optique, la Ville de Granby a entrepris en 2009 le *Projet d'amélioration de la qualité de l'eau du lac Boivin* et en 2010, le suivi de la qualité de l'eau du lac Boivin et de ses tributaires. En effet, le lac Boivin, situé au cœur de la ville, subit de fortes pressions agricoles et urbaines qui, combinées à certains aspects naturels et intrinsèques du lac, mènent à une eutrophisation accélérée (processus naturel de « vieillissement » des plans d'eau).

À la suite d'un processus de consultation publique, la Ville de Granby a élaboré le *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin*, qu'elle a adopté en 2015, dans le but de poser des actions concertées favorisant la réhabilitation du lac. En accord avec ce plan d'action, la Ville de Granby, qui travaille en collaboration avec l'Organisme de bassin versant de la Yamaska (OBV Yamaska) depuis huit ans, a confié à l'OBV Yamaska le mandat de poursuivre l'échantillonnage du lac Boivin. Le rapport qui suit présente les résultats d'échantillonnage pour 2021.

Tous ces efforts sont déployés dans l'espoir de retrouver et diversifier les usages récréotouristiques du lac Boivin et, plus particulièrement, de sauvegarder cette pièce maîtresse du paysage de la Ville.



## La station d'échantillonnage et le territoire

### Localisation de la station d'échantillonnage

Le suivi de la qualité de l'eau du lac Boivin a été effectué à partir d'une seule station d'échantillonnage localisée directement à côté de la fontaine, dans la fosse du lac (**Figure 1** et **Tableau 1**). Elle est située à l'aval du lac Boivin et à l'aval du bassin versant du lac Boivin dont elle fait partie, soit dans le chenal du lac, qui représente l'emplacement de l'ancien cours de la rivière, au niveau de la partie la plus profonde selon la bathymétrie effectuée en 2010 (**Figure 1**). Des variations de profondeur dans le chenal ont été identifiées entre les bathymétries de 1973 et 2010, ce qui impliquerait que celui-ci est dynamique (OBV Yamaska, 2011a).

C'est à cette station (station Lac Boivin - fosse) que depuis 2010, dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), des prélèvements ont été effectués lors de l'échantillonnage du lac Boivin. Le nombre de prélèvements associés au RSVL a varié au cours des années. Les résultats compilés par le RSVL pour l'année 2021 se trouvent en **Annexe 2 - Résultats 2010-2021 de l'analyse de la qualité de l'eau du lac Boivin dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs** et ceux des années antérieures sont disponibles sur le site Web du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) (Gouvernement du Québec, 2021a).

Tableau 1 Localisation de la station d'échantillonnage de 2021

Nom de la station	N° Station	Superficie BV (km <sup>2</sup> )	Latitude	Longitude
Lac Boivin - fosse	03030114	212	45,39749	-72,71043

Figure 1 Localisation de la station d'échantillonnage lac Boivin – fosse (114)

## Description du territoire

Le lac Boivin, anciennement connu sous le nom de lac Granby, a été créé au 19<sup>e</sup> siècle, à la suite de l'érection de deux barrages sur la rivière Yamaska Nord, en 1830 et 1923 respectivement (Gendron et *al.*, 2001; Teknika HBA inc., 2010). Il servira, un certain temps, comme source d'eau potable à la Ville, avant que des problèmes de contamination due aux industries et aux rejets des eaux usées municipales directement dans la rivière rendent l'eau inconsommable (OBV Yamaska, s.d.). Sera construit par la suite, au sud-est du lac, le réservoir Lemieux qui deviendra la nouvelle réserve d'eau potable de la Ville (Teknika HBA inc., 2010). Une vocation uniquement récréative a depuis été attribuée au lac.

Anciennement un milieu humide de type marécageux, le lac Boivin est très peu profond, avec une profondeur moyenne d'environ 1,5 mètres et une profondeur maximale, au niveau de la fosse, de 5,5 mètres (Teknika HBA inc., 2010; OBV Yamaska, 2011a). Ceci résulte en un milieu idéal pour le développement des plantes aquatiques, non seulement en raison de la grande superficie photique du lac, mais aussi par la riche présence de nutriments dans les sédiments (Teknika HBA inc., 2010).

Le lac se retrouve sur le territoire de la Municipalité régionale de comté (MRC) de La Haute-Yamaska qui regroupe huit municipalités et couvre une superficie de 643,75 km<sup>2</sup>.

Le lac Boivin, d'une superficie de 1,35 km<sup>2</sup>, se situe au cœur de la Ville de Granby. Son bassin versant, qui s'étend de Waterloo à Granby et qui couvre une superficie d'environ 212 km<sup>2</sup>, correspond en grande partie à l'amont du bassin versant de la Yamaska Nord, le principal tributaire du lac (**Figure 2**) (Teknika HBA inc., 2010; OBV Yamaska, 2011b). Le bassin versant comporte également deux autres plans d'eau majeurs, soit le lac Waterloo et le réservoir Choinière. Par ailleurs, ce dernier aurait un impact important sur la qualité de l'eau du lac Boivin, en captant ou sédimentant plusieurs éléments, notamment le phosphore (INRS-EAU, 1976). Il est à noter que ceci pourrait éventuellement avoir l'effet inverse à la suite de relargage ou de désédimentation du réservoir, ou bien encore, de la vidange épisodique de ce dernier (La Violette, 1999).

Selon Teknika HBA inc. (2010), le temps de renouvellement du lac Boivin est relativement rapide, tout en considérant que les courants d'eau peuvent exercer une influence sur ce temps de renouvellement : une zone plus isolée devrait donc se renouveler plus lentement qu'une zone dynamique. Une fontaine se retrouve aussi au centre de la fosse et les macrophytes aquatiques ne sont pas ou peu visibles à cet endroit.

Le territoire du bassin versant du lac Boivin est constitué principalement d'un couvert forestier, de cultures pérennes et annuelles ainsi que de milieux résidentiels et urbains. Le lac est également entouré de plusieurs milieux humides. Le côté nord du lac se caractérise par des cultures pérennes et annuelles ainsi que par des résidences dotées d'installations sanitaires. Le milieu urbain couvre principalement les secteurs ouest et sud du lac, où il est possible d'être confronté à des débordements des réseaux d'égouts et pluviaux (OBV Yamaska, 2011b). En effet, quatre ouvrages de surverse ont des points de rejet situés directement dans le lac (Drolet, 2014).

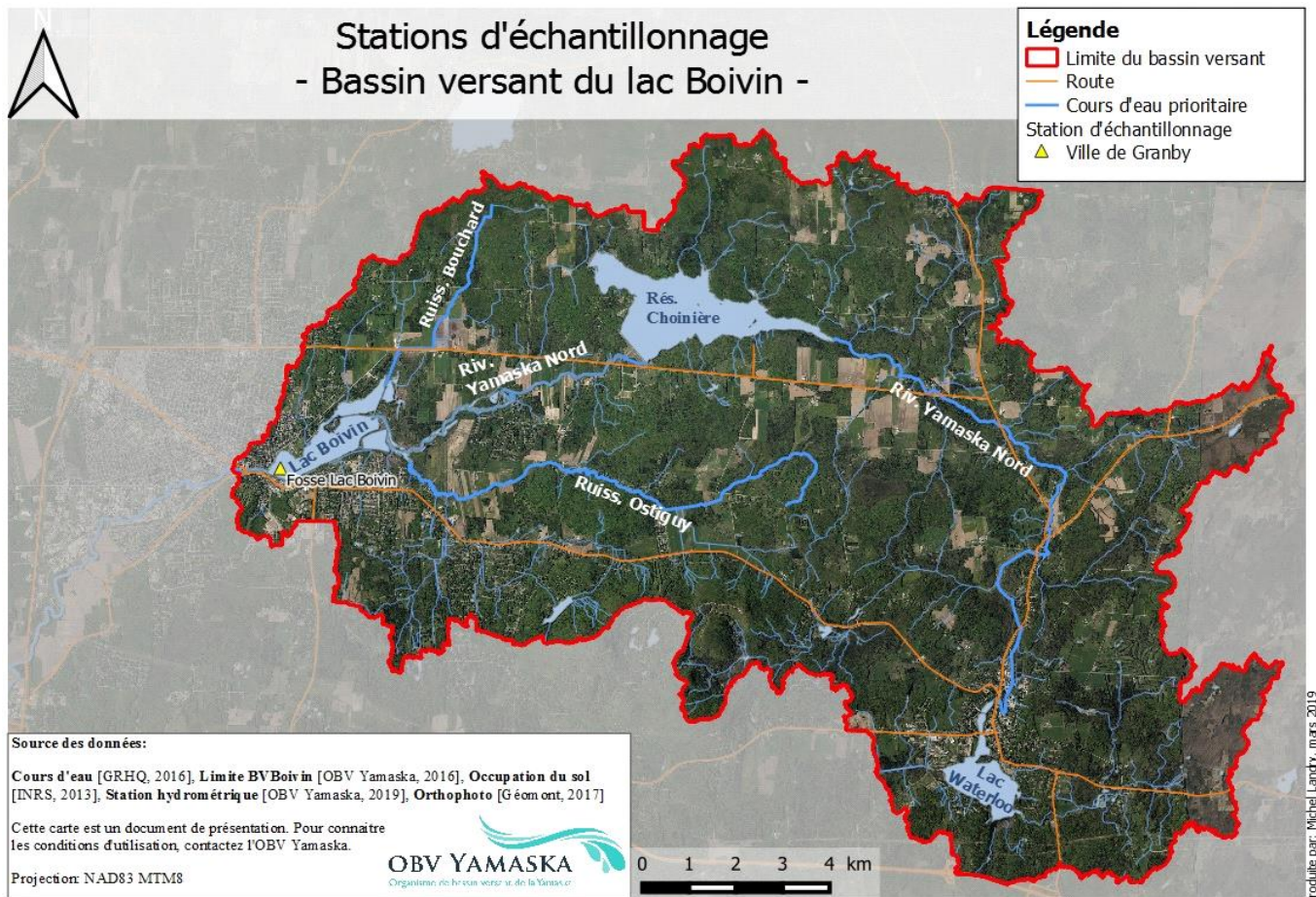
Les sites suivants se retrouvent également dans le bassin versant du lac Boivin et peuvent exercer une influence sur la qualité de l'eau :

- Quatre ouvrages de surverse avec des points de rejet dans le lac;
- Deux stations d'épuration situées en amont du lac;
- Le barrage du réservoir Choinière, aussi situé en amont du lac;
- Le Centre d'interprétation de la nature du lac Boivin (CINLB);
- Deux dépôts à neige;
- Un camping.

### Date de la campagne – enjeux externes

Au cours de l'année 2021, dix sorties terrain ont été réalisées, additionnées d'un blanc terrain lors de la première sortie qui eut lieu le 18 mai 2021. Également, lors de la sortie du 18 mai 2021, l'échantillon concernant la chlorophylle  $\alpha$  n'a pu être analysé, puisqu'il y avait une température trop élevée lors de son arrivée au laboratoire. De plus, à cette date, l'oxygène dissous en mg/l n'a pas pu être mesuré en raison de l'absence de données disponibles sur la sonde. Ensuite, le 7 septembre 2021, l'échantillon de phosphore total n'a pas pu être analysé, ceci s'expliquant par des soucis techniques du laboratoire. La sonde multiparamètres éprouvait des difficultés techniques. Finalement, les données de turbidité du 1<sup>er</sup> juin et du 25 octobre sont non disponibles en raison d'aléas techniques.

Figure 2 Localisation de la station du lac Boivin et délimitation du bassin versant du lac Boivin



## Méthodologie

### Paramètres analysés

Les paramètres analysés depuis 2010 sont principalement ceux associés au programme RSVL, c'est-à-dire le carbone organique dissous, la chlorophylle  $\alpha$ , le phosphore total et la transparence de l'eau. Ces paramètres permettent d'évaluer le niveau trophique d'un lac et de faire le suivi de son évolution sur une échelle temporelle (**Tableau 2**) (Gouvernement du Québec, 2021b).

Tableau 2 Paramètres analysés en laboratoire et *in situ* en 2021

Analyses en laboratoire	Analyses <i>in situ</i> par l'OBV Yamaska
Carbone organique dissous	Transparence
Chlorophylle $\alpha$	Conductivité*
Phosphore total	pH
<i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> )	Turbidité*
	Oxygène dissous
	Température*

\* Ces paramètres ne seront pas discutés dans le présent rapport. Ils ont plutôt servi à baliser certains aspects de l'analyse de la qualité de l'eau.

Pour la contamination bactériologique, c'est l'espèce *Escherichia coli* (*E. coli*) qui est analysée depuis 2016 (voir la section 3.2 ci-dessous). Les prélèvements ont été faits à la main à une profondeur de 1 mètre sous la surface de l'eau, au niveau de la fosse du lac. Chaque paramètre permet d'obtenir des informations sur un aspect physique, chimique, biologique ou bactériologique de l'eau et détient sa signification environnementale propre (**Tableau 3**).

Tableau 3 Signification environnementale des paramètres analysés. Adaptée de Hébert et Légaré (2000)

Paramètre	Signification environnementale
<b>Carbone organique dissous</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La concentration de <u>carbone organique dissous</u> permet d'évaluer la présence des matières responsables de la coloration jaunâtre ou brunâtre de l'eau telles l'acide humique provenant des milieux humides (marécages, tourbières et marais). La transparence de l'eau diminue avec l'augmentation de la concentration en carbone organique dissous.</li> </ul>
<b>Chlorophylle <math>\alpha</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mesure de la <u>chlorophylle <math>\alpha</math></u> est utilisée comme indicateur de la biomasse phytoplanctonique dans les eaux naturelles. La chlorophylle <math>\alpha</math> représente le plus important pigment chez les organismes photosynthétiques aérobies (en excluant les cyanobactéries) et toutes les algues en contiennent. Le contenu cellulaire en chlorophylle <math>\alpha</math> est de 1 % à 2 % en poids sec.</li> </ul>
<b><i>Escherichia Coli (E. coli)</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En raison des difficultés que pose la détection des bactéries et virus pathogènes, on détermine qu'une eau est exempte de micro-organismes pathogènes par des méthodes indirectes. On utilise des bactéries intestinales non pathogènes, soit les coliformes thermotolérants (fécaux), comme indicateurs de pollution fécale, donc de la présence potentielle de bactéries et virus pathogènes. Les <u>coliformes thermotolérants (fécaux)</u> proviennent des matières fécales produites par les humains et les animaux à sang chaud et ils peuvent être facilement identifiés et comptés. L'<i>E. coli</i> est une sous-classe des coliformes fécaux qui est davantage associée au développement de maladies gastro-intestinales chez les baigneurs.</li> </ul>
<b>Conductivité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C'est la capacité d'une eau à conduire l'électricité. La <u>conductivité</u> des eaux dépend de leur concentration ionique et de leur température. Elle donne une bonne indication des changements de la composition des eaux et spécialement de leur concentration en minéraux. La conductivité augmente avec la teneur en solides dissous. Cette mesure permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau, c'est-à-dire la quantité de substances dissoutes ionisées présentes.</li> </ul>
<b>Matières en suspension</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les <u>matières en suspension</u> sont constituées par les solides en suspension dans l'eau. Ils proviennent de sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du ruissellement des terres agricoles ainsi que des retombées de matières atmosphériques en suspension.</li> </ul>
<b>pH</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le <u>pH</u> indique l'équilibre entre les acides et les bases d'un plan d'eau et est une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution. Il se mesure sur une échelle de 0 à 14. Un pH de 7 indique une eau neutre; les valeurs inférieures à 7 indiquent des conditions acides, et les valeurs supérieures à 7 sont caractéristiques de conditions alcalines. Le pH influence la toxicité de plusieurs éléments en régissant un grand nombre de réactions chimiques. Dans les eaux naturelles peu soumises aux activités humaines, le pH dépend de l'origine de ces eaux et de la nature géologique du sous-sol.</li> </ul>
<b>Phosphore dissous</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le phosphore peut se retrouver sous de nombreuses formes organiques ou inorganiques et être présent dans l'eau sous forme dissoute ou en suspension. Il est directement assimilable par les algues et plantes aquatiques lorsqu'il est en suspension. Le phosphore étant une substance nutritive essentielle pour les végétaux, il est possible de contrôler la croissance des algues et des plantes aquatiques en limitant la quantité de phosphore atteignant les cours d'eau.</li> </ul>
<b>Phosphore total</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tant dans les eaux de surface que dans les eaux usées, le <u>phosphore (total)</u> se retrouve principalement sous la forme de phosphates. Il est dissous ou</li> </ul>

	associé à des particules. Le phosphore présent dans les eaux de surface provient principalement des effluents municipaux, du lessivage et du ruissellement des terres agricoles fertilisées et des effluents de certaines industries (ex. : agro-alimentaires et papetières). Le phosphore est un élément nutritif essentiel à la croissance des plantes. Toutefois, au-dessus d'une certaine concentration et lorsque les conditions sont favorables (faible courant, transparence adéquate, etc.), il peut provoquer une croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques.
<b>Transparence de l'eau</b>	• La <u>transparence</u> diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues dans l'eau du lac. Il y a donc un lien entre la transparence de l'eau d'un lac et son état trophique. Les lacs eutrophes sont généralement caractérisés par une faible transparence de leur eau.
<b>Turbidité</b>	• La <u>turbidité</u> est la mesure du caractère trouble de l'eau. Elle est causée par les matières en suspension telles que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et les autres organismes microscopiques. Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et peut ainsi diminuer la croissance des algues et des plantes aquatiques.

Les données de pluviométrie de la station Granby du réseau de surveillance Info-Climat du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) seront utilisées pour l'interprétation des données (Gouvernement du Québec, 2021c) (voir **Annexe I - Précipitations à la station météorologique de Granby (7022800), 2021**).

### Indices utilisés

Depuis plus de quarante ans, un suivi de la qualité des eaux de baignade s'effectue au Québec à travers le Programme Environnement-Plage (PEP), qui est sous la responsabilité du Centre de contrôle environnemental du Québec (CCEQ) du MELCC. Ce programme permet de renseigner la population sur la qualité des eaux de baignade de différentes plages publiques (Brouillette, 2010; Gouvernement du Québec, 2021c). Jusqu'en 2013, l'attribution des cotes aux plages participantes était basée sur la moyenne géométrique des concentrations de coliformes thermotolérants (fécaux), en fonction des classes de qualité bactériologique des eaux de baignade en eaux douces. Depuis 2013, le PEP se base sur la moyenne arithmétique des concentrations d'*Escherichia coli* (*E. coli*). Rappelons que l'*E. coli* est une sous-espèce de bactéries dans la famille des coliformes fécaux; elles composent généralement les deux tiers de ces derniers en eaux douces et elles sont davantage associées au développement de maladies gastro-intestinales chez les baigneurs. L'*E. coli* est un indicateur plus spécifique d'une contamination fécale que le groupe des coliformes fécaux (CEAEQ, 2014). Le critère de protection pour le contact direct (de type baignade) est de 200 UFC/100 ml (Gouvernement du Québec, 2021c). Étant donné que les valeurs pour l'*E. coli* sont

du même ordre de grandeur que celles pour les coliformes fécaux, les résultats du lac Boivin obtenus cette année peuvent être comparés à ceux des années antérieures.

La chlorophylle  $\alpha$ , le phosphore total et la transparence de l'eau ont été analysés en fonction de la classification des niveaux trophiques des lacs du MDDELCC.

Le carbone organique dissous a été comparé à la plage de variation habituelle, 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centile de Hébert et Légaré (2000), puisqu'aucun indice ou critère de qualité de l'eau spécifique n'existe pour ce paramètre.

### Période d'échantillonnage

Le lac Boivin a été échantillonné à dix reprises du 18 mai au 25 octobre 2021 (**Photos 1 et 2**).



*Photos 1 Sorties du 18 mai et du 28 juin 2021*



*Photos 2 Sorties du 10 août et du 17 août 2021*



### Prélèvements et laboratoire

Les prélèvements ont été réalisés conformément aux recommandations du Protocole d'échantillonnage de la qualité de l'eau 4<sup>e</sup> édition (MDDELCC et CRE Laurentides, 2017). Le phosphore total, l'*E. coli*, le carbone organique dissous et la chlorophylle  $\alpha$  ont été analysés par le laboratoire du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). Afin de contrôler la qualité des manipulations, un blanc terrain est effectué lors de la première sortie sur le lac, le 18 mai 2021. Celui-ci présente des résultats sous les seuils de détection et démontre qu'aucune contamination n'est issue des manipulations du technicien.

Le disque de Secchi a été utilisé pour évaluer la transparence de l'eau. Également, un poids lesté a servi pour effectuer les échantillonnages, de façon à descendre et remplir une grande bouteille (préalablement rincée trois fois avec l'eau du lac) qui fut par la suite transvidée dans les bouteilles servant aux analyses de phosphore total, chlorophylle  $\alpha$  et carbone organique dissous. Seule la bouteille servant aux analyses des coliformes fécaux fut directement (à main) immergée à un mètre de profondeur dans le lac, sans aucun transvidage afin d'éviter toute contamination.

### Limites du bassin versant

La délimitation du bassin versant a été effectuée par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA) grâce au modèle numérique d'altitude (MNA) dérivé du relevé LiDAR d'un mètre de résolution (données de 2012 fournies par GéoMont). La délimitation a nécessité d'éliminer l'effet des ponceaux et d'assurer des parcours continus des écoulements, utilisés en intrants aux routines de calculs hydrologiques. Cela a également demandé de colliger et de regrouper les directions et les accumulations des parcours de l'eau en sous-bassins avec un seuil minimal de superficie fixé à 1 % de la zone d'étude (Michaud et coll., 2018).

## Analyse de la qualité de l'eau du lac Boivin par paramètre

### *Escherichia coli* (E. coli)

Les bactéries *E. coli* proviennent des matières fécales produites par les humains et les autres animaux homéothermes. Le critère de qualité pour l'eau de surface au Québec, pour ce paramètre, correspond à un maximum de 1000 UFC/100 ml en ce qui a trait à la prévention de la contamination, la protection des activités récréatives et d'esthétique et pour la sécurité des activités de contact secondaire (canotage, pêche) (Gouvernement du Québec, 2013). Quand il s'agit de contact primaire, comme la baignade, le critère correspond à un maximum de 200 UFC/100 ml (Gouvernement du Québec, 2013). Comme il est mentionné à la section 3.2 ci-dessus, le Programme Environnement-Plage utilise une classification basée sur le critère le plus restrictif (**Tableau 4**).

Tableau 4 Classes de qualité bactériologique, pour la bactérie *Escherichia coli*, des eaux de baignade en eaux douces. Adapté de Gouvernement du Québec, 2013

Cote		Moyenne arithmétique (UFC/100 ml)
<b>A</b>	<b><u>Excellente</u></b>	0 - 20
<b>B</b>	<b><u>Bonne</u></b>	21 - 100
<b>C</b>	<b><u>Passable</u></b>	101 - 200
<b>D</b>	<b><u>Polluée</u></b>	> 201 ou plus de 10 % des échantillons d'un prélèvement sont > à 400 *

\* S'il y a moins de 10 échantillons par prélèvement, on exige deux échantillons supérieurs à 400 au lieu d'appliquer la règle du 10 %.

Les coliformes thermotolérants (fécaux) et l'*E. coli* peuvent provenir de différentes sources liées aux activités humaines, soit : les rejets municipaux, l'épandage de fumier et lisier, les fosses septiques, les fosses à purin défectueuses et le ruissellement urbain (Hébert et Légaré, 2000). L'analyse de l'*E. coli* pour 2021 donne une qualité d'eau excellente (A), avec une moyenne arithmétique de 23,4 UFC/100 ml (**Tableau 5**). Aucun dépassement n'a été enregistré durant la saison, signifiant que tous les échantillons se situent sous le critère de qualité de 200 UFC/100 ml (**Figure 3**). Ainsi, la cote A est atteinte par sept échantillons sur dix, dont cinq se trouvent à la limite de détection de 2 UFC/100 ml (**Figure 3, Tableau 4 et Tableau 6**). Cependant, trois échantillons sur dix (échantillons des mois de septembre et octobre) possèdent une cote B et présentent des valeurs entre 23 et 46 UFC/100 ml. Il serait intéressant d'investiguer sur la source possible de contamination du lac en matière fécale lors de cette période, ces valeurs étant nettement supérieures aux autres de la saison 2021. Les activités agricoles automnales pourraient être l'une des causes de l'augmentation d'*E. coli* à l'automne; de nombreux épandages de fumier sont effectués à cette période de l'année.

Parmi les dix échantillons d'*E. coli* réalisés en 2021 (voir section 2.3), c'est l'échantillon du 7 septembre qui montre la valeur la plus élevée, soit 46 UFC/100 ml. Il fut prélevé le lendemain d'un jour de pluie (Annexe 1 - Précipitations à la station météorologique de Granby (7022800), 2021). À titre comparatif, la valeur la plus élevée de 2020 était de 76 UFC/100 ml (22 septembre 2021) et fut obtenue lors d'un échantillonnage effectué par temps sec. Les données pluriannuelles ne montrent donc pas de lien clair entre la quantité d'*E. coli* et les précipitations.

En résumé, il est à remarquer que les résultats de l'année 2021 montrent une tendance similaire aux années précédentes, où les données de coliformes fécaux (*E. coli*) augmentent considérablement au mois de mai et dans les mois de septembre et octobre. Ainsi, il pourrait être intéressant d'investiguer davantage concernant la source apparemment récurrente d'année en année concernant les coliformes fécaux (*E. coli*). Ceci pourrait coïncider avec les périodes d'épandage de fumier dans les champs. Or, les résultats de 2021 ne semblent pas montrer un lien entre l'échantillonnage et les précipitations. Rappelons que, depuis 2015, la valeur demandée pour la classification de la qualité est la moyenne arithmétique et non plus la moyenne géométrique. Les cotes de qualité pour les années antérieures (**Tableau 5**) ont été recalculées pour refléter cette nouvelle méthodologie. Toutefois, la moyenne pluriannuelle pour 2011-2021 n'a pas été calculée pour ce paramètre compte tenu du changement du remplacement des coliformes thermotolérants (fécaux) par l'*E. coli*.

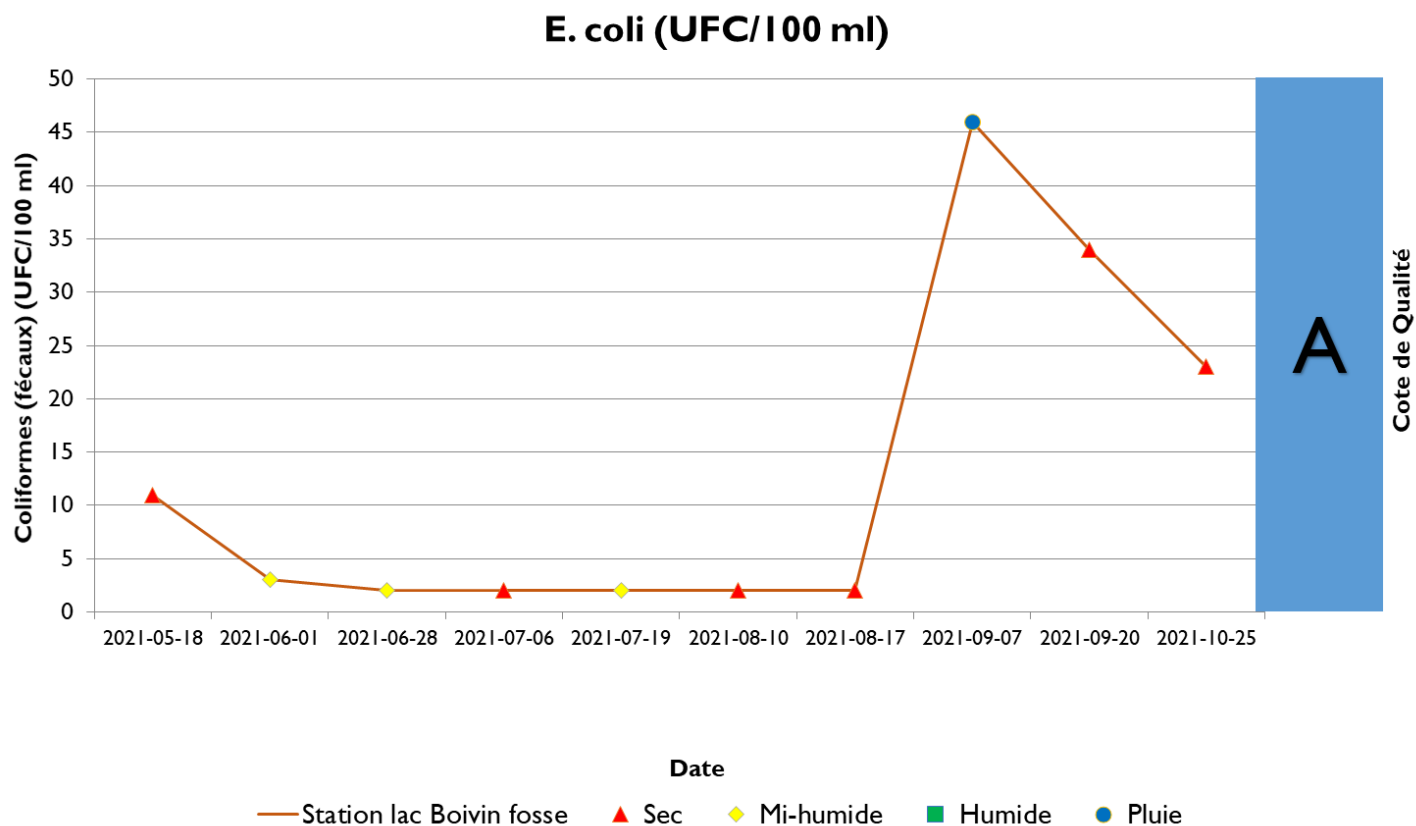


Figure 3 Concentration de coliformes fécaux (*E. coli*) et classe trophique des prélèvements de 2021

Tableau 5 Moyennes arithmétiques, classes de qualité et dépassements de 2011 à 2016 pour les coliformes thermotolérants (fécaux) et de 2017 à 2021 pour *E. coli*

COLIFORMES FÉCAUX 2011-2016 ET <i>E. COLI</i> 2017-2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE			
Année	Moyenne arithmétique (UFC/100 ml)	Classe de qualité	Nombre de dépassements <sup>1</sup>
2011	139,4	<b>C</b>	2/9
2012	19,4	<b>A</b>	0/10
2013	29,8	<b>B</b>	0/10
2014	23,8	<b>B</b>	0/10
2015	11,0	<b>A</b>	0/10
2016	13,8	<b>A</b>	0/9
2017*	20,7	<b>A</b>	0/10
2018*	20,4	<b>A</b>	0/10
2019*	1,9	<b>A</b>	0/10
2020*	17,3	<b>A</b>	0/10
2021*	23,4	<b>A</b>	0/10

\* Années dont les échantillons concernent des analyses portant spécifiquement sur *E. coli*.

Tableau 6 Concentration d'E. Coli pour chacun des dix prélèvements en 2021

E. COLI EN 2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE	
Date	E. coli (UFC/100 ml)
18-05-21	11
01-06-21	3
28-06-21	<2
06-07-21	<2
19-07-21	<2
10-08-21	<2
17-08-21	<2
07-09-21	46
20-09-21	34
25-10-21	23

### Phosphore total

Le phosphore est reconnu comme un des principaux nutriments liés à l'eutrophisation des lacs et cours d'eau. Ce paramètre a été évalué en fonction de la classification trophique des lacs du MDDELCC (**Tableau 7**). Le lac Boivin étant aux prises avec des problématiques d'efflorescences de cyanobactéries, il serait souhaitable que l'apport en phosphore y soit le plus restreint possible.

Tableau 7 Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de phosphore total. Adapté de Gouvernement du Québec (2021e)

Classe trophique		Phosphore total (mg/l)
Classe principale	Classe secondaire (transition)	Moyenne
Ultra-oligotrophe		< 0,004
Oligotrophe		0,004 - 0,010
	<i>Oligo-mésotrophe</i>	0,007 - 0,013
Mésotrophe		0,010 - 0,030
	<i>Méso-eutrophe</i>	0,020 - 0,035
Eutrophe		0,030 - 0,100
Hyper-eutrophe		> 0,100

Le phosphore peut provenir de différentes sources liées aux activités humaines, soient : les rejets municipaux, les activités agricoles, les fosses septiques et le ruissellement urbain (Hébert et Légaré, 2000). Il peut également provenir du lac lui-même, par le relargage des sédiments. Suivant la tendance des dix dernières années, la station du lac Boivin est eutrophe en ce qui concerne le phosphore, avec une moyenne de 0,037 mg/l pour 2021 (**Tableau 8**), déterminée en fonction de dix échantillons (section 2.3). À titre comparatif, la moyenne annuelle était de 0,056 mg/l en 2020.

Les données de cette année varient entre 0,0202 et 0,0474 mg/l. La moyenne pluriannuelle (2010 à 2021) est de 0,046 mg/l. Hormis les données du 6 juillet, du 10 août et du 25 octobre qui font partie de la sous-classe méso-eutrophe (données entre 0,020 et 0,035 mg/l), toutes les données ponctuelles, la moyenne annuelle et la moyenne pluriannuelle font partie de la classe eutrophe (**Tableau 9**), soit la classe résumant l'état actuel du lac en 2021 pour ce paramètre.

La concentration de phosphore atteint son pic saisonnier le 19 juillet avec une valeur de 0,050 mg/l. Cette donnée est prise en temps mi-humide (**Annexe 1**). Cependant, les valeurs prises les 6 juillet et 10 août 2021 sont respectivement des valeurs de 0,020 et 0,036 mg/l. Or, les données prises au lac Boivin en période estivale montrent habituellement des valeurs de phosphore plus élevées. Ainsi, ces deux données, plutôt basses par rapport au restant de la saison, semblent particulières (contrairement au résultat du 25 octobre 2021, avec 0,020 mg/l qui respecte une tendance normale). Avec les nombreuses canicules vécues en 2021, et donc, le faible taux de précipitations, il est probable que le temps de renouvellement de l'eau du lac Boivin, c'est-à-dire le temps que met l'eau captée par le lac à se renouveler, ait augmenté. Généralement, la concentration en phosphore est inversement proportionnelle à la longueur du temps de renouvellement. En effet, plus le temps de séjour de l'eau est long et plus la quantité de phosphore ayant eu le temps de sédimenter est grande. Cette explication aux données de cette année demeure incertaine. La période estivale, est un moment opportun pour la pratique d'activités nautiques, telles que le canot et le kayak. À cette période, le lac Boivin vit aussi des épisodes de faucardage. L'été est donc une saison sujette à montrer un brassage intensifié de l'eau du lac et à la remise en suspension de ses sédiments. On s'attendrait donc à un relargage du phosphore contenu dans les sédiments ce qui viendrait augmenter les concentrations initiales de phosphore de la colonne d'eau. Considérant le faible nombre de sorties en temps de pluie ainsi qu'à l'absence de données de phosphore lors de la seule sortie terrain effectuée en temps de pluie (7 septembre 2021), il n'est pas possible d'observer le lien entre les précipitations et les concentrations de phosphore. Cependant, il est bon de se rappeler qu'une portion non négligeable de phosphore est issue du ruissellement à la suite de précipitations. Les valeurs basses de phosphore de cette année pourraient être ainsi liées à l'absence de précipitations (Annexe 1 - Précipitations à la station météorologique de Granby (7022800), 2021).

Comme pour 2019 et 2020, tous les prélèvements de 2021 dépassent le seuil de protection de 0,02 mg/l, sauf l'échantillon du 6 juillet qui est de 0,02 mg/l (**Tableau 9** et **Figure 4**). L'amplitude moyenne de dépassement est de 1,8 pour 2021. Cette valeur est la plus basse depuis 2011 avec les valeurs de 2012 et 2016 présentant également une amplitude de 1,8. La moyenne pluriannuelle

2010-2021 baisse donc à 0,046 mg/l (**Tableau 8**) par rapport à celle de 2010-2020 qui était de 0,047 mg/l. Les moyennes observées au cours des dernières années ne semblent toutefois pas montrer de tendance à la hausse ou à la baisse.

Le phosphore jouant un rôle crucial dans la production primaire, les résultats obtenus peuvent souvent expliquer ceux de la chlorophylle  $\alpha$  et de la transparence. Effectivement, au-dessus d'une certaine concentration et lorsque les conditions sont favorables (faible courant, transparence adéquate, etc.), il peut provoquer une croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques. Cependant, malgré la tendance habituelle, les résultats obtenus en 2021 ne permettent pas de démontrer une corrélation claire entre ces trois paramètres car les taux de chlorophylle  $\alpha$  ne semble étonnement pas varier selon la même tendance que ceux du phosphore. Il en allait de même pour la transparence. Il est donc difficile d'émettre une explication fiable quant aux liens potentiels pouvant lier les taux de phosphore aux taux de chlorophylle  $\alpha$  ainsi qu'à la turbidité ou la transparence, et ce considérant les valeurs très éparses de l'année 2021.

Les rejets ponctuels issus de sources urbaines, animales (présence de bernaches lors des sorties des mois de juillet et août), agricoles (liés aux périodes d'épandage et de fertilisation) ou industrielles demeurent les principales sources possibles de la variation du phosphore pour l'année 2021.

Tableau 8 Moyenne, classe trophique, dépassements et amplitude moyenne pour le phosphore total de 2010 à 2021

<b>PHOSPHORE TOTAL 2010-2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE</b>				
<b>Année</b>	<b>Moyenne (mg/l)</b>	<b>Classe trophique</b>	<b>Nombre de dépassements</b>	<b>Amplitude moyenne*</b>
2010	0,044	<b>Eutrophe</b>	5/5	2,2
2011	0,069	<b>Eutrophe</b>	5/5	3,5
2012	0,036	<b>Eutrophe</b>	10/10	1,8
2013	0,046	<b>Eutrophe</b>	10/10	2,3
2014	0,040	<b>Eutrophe</b>	10/10	2,0
2015	0,038	<b>Eutrophe</b>	9/9	1,9
2016	0,034	<b>Eutrophe</b>	9/10	1,8
2017	0,050	<b>Eutrophe</b>	10/10	2,5
2018	0,045	<b>Eutrophe</b>	7/7	2,3
2019	0,058	<b>Eutrophe</b>	11/11	2,9
2020	0,056	<b>Eutrophe</b>	11/11	2,8
2021	0,037	<b>Eutrophe</b>	9/10	1,8
2010-2021	0,046	<b>Eutrophe</b>	N/A	N/A

\*Nombre de fois supérieur au critère pour les dépassements (moy.)



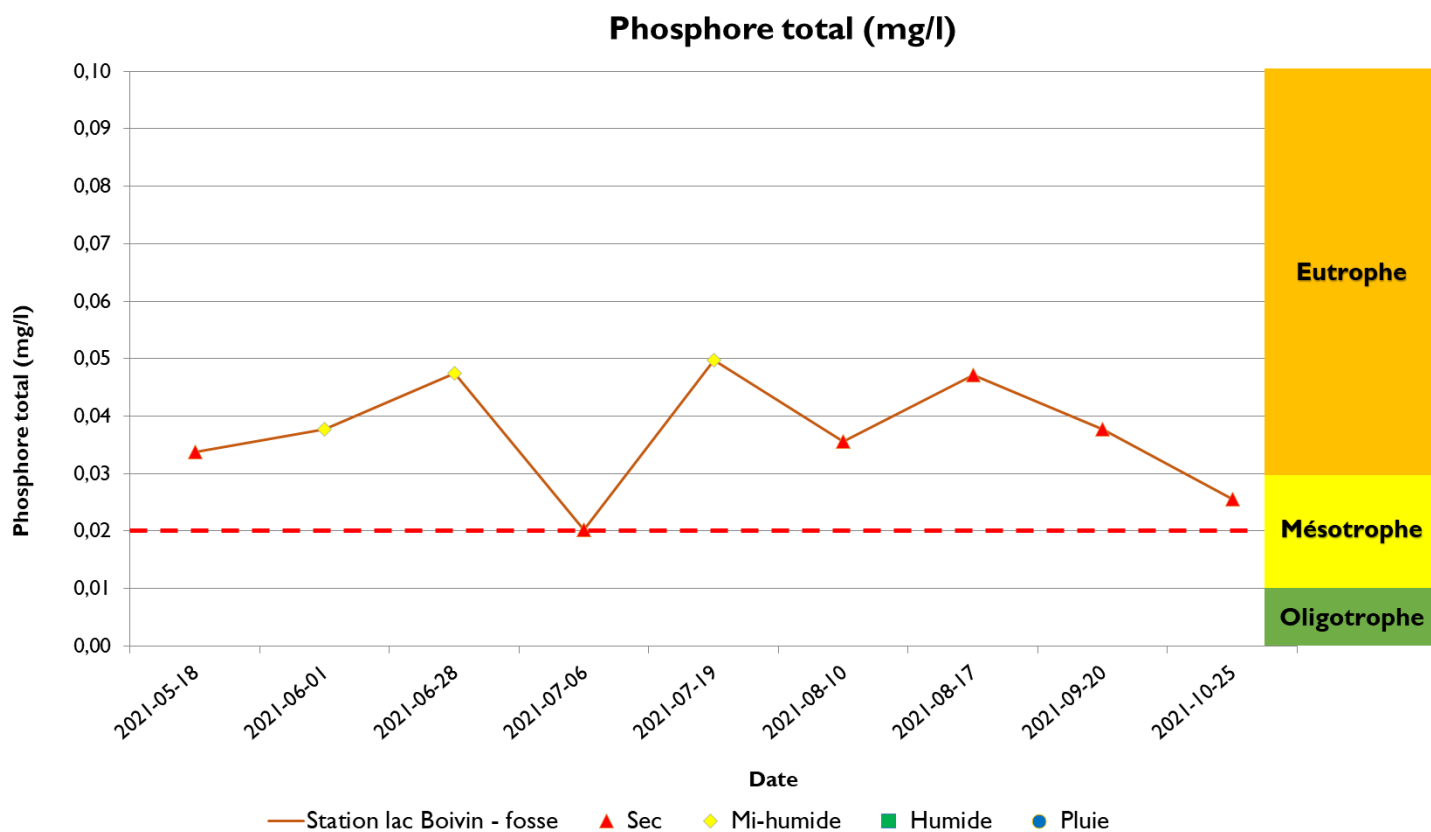


Figure 4 Concentration de phosphore total et classe trophique des prélèvements de 2021

Tableau 9 Concentration en phosphore total pour chacun des dix prélèvements en 2021

PHOSPHORE TOTAL EN 2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE	
Date	Phosphore total (mg/l)
18-05-21	0,034
01-06-21	0,038
28-06-21	0,047
06-07-21	0,020
19-07-21	0,050
10-08-21	0,036
17-08-21	0,047
07-09-21	ND
20-09-21	0,038
25-10-21	0,026

## Chlorophylle $\alpha$

La mesure de la chlorophylle  $\alpha$  est utilisée comme indicateur de la biomasse phytoplanctonique dans les eaux naturelles, car c'est un pigment contenu dans toutes les algues (à l'exception des cyanobactéries). Ce paramètre a été évalué en fonction de la classification trophique des lacs du MDDELCC (**Tableau 10**).

Tableau 10 Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs de chlorophylle  $\alpha$ . Adapté de Gouvernement du Québec (2021e)

Classes trophiques		Chlorophylle $\alpha$ ( $\mu\text{g/l}$ )
Classe principale	Classe secondaire (transition)	Moyenne
Ultra-oligotrophe		< 1
Oligotrophe		1 - 3
	<i>Oligo-mésotrophe</i>	2,5 - 3,5
Mésotrophe		3 - 8
	<i>Méso-eutrophe</i>	6,5 - 10
Eutrophe		8 - 25
Hyper-eutrophe		> 25

La valeur moyenne pour la chlorophylle  $\alpha$  en 2021 est de 7,88  $\mu\text{g/l}$  (arrondie à 7,9  $\mu\text{g/l}$ ), ce qui représente la valeur la plus basse depuis 2015 (7,80  $\mu\text{g/l}$ ) (**Tableau 11**). Il n'y a pas de tendance vers la hausse ou la baisse d'une année à l'autre. Cependant, depuis 2010, le lac se maintient entre la classe méso-eutrophe et la classe eutrophe (**Tableau 11**), mais semble davantage se tenir dans la classe eutrophe. La valeur moyenne annuelle 2021 (7,9  $\mu\text{g/l}$ ) est nettement inférieure à la moyenne pluriannuelle et classifie le lac comme étant méso-eutrophe. La moyenne pluriannuelle (2010-2021) se maintient à 11,5  $\mu\text{g/l}$  (**Tableau 11**) et place le lac Boivin dans la classe eutrophe (**Tableau 10**) ce qui correspond à la classe obtenue par l'analyse des valeurs de phosphore. Ainsi, la courbe de 2021 évolue dans la même tendance que celle des années antérieures. Des dix tournées d'échantillonnage, six montrent des données appartenant à la classe mésotrophe, dont cinq appartiennent à la classe méso-eutrophe, et quatre dates montrent des données appartenant à la classe eutrophe.

Dix échantillons ont été pris concernant ce paramètre durant l'année 2021. La valeur la plus élevée (12,80  $\mu\text{g/l}$ ) est atteinte le 18 mai. À titre comparatif, la valeur la plus élevée de 2020 fut atteinte le 14 juillet avec une concentration de 33,80  $\mu\text{g/l}$  (**Tableau 12**). Cette différence dans la saison pourrait s'expliquer par le printemps 2021 qui fut particulièrement chaud et parsemé de périodes caniculaires. Les températures chaudes, mélangées au brassage printanier (récemment terminé à cette date) et donc, au relargage du phosphore du lit au cours d'eau viennent s'ajouter à l'apport

en nutriments lié à l'épandage agricole printanier. Cette combinaison saisonnière de facteurs a pu venir jouer un rôle dans ce taux élevé de chlorophylle  $\alpha$  en début de saison.

Considérant les variations de température plutôt fréquentes lors de l'année 2021, il est difficile de voir une tendance claire dans les données de chlorophylle  $\alpha$ . Effectivement, dès le début de la saison, en mai 2021, jusqu'en août, les données varient beaucoup et ne montrent pas un jeu de données clair. Cependant, à partir de l'automne, la diminution habituelle du taux de chlorophylle  $\alpha$  est observée. Ces données sont d'ailleurs les plus basses de la saison concernant ce paramètre. Ceci s'explique, entre autres, par la diminution de la température de l'eau qui affecte défavorablement le développement des algues. La période d'ensoleillement étant moindre à cette période de l'année, ceci vient également avoir un impact sur la croissance des organismes photosynthétiques et donc, de la production de chlorophylle  $\alpha$ . Or, il pourrait aussi y avoir un lien entre les précipitations et les données de chlorophylle  $\alpha$ . Les périodes les plus pluvieuses semblent coïncider avec les taux les plus bas de chlorophylle  $\alpha$ . À l'inverse, les périodes les plus sèches semblent coïncider avec les plus hauts taux de chlorophylle  $\alpha$  (**Figure 5**). Ce phénomène pourrait être causé par une diminution de la quantité d'eau ce qui aurait comme conséquence d'augmenter la concentration des particules dans l'eau.

La tendance entre le phosphore et la chlorophylle  $\alpha$  ne peut malheureusement pas être confirmée pour 2021. Généralement, ces deux paramètres se suivent selon une tendance directement proportionnelle, mais, les données de cette année ne suivent pas cette tendance. Par exemple, lors de la sortie du 10 août, le résultat en phosphore a été le troisième plus bas de la saison par rapport au résultat de chlorophylle  $\alpha$  qui lui a été le deuxième plus élevé de la saison. La tendance directement proportionnelle s'explique généralement par une température chaude, qui, de concert avec le phosphore total, vient augmenter l'activité photosynthétique des organismes végétaux. Cela augmente la biomasse végétale présente dans le lac, et donc, la chlorophylle  $\alpha$ . Cependant, en 2021, à l'exception des variations importantes de température en période estivale, peu d'explications sont à suggérer concernant les données de cette année qui ne suivent pas une tendance typique.

En comparant les données de chlorophylle  $\alpha$  et de turbidité, il ne semble pas y avoir de corrélation entre ces deux paramètres. Pourtant, la turbidité augmente généralement la température de l'eau (Hébert & Légaré, 2000) ce qui devrait être favorable à la croissance des organismes photosynthétiques et donc à l'augmentation de la chlorophylle  $\alpha$ . Aussi, plus la chlorophylle  $\alpha$  augmente et plus on s'attend à la présence de particules d'origine végétale dans l'eau et donc une

eau plus turbide avec une mauvaise visibilité. Également, la tendance entre la transparence et le taux de chlorophylle  $\alpha$  devrait être inversement proportionnelle (l'augmentation de chlorophylle  $\alpha$  venant abaisser la transparence de l'eau), mais les données de 2021 ne présentent pas cette tendance. Effectivement, considérant que les données fluctuent trop, cette tendance est impossible à conclure pour l'année 2021. Cela dit, une eau très trouble laisse moins passer la lumière du soleil ce qui est défavorable à l'activité photosynthétique. Peut-être que l'absence de tendance et de corrélation entre la turbidité, la transparence et la chlorophylle  $\alpha$  s'explique par une interaction entre les facteurs présentés ci-haut.



**Figure 5 Forte présence de débris végétaux dans le lac augmentant la concentration de chlorophylle  $\alpha$  des prélèvements de 2021**

Tableau 11 Moyennes et classes trophiques pour la chlorophylle  $\alpha$  de 2010 à 2021

<b>CHLOROPHYLLE <math>\alpha</math> DE 2010-2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE</b>		
<b>Année</b>	<b>Moyenne (<math>\mu\text{g/l}</math>)</b>	<b>Classe trophique</b>
2010	8,2	Méso-eutrophe
2011	19,1	Eutrophe
2012	6,6	Méso-eutrophe
2013	7,2	Méso-eutrophe
2014	17,4	Eutrophe
2015	7,8	Méso-eutrophe
2016	11,1	Eutrophe
2017	21,5	Eutrophe
2018	8,1	Méso-eutrophe
2019	12,2	Eutrophe
2020	10,4	Eutrophe
2021	7,9	Méso-eutrophe
2010-2021	11,5	Eutrophe

Tableau 12 Concentration en chlorophylle  $\alpha$  pour chacun des dix prélèvements en 2021

<b>CHLOROPHYLLE <math>\alpha</math> EN 2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE</b>	
<b>Date</b>	<b>Chlorophylle <math>\alpha</math> (<math>\mu\text{g/l}</math>)</b>
18-05-21	12,80
01-06-21	6,24
28-06-21	9,18
06-07-21	8,95
19-07-21	6,98
10-08-21	10,70
17-08-21	7,80
07-09-21	7,41
20-09-21	4,06
25-10-21	4,71

## Carbone organique dissous

La plus grande partie du carbone organique des eaux naturelles est composée de substances humiques (par exemple, l'acide humique provenant des milieux humides) et de matière végétale et animale partiellement dégradées ainsi que de substances organiques provenant de divers effluents municipaux et industriels (Hébert et Légaré, 2000). La mesure du carbone organique dissous permet donc de suivre l'évolution d'une pollution organique dans les milieux aquatiques. La transparence de l'eau diminue avec l'augmentation de la concentration en carbone organique dissous. Aucun critère de qualité n'existe pour le carbone organique dissous (COD) dans l'eau de surface, mais la plage de variation habituelle est de 2,3 mg/l à 11,2 mg/l (Hébert et Légaré, 2000).

La moyenne annuelle de 2021, soit 6,1 mg/l, se situe dans la plage de variation habituelle (**Figure 6**) tout comme ce fut le cas pour les résultats des dix années précédentes et de la moyenne pluriannuelle 2010-2021 qui elle est demeurée à 6,4 mg/l (**Tableau 13**). La moyenne annuelle de 2021 est plus basse que celle de 2020 (6,9 mg/l) mais plus élevée que celle de 2019 (5,9 mg/l), de 2018 (6,1 mg/l) ou encore de 2017 (6,3 mg/l). Cette moyenne arithmétique fut déterminée en fonction de dix échantillons. Tous les échantillons de 2021 se positionnent dans la plage de variation habituelle (**Figure 6**). Les valeurs de COD se sont maintenues entre 5,2 mg/l et 7,8 mg/l avec un pic saisonnier atteint le 6 juillet et une valeur minimale atteinte les 10 août et 25 octobre (**Figure 6 et Tableau 14**). Les données se situent donc dans une fourchette normale de variation et aucune de celles-ci ne semble aberrante pour l'année 2021.

Les données de 2021 montrent un lien entre les valeurs de carbone organique dissous et la transparence de l'eau. Effectivement, plus la teneur en COD est importante et moins grande est la transparence. Dans le même ordre d'idée, un lien peut être fait entre le carbone organique dissous et la turbidité selon une tendance proportionnelle. Effectivement, plus le taux de carbone organique dissous est élevé, plus celui de la turbidité sera important. Ces deux tendances s'expliquent par le fait que la décomposition cause la présence de nombreuses particules dans la colonne d'eau venant embrouiller celle-ci et augmenter la turbidité.

Il y a également un lien visible entre le taux de chlorophylle  $\alpha$  présent dans le lac et celui du carbone organique dissous. La tendance observée en 2021 indique une augmentation conjointe entre la chlorophylle  $\alpha$  et le carbone organique dissous. Ceci s'explique par le fait que le carbone organique dissous est issu de la décomposition organique et que la chlorophylle  $\alpha$  reflète la production organique primaire (végétaux). Plus il y a de végétaux, donc de chlorophylle  $\alpha$  et plus il y a de COD résultant de la dégradation de ces végétaux.

Bien que les données de cette année ne permettent pas de le démontrer en raison des faibles précipitations de la saison estivale 2021, un lien possible existe entre la température, les précipitations et le taux de carbone organique dissous dans le lac Boivin. La valeur maximale (6 juillet 2021) de 7,8 mg/l, est obtenue par temps sec (plusieurs jours consécutifs sans pluie). Les données suggèrent des taux plus importants de carbone organique dissous en temps mi-humide ou sec, au début de la saison, soit lors des mois de mai, juin et juillet. Par la suite, les données demeurent plus basses jusqu'en octobre.

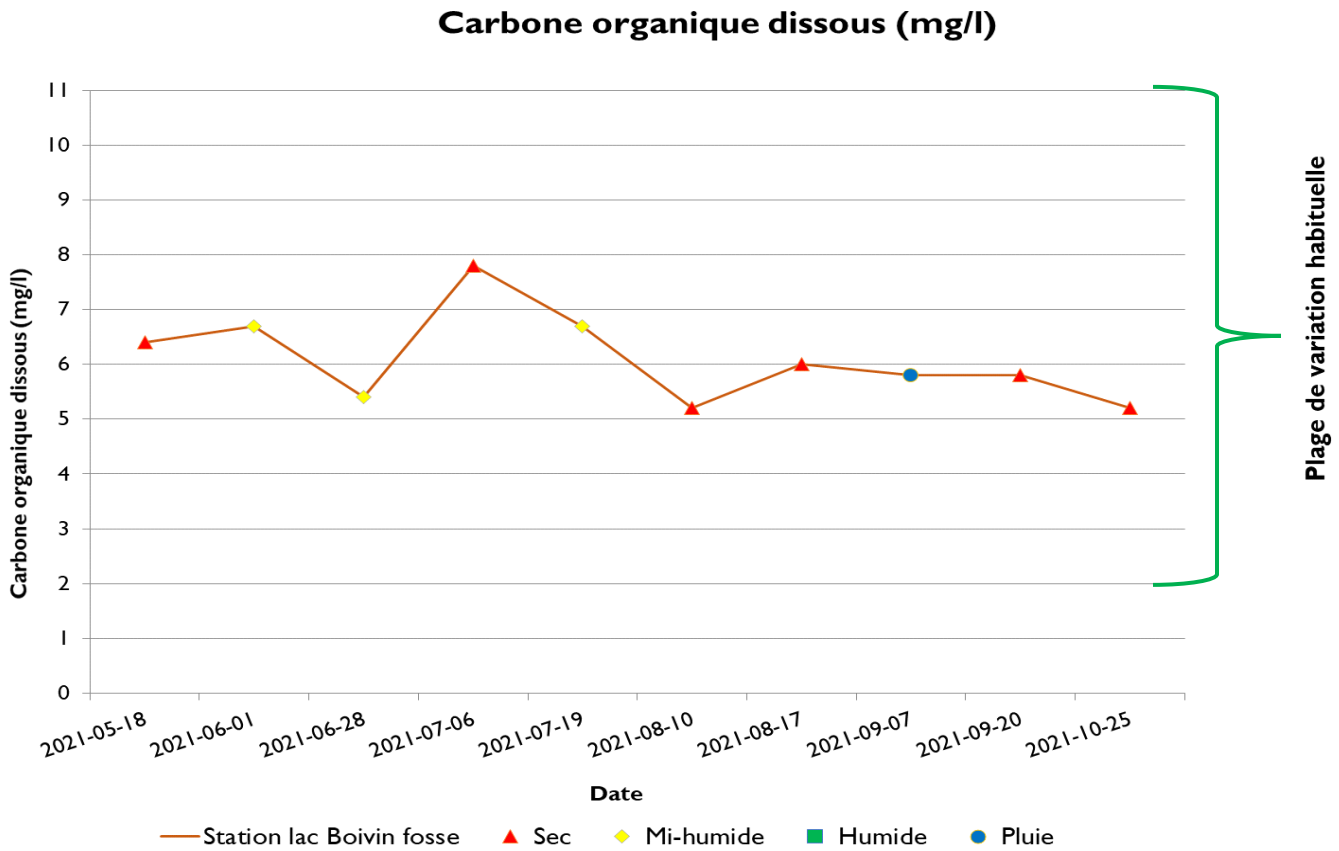


Figure 6 Concentration de carbone organique dissous des prélèvements de 2021

Tableau 13 Moyennes pour le carbone organique dissous mesuré de 2010 à 2021

<b>CARBONE ORGANIQUE DISSOUS DE 2010-2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE</b>	
<b>Année</b>	<b>Moyenne (mg/l)</b>
2010	6,2
2011	6,7
2012	5,6
2013	7,9
2014	5,7
2015	7,7
2016	5,6
2017	6,3
2018	6,1
2019	5,9
2020	6,9
2021	6,1
2010-2021	6,4

Tableau 14 Concentration de carbone organique dissous pour chacun des dix prélèvements en 2021

<b>CARBONE ORGANIQUE DISSOUS EN 2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE</b>	
<b>Date</b>	<b>Carbone organique dissous (mg/l)</b>
18-05-21	6,4
01-06-21	6,7
28-06-21	5,4
06-07-21	7,8
19-07-21	6,7
10-08-21	5,2
17-08-21	6,0
07-09-21	5,8
20-09-21	5,8
25-10-21	5,2



## Transparence

La transparence est fortement liée à la propriété de l'eau à transmettre la lumière. Plusieurs facteurs peuvent réduire la transparence de l'eau d'un lac. En plus de l'intensité lumineuse, la quantité et la nature des matières et des substances présentes dans l'eau jouent un rôle important. Toutefois, on observe que la transparence de l'eau diminue principalement en fonction de l'augmentation de la quantité d'algues en suspension. Puisque la quantité d'algues augmente avec la concentration en matières nutritives, il y a un lien entre la transparence de l'eau et l'état d'avancement de l'eutrophisation du lac (MDDEP et CRÉ Laurentides, 2007) (**Tableau 15**). La profondeur à laquelle disparaît et réapparaît le disque de Secchi à la vue de l'observateur est la méthode employée pour mesurer la transparence de l'eau.

Tableau 15 Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de transparence. Adapté de Gouvernement du Québec (2021e)

Classes trophiques		Transparence (m)
Classe principale	Classe secondaire (transition)	Moyenne
Ultra-oligotrophe		> 12
Oligotrophe		12 - 5
	<i>Oligo-mésotrophe</i>	6 - 4
Mésotrophe		5 – 2,5
	<i>Méso-eutrophe</i>	3 - 2
Eutrophe		2,5 – 1
Hyper-eutrophe		< 1

Selon le protocole du RSVL, lorsque le disque de Secchi touche au fond du lac lors d'une mesure (ou plus), c'est la profondeur de l'eau qui limite la mesure et non la transparence réelle. Par conséquent, aucune moyenne n'est calculée et cette variable ne peut être utilisée pour le classement trophique du lac. Au lac Boivin, une fontaine est localisée dans le secteur de la fosse, qui est associée à une profondeur approximative de 5,5 mètres. La station d'échantillonnage est positionnée à cet endroit. Étant donné la présence de cette fontaine, il est difficile d'échantillonner précisément au niveau de la fosse, d'où la possibilité que le disque de Secchi touche le fond à des profondeurs inférieures à 5,5 mètres. De façon à obtenir un portrait de la transparence du lac comparable d'une année à l'autre, une moyenne annuelle est tout de même calculée et celle-ci comprend les mesures touchant le fond. Il est pertinent d'avoir un portrait de la transparence au courant de la période échantillonnée. Par exemple, si la qualité de l'eau est mauvaise durant la majorité de celle-ci et que, tard dans la saison, le disque touche le fond du lac, il serait important malgré tout de considérer la mauvaise transparence qui a été relevée dans la presque totalité des cas. Cependant, il est bon de garder à l'esprit que, comme chaque lac possède une profondeur

différente, un lac ayant naturellement une profondeur de 4 mètres ne pourra jamais être oligotrophe selon les critères montrés plus haut. La classe trophique associée au lac par la transparence doit donc servir à titre indicatif seulement.

En 2021, la valeur moyenne de la transparence de l'eau est de 2,2 mètres (**Tableau 16**) ce qui situe le lac Boivin dans la classe secondaire méso-eutrophe. La moyenne pluriannuelle de 2010 à 2021 se maintient à 2,4 mètres ce qui classe également le lac Boivin dans la classe secondaire méso-eutrophe (**Tableau 15 et Tableau 16**). La limite du critère de protection des activités récréatives et esthétiques étant de 1,2 m (Gouvernement du Québec, 2021g), la qualité de l'eau du lac Boivin est acceptable pour la durée totale de la saison d'échantillonnage 2021. En effet, la plus faible donnée de transparence est enregistrée le 6 juillet avec une transparence de 1,4 mètres. La meilleure transparence est celle du 10 août avec une valeur de 3,9 mètres (**Tableau 17**). Il est cependant important de prendre en compte que la fontaine était absente à deux reprises, c'est-à-dire le 10 août et le 25 octobre. Ainsi, la meilleure donnée de transparence, prise le 10 août peut s'expliquer par l'absence de la fontaine et une meilleure vision en profondeur du disque de Secchi. Effectivement, la présence de ridules causées par la fontaine vient embrouiller le cours d'eau et rendre la mesure plus difficile. L'absence de fontaine aide donc à obtenir une donnée plus véridique concernant la transparence réelle du lac Boivin. La présence de soleil et de nuages peut également venir faire varier les données de transparence en raison des reflets sur l'eau.

Concernant l'échantillonnage du 25 octobre, la faible transparence peut s'expliquer par le fait que la donnée n'est pas prise directement à la fosse, mais bien à côté, ceci expliquant la faible profondeur. Généralement, à cette période de l'année, la donnée de transparence devrait présenter une profondeur plus grande que la donnée prise lors de la sortie du 25 octobre. Également, les données de transparence sont à prendre avec prudence malgré leur répartition assez uniforme (à l'exception des données prises lors de l'absence de la fontaine), car divers utilisateurs ont pris les mesures de transparence à l'aide du disque de Secchi au fil de la période d'échantillonnage de 2021. Ces utilisateurs ne possédant pas tous la même acuité visuelle, il peut survenir un biais de lecture. En résumé, durant la saison estivale 2021, le lac a varié entre mésotrophe et eutrophe en restant toutefois principalement dans la sous-classe méso-eutrophe (**Figure 7**).

Tel qu'il est attendu, les données de 2021 montrent une tendance inversement proportionnelle entre la turbidité et la transparence. Effectivement, plus la turbidité est importante, moins la transparence est bonne et inversement. La donnée de turbidité la plus médiocre, soit 2,45 (UTN), concorde avec la plus faible donnée de transparence qui est de 1,4 mètre. Ces deux données sont

prises le 7 juillet. Cette époque de la saison d'échantillonnage possède généralement de mauvaises données de transparence en raison de la température élevée, du niveau de l'eau plus bas et des concentrations en phosphore qui viennent contribuer au développement des plantes et microorganismes photosynthétiques dans le lac. C'est ainsi que les données de chlorophylle  $\alpha$  peuvent être comparées avec celles de transparence selon une tendance inversement proportionnelle. Effectivement, plus la concentration en chlorophylle  $\alpha$  est importante (et donc, des organismes photosynthétiques en suspension dans la colonne d'eau), plus la turbidité est importante et moins la transparence l'est. Les données de l'année viennent appuyer cette idée. En tenant compte que la chlorophylle  $\alpha$  vient influencer les taux de carbone organique dissous, la même tendance inversement proportionnelle peut être appliquée entre le carbone organique dissous et la transparence. De ce fait, plus le carbone organique dissous augmente, moins la transparence sera bonne et plus sa valeur sera basse. Considérant que la chlorophylle  $\alpha$  soit grandement influencée par les taux de phosphore présents dans un cours d'eau, un lien peut être établi entre la transparence attendue et les taux de phosphore. Il est donc prévu qu'un lac présentant des taux de phosphore élevés le rendant eutrophe aura, du fait-même, une transparence appartenant très probablement à la classe eutrophe.

De façon générale, la transparence est bonne (mésio-eutrophe) au début de la saison estivale (mai et juin) pour ensuite décliner au mois de juillet en devenant eutrophe et en revenant méso-eutrophe pour le restant de la période d'échantillonnage (août à octobre). La tendance semble suivre une courbe normale, à l'exception des données prises lors de l'absence de la fontaine (10 août et 25 octobre).

Les données de cette année et des années antérieures suggèrent qu'il pourrait y avoir un lien entre les concentrations en coliformes fécaux et la baisse de transparence lors des derniers échantillonnages automnaux de l'année. Effectivement, une teneur plus élevée en coliformes fécaux viendrait influencer la teneur en carbone organique dissous, qui lui influencerait la transparence de l'eau.

Il n'est pas possible d'établir un lien entre les précipitations et les données de transparence considérant le faible jeu de données en temps de pluie ainsi que l'absence de tendance claire pour l'année 2021 (**Figure 7**). Finalement, les résultats de transparence peuvent être influencés par le brassage printanier en raison des périodes de crue et du fort ruissellement des eaux de surface chargées en nutriments. Cela vient alimenter le lac et le phosphore total, qui, de concert avec les températures chaudes estivales, vont favoriser le développement de la biomasse végétale et, donc,

de la chlorophylle  $\alpha$ . Cette dernière va, pour sa part, augmenter la teneur en COD dans le cours d'eau lors de la dégradation de la biomasse végétale, donnant une apparence à l'eau davantage brune et chargée en particules en suspension (augmentant donc la turbidité). Également, la présence de coliformes fécaux peut avoir un impact sur la teneur en COD et sur les particules en suspension. Tous ces paramètres influenceront la transparence de l'eau.

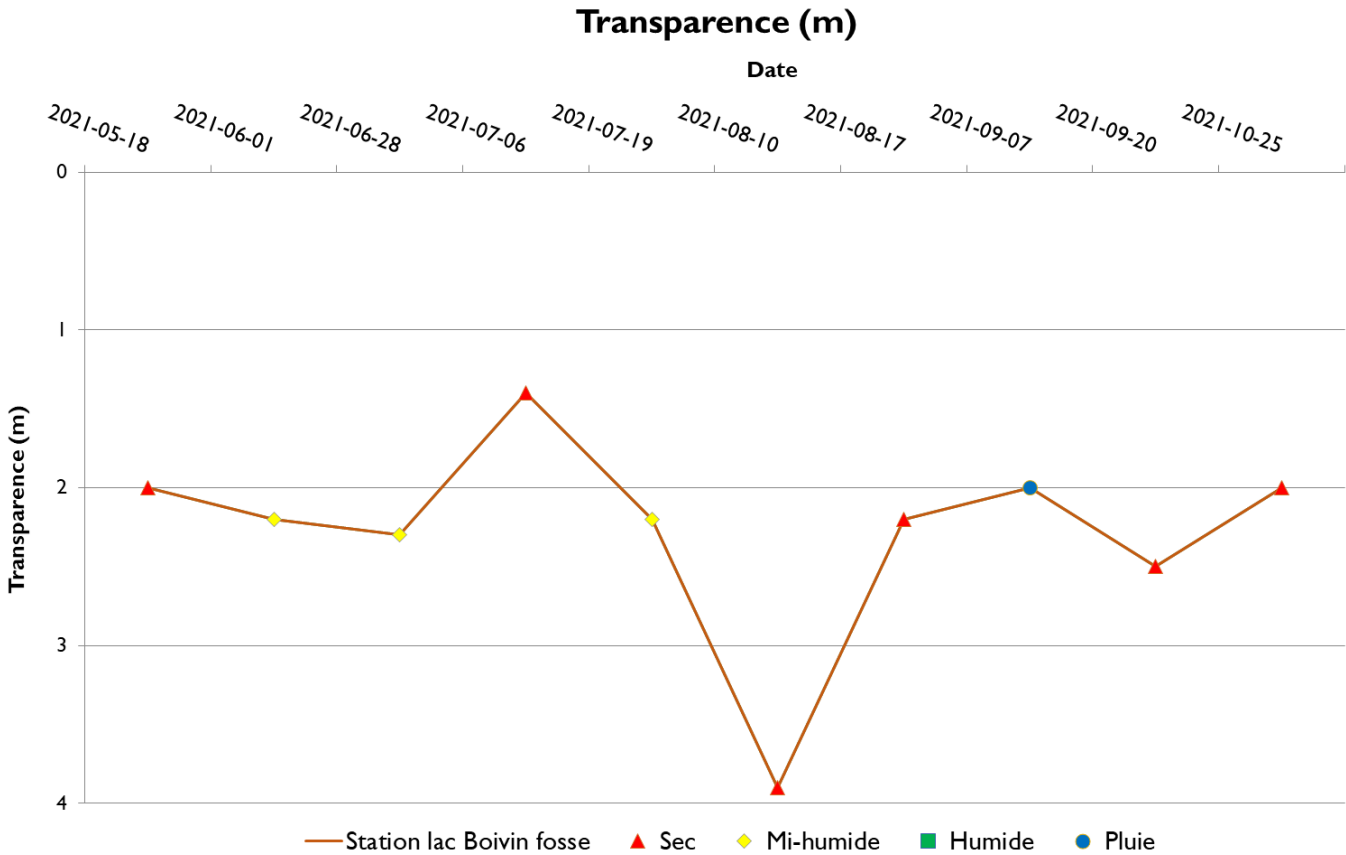


Figure 7 Transparence des prélèvements de 2021

Tableau 16 Moyennes et classes trophiques pour la transparence de 2010 à 2021

<b>TRANSPARENCE 2010-2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE</b>		
<b>Année</b>	<b>Moyenne (m)</b>	<b>Classe trophique</b>
2010	2,2 <sup>F</sup>	<b>Méso-eutrophe</b>
2011	1,1	<b>Eutrophe</b>
2012	2,4	<b>Méso-eutrophe</b>
2013	2,6	<b>Méso-eutrophe</b>
2014	3,0 <sup>F</sup>	<b>Méso-eutrophe</b>
2015	2,9 <sup>F</sup>	<b>Méso-eutrophe</b>
2016	2,7	<b>Méso-eutrophe</b>
2017	2,2	<b>Méso-eutrophe</b>
2018	2,5	<b>Méso-eutrophe</b>
2019	2,2	<b>Méso-eutrophe</b>
2020	2,4	<b>Méso-eutrophe</b>
2021	2,2	<b>Méso-eutrophe</b>
2010-2021	2,4	<b>Méso-eutrophe</b>

Tableau 17 Mesures de transparence pour chacun des dix prélèvements en 2021

<b>TRANSPARENCE EN 2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE</b>	
<b>Date</b>	<b>Transparence (m)</b>
18-05-21	2,0
01-06-21	2,2
28-06-21	2,3
06-07-21	1,4
19-07-21	2,2
10-08-21	3,9
17-08-21	2,2
07-09-21	2,0
20-09-21	2,5
25-10-21	2,0

<sup>F</sup> Le disque de Secchi a touché le fond du lac à une reprise en 2010 et 2014 ainsi qu'à deux reprises en 2015. Ces données ont été considérées dans la moyenne annuelle.

### Paramètres de la multisonde (oxygène dissous et pH)

Les paramètres mesurés à l'aide de la multisonde permettent d'obtenir des résultats complémentaires aux paramètres mesurés en laboratoire (coliformes fécaux, phosphore total, chlorophylle  $\alpha$ , carbone organique dissous) et à l'aide du disque de Secchi (transparence). Un turbidimètre est utilisé afin de calculer la turbidité présente dans les échantillons d'eau. Quant à elle, la multisonde permet d'obtenir des valeurs de température, de conductivité, d'oxygène dissous et de pH. Dans ce rapport, seuls les résultats d'oxygène dissous et de pH seront discutés, puisque ceux-ci sont les seuls paramètres détenant des critères de protection en fonction des usages (**Tableau 18**). Les recommandations pour la qualité de l'eau, aux fins de la protection de la vie aquatique, établissent que les conditions sont acceptables à la survie des organismes aquatiques au stade adulte lorsque la valeur de l'oxygène dissous est supérieure à 6,5 mg/l dans les écosystèmes d'eau froide (CCME, 1999). Or, durant la période d'échantillonnage 2021, la valeur d'oxygène dissous est descendue sous 6,5 mg/l lors de deux sorties, respectivement le 28 juin et le 10 août. Le plus bas niveau est atteint le 10 août avec une concentration de 5,70 mg/l. Au contraire, le taux le plus élevé d'oxygène dissous est observé le 1<sup>er</sup> juin avec une valeur de 8,63 mg/l. (Tableau 18). Ce dernier résultat demeure un peu étonnant vu la période dans laquelle il survient, mais reste plausible et explicable par l'effet de brassage survenant au printemps. La donnée du 20 septembre, soit 10,12 mg/l, a été exclue de la plage de données considérant son caractère très élevé par rapport au restant des données. Le changement du capteur d'oxygène dissous au mois de septembre peut d'ailleurs expliquer cette variation si marquée. La donnée du 18 mai n'est pas retenue considérant l'absence de donnée en mg/l (donnée d'oxygène dissous seulement disponible en pourcentage). Comme l'oxygène dissous varie, entre autres, en fonction de la température, ce paramètre est analysé. Les autres années, une tendance claire se dessinait entre les températures les plus froides ( $< 21,5$  °C) et les valeurs d'oxygène dissous les plus hautes (entre 9 et 12 mg/l). Or, cette année, la relation entre ces deux paramètres n'est pas aussi évidente, les données étant généralement plus basses que les années précédentes. Cependant, le sens de la tendance reste le même, c'est-à-dire que, de façon générale, plus les températures sont froides, plus hautes seront les données d'oxygène dissous. Aucun lien ne peut être clairement établi entre les précipitations et l'oxygène dissous considérant le faible nombre de données en temps de pluie, ainsi que le fait que les données sont très diverses selon les différents temps (temps secs ou temps pluvieux) (**Annexe I - Précipitations à la station météorologique de Granby (7022800), 2021**).

Pour ce qui est du pH, la plage de protection des activités récréatives et de l'esthétique se situe entre 6,50 et 8,50 (Gouvernement du Québec, 2021h). Aucune donnée de 2021 ne dépasse le seuil inférieur de cette plage de données. En revanche, le seuil supérieur est lui dépassé à sept reprises, ce qui est imposant considérant le nombre total de sorties qui est de dix. Les données montrant un dépassement du seuil supérieur varient selon une plage de pH de 8,68 à 9,29 (**Tableau 18**). En raison de son caractère particulièrement élevé, la donnée du 17 août, soit 9,29, est rejetée. Comme le pH tend à augmenter avec l'activité photosynthétique (CRE Laurentides, 2007), un lien peut ordinairement être fait avec les taux de chlorophylle  $\alpha$  ainsi que ceux du carbone organique dissous (lui-même influencé par la chlorophylle  $\alpha$ ). Or, pour l'année 2021, aucune corrélation claire n'est observée.

Tableau 18 Mesures des paramètres de la multisonde pour chaque sortie en 2021

<b>TEMPÉRATURE, OXYGÈNE DISSOUS ET PH EN 2021 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE</b>			
<b>Date</b>	<b>Température de l'eau (°C)</b>	<b>Oxygène dissous (mg/l)</b>	<b>pH</b>
18-05-21	16,2	ND*	8,17
01-06-21	16,5	8,63	8,08
28-06-21	22,5	6,01	8,78
06-07-21	20,9	7,13	8,68
19-07-21	23,0	7,41	8,76
10-08-21	24,6	5,70	8,84
17-08-21	23,9	6,77	9,29*
07-09-21	18,6	7,59	8,18
20-09-21	18,1	10,12*	9,17
25-10-21	10,0	7,16	8,70
<b>Moyenne 2021</b>	<b>19,4</b>	<b>7,39</b>	<b>8,67</b>

\* Étant des données trop différentes des autres, celles-ci ont été qualifiées d'aberrantes et ont été exclues lors de la détermination de la tendance.

Il est important de noter que, suivant divers aléas techniques, certaines données de la multisonde sont à considérer avec précaution pour l'année 2021. Effectivement, l'utilisation, la calibration et l'entreposage ayant été réalisés par diverses techniciennes terrain, il est donc possible que cela ait créé un biais lors de l'échantillonnage. Le changement du capteur d'oxygène dissous au mois de septembre peut également venir expliquer certaines variations des données d'oxygène dissous. Également, l'utilisation de deux sondes multiparamètres (prêt de Hoskins Scientifics en début de saison à cause du bris de la sonde de l'OBV Yamaska), peut générer un biais puisque ces deux sondes n'offrent pas nécessairement la même efficacité en raison de leur différente ancienneté. Le fait d'avoir pris des échantillons durant la présence ou l'absence de la fontaine peut également venir affecter certaines données, la fontaine venant oxygéner cette portion du lac.



## Conclusion et recommandations

La campagne d'échantillonnage 2021 a permis de poursuivre la collecte de données pour le lac Boivin. Ce suivi pluriannuel sur dix ans nous permet de confirmer que le lac Boivin est dans un stade d'eutrophisation relativement avancé, se situant entre les classes trophiques méso-eutrophe et eutrophe selon les éléments analysés. Selon Simoneau et al. (2004), la chlorophylle  $\alpha$  serait le meilleur indicateur de l'état trophique d'un lac lorsque les signaux en provenance des différents paramètres seraient discordants comme c'est le cas pour le lac Boivin.

En effet, pour chaque année depuis 2010, le lac est eutrophe en ce qui concerne le phosphore et dans la classe de transition méso-eutrophe pour la transparence, à l'exception de 2011. La situation est plus complexe pour la chlorophylle  $\alpha$  : en 2010, 2012, 2013, 2015 et 2018, la classe trophique associée à ce paramètre était méso-eutrophe, alors qu'elle était plutôt eutrophe en 2011, 2014, 2016, 2017, 2019, 2020 et 2021. En consultant le **Tableau 19**, qui détaille la classe trophique par année et par paramètre depuis 2010, aucune tendance significative n'est observée dans l'évolution des classes trophiques mesurées à la fosse du lac Boivin, et ce, même en ne prenant en considération que la chlorophylle  $\alpha$ .

Tableau 19 Classes trophiques par paramètres de 2010 à 2021

CLASSES TROPHIQUES LIÉES AU PHOSPHORE, À LA CHLOROPHYLLE $\alpha$ ET À LA TRANSPARENCE DE 2010 À 2021			
Année	Phosphore	Chlorophylle $\alpha$	Transparence
2010	Eutrophe	Méso-eutrophe	Méso-eutrophe
2011	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe
2012	Eutrophe	Méso-eutrophe	Méso-eutrophe
2013	Eutrophe	Méso-eutrophe	Méso-eutrophe
2014	Eutrophe	Eutrophe	Méso-eutrophe
2015	Eutrophe	Méso-eutrophe	Méso-eutrophe
2016	Eutrophe	Eutrophe	Méso-eutrophe
2017	Eutrophe	Eutrophe	Méso-eutrophe
2018	Eutrophe-	Méso-eutrophe	Méso-eutrophe
2019	Eutrophe	Eutrophe	Méso-eutrophe
2020	Eutrophe	Eutrophe	Méso-eutrophe
2021	Eutrophe	Eutrophe	Méso-eutrophe

\* Les classes trophiques du phosphore et de la chlorophylle  $\alpha$  de 2010 et 2011 sont basées sur cinq données et celles du phosphore de 2018 sur sept données, Toutes les autres classes trophiques (phosphore, chlorophylle  $\alpha$  et transparence) sont basées sur neuf ou dix données par saison.

Pour ce qui concerne les critères de qualité de l'eau de surface, rappelons que le phosphore a dépassé le critère de protection des activités récréatives et de l'esthétique pour tous les prélèvements depuis 2010 à l'exception des prélèvements du 17 octobre 2016 et du 7 juillet 2021. Il n'y a eu aucun dépassement du critère pour les contacts directs en ce qui concerne *E. coli*. (ou les coliformes thermotolérants) depuis 2012. Le **Tableau 20** présente les classes de qualité pour le phosphore et les coliformes fécaux ainsi que le pourcentage et l'amplitude des dépassements de ces deux paramètres depuis 2010.

Le pH, mesuré à l'aide d'une multisonde, a excédé par moment le seuil supérieur pour la protection des activités récréatives et de l'esthétique. La plage de pH acceptable se situe entre 6,5 et 8,5. Toutes les données de 2021 étaient dans cette plage ou supérieures à 8,5. Qui plus est, cette année, l'oxygène dissous est descendu sous le critère pour la vie aquatique (étant minimalement de 6,5 mg/l) lors d'une période englobant deux sorties, c'est-à-dire les 28 juin et 10 août, ayant respectivement des taux de 6,01 mg/l et 5,70 mg/l. (**Tableau 18**). Or, comme il est mentionné précédemment, ces données sont à interpréter avec précaution.

Tableau 20 Classes de qualité et dépassements de critères pour le phosphore et les coliformes fécaux (incluant *E. coli*) de 2010 à 2021

Année	Phosphore			Coliformes thermotolérants (fécaux) et <i>E. coli</i>		
	Classe de qualité	Nombre de dépassements	Amplitude moyenne	Classe de qualité	Nombre de dépassements	Amplitude moyenne
2010	Eutrophe	100 %	2,2	N/D	N/D	N/D
2011	Eutrophe	100 %	3,5	C	22,22 %	2,9
2012	Eutrophe	100 %	1,8	A	0	—
2013	Eutrophe	100 %	2,3	B	0	—
2014	Eutrophe	100 %	2,0	B	0	—
2015	Eutrophe	100 %	1,9	A	0	—
2016	Eutrophe	90%	1,8	A	0	—
2017	Eutrophe	100 %	2,5	A	0	—
2018	Eutrophe	100 %	2,3	A	0	—
2019	Eutrophe	100 %	2,9	A	0	—
2020	Eutrophe	100 %	2,8	A	0	—
2021	Eutrophe	90 %	1,8	A	0	—

### Suivi de la qualité de l'eau

Il est recommandé de poursuivre le suivi de la qualité de l'eau en 2022, comme l'indique l'action 6.1.6 du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* (6.1.6 Poursuivre l'échantillonnage de l'eau à la fosse du lac Boivin) (Ville de Granby, 2015a). L'obtention de données sur plusieurs années permet d'établir un portrait plus réaliste de l'état du lac, en limitant la variabilité des résultats qui est associée aux conditions météorologiques et au taux de renouvellement extrêmement rapide du lac. Par le fait même, il est donc important de conserver le nombre de prélèvements à minimalement dix, soit environ un échantillonnage aux deux semaines et ce, de mai à octobre.

De façon à évaluer la qualité de l'eau et l'état trophique des cours d'eau, il est aussi possible d'effectuer un suivi à l'aide de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC). Les diatomées, des petites algues ordinairement brunâtres retrouvées dans le fond des cours d'eau, sont d'excellents indicateurs de la qualité de l'eau et du degré d'eutrophisation des cours d'eau du fait de leur sensibilité aux nutriments, plus particulièrement l'azote et le phosphore, ainsi qu'à la matière organique (Campeau, 2010).

### La possible ouverture d'une plage au lac Boivin

La Ville de Granby est présentement en évaluation de la possibilité d'ouvrir une plage publique au lac Boivin. Pour s'assurer du bienfondé de cette initiative, il est préférable de bonifier le suivi de la qualité de l'eau du lac Boivin en augmentant le nombre de stations d'échantillonnage et le nombre de paramètres analysés. Cette bonification permettrait de, premièrement, confirmer que les données prises à la fosse sont représentatives de l'ensemble du lac et de, deuxièmement, avoir le suivi le plus fiable possible pour assurer une baignade sécuritaire et de qualité. Il est donc suggéré

d'ajouter un suivi IQBP6 en amont, à la fosse et en aval du lac ainsi qu'un suivi des coliformes et des cyanobactéries à la localisation prévue pour la future plage.

### **Pratiques agricoles**

Comme il est mentionné dans le *Plan Vert* de la Ville de Granby (2008), le territoire de la Ville est constitué à 45 % de superficies agricoles. De plus, une bonne superficie du territoire du bassin versant du lac Boivin est utilisée à des fins agricoles. Le *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* propose plusieurs actions afin de réduire la pollution diffuse d'origine agricole. À la suite de l'identification des secteurs problématiques pour la pollution ponctuelle et diffuse, par l'entremise de la campagne de caractérisation hydrologique et d'échantillonnage spatial en cours, il serait possible de promouvoir une amélioration des pratiques dans ces secteurs. Cela se ferait en accord avec l'action 6.2.12 qui vise à poursuivre le programme de soutien du milieu agricole pour réduire l'apport d'éléments nutritifs et de sédiments (Ville de Granby, 2015b), programme qui encourage les cultures de couverture et des ouvrages tels que des bandes riveraines et des haies brise-vent. Également, les actions du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* 6.2.4 (Aménager des ouvrages agricoles visant le traitement des eaux chargées en éléments nutritifs, l'étape suivant la réalisation de l'action 6.1.3) et 6.2.8 (Évaluer la possibilité de créer des bassins de sédimentation dans le ruisseau Bouchard au sud du boulevard David-Bouchard) (Ville de Granby, 2015a) seraient de mise.

Le projet collectif du lac Boivin dirigé par l'OBV Yamaska permet de coordonner les efforts en milieu agricole sur tout le territoire du lac Boivin. Il est fortement recommandé que la Ville de Granby poursuive sa collaboration avec l'OBV Yamaska et les autres partenaires du projet collectif et maintienne son aide financière pour la diminution de la pollution d'origine agricole.

### **Milieux humides**

Les milieux humides sont des zones écologiques importantes, non seulement pour le maintien de la biodiversité, mais également pour leurs rôles d'épuration et de régulation des niveaux d'eau. Plusieurs milieux humides se retrouvent en amont du lac Boivin et jouent un rôle de filtre contre les nutriments se dirigeant vers les eaux du lac. Certains milieux humides sont entourés de quartiers résidentiels ou sont à proximité de zones en développement. Il est donc recommandé d'assurer qu'il n'y ait aucune perte nette de milieux humides en réalisant l'action 5.1.4 du *Plan*

*d'action pour l'avenir du lac Boivin* (Élaborer un plan de conservation des milieux naturels dans le Corridor bleu et vert de la Haute-Yamaska (5.1.1, 5.1.2 et 5.1.3)) (Ville de Granby, 2015a).

### **Gestion des eaux de ruissellement et contrôle de l'érosion**

L'érosion et les eaux de ruissellement sont des problématiques associées tout particulièrement aux matières en suspension. Des surfaces mises à nu par des chantiers de construction, des travaux de voirie, des enrochements de ponceaux, des routes non asphaltées ainsi que l'absence de barrières de rétention de sédiments peuvent occasionner l'apport de particules dans les cours d'eau.

Considérant le développement ayant lieu sur le territoire de la Ville, il est fortement conseillé d'implanter des mesures de contrôle de l'érosion appropriées telles que les actions 6.2.11 (Favoriser l'aménagement des fossés de drainage en noue végétalisée pour les nouveaux secteurs développés) et 6.2.5 (Aménager des seuils dans les fossés de routes). Il est suggéré de privilégier les secteurs de la rue David Bouchard (nord du CINLB) et de la rivière Yamaska nord (en amont du lac Boivin), (étape suivant la réalisation de l'action 6.1.3) du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* (Ville de Granby, 2015a). Également, il faut empêcher la destruction ou l'empiétement dans la bande riveraine sur une largeur de 10 à 15 mètres. Finalement, une gestion des eaux de pluie (Action 6.2.6 Gestion des eaux pluviales des fossés urbains) peut être favorable afin de contrer l'apport en sédiments souvent relié aux fortes variations de débit.

### ***Sensibilisation, communication et concertation***

Une campagne de sensibilisation auprès des riverains et des autres acteurs de l'eau reste une action importante dans le but de les informer de l'importance de la conservation du milieu et des conséquences de leurs actions sur les cours d'eau et le lac Boivin. De plus, il est souhaitable de faire réaliser aux citoyens qu'un riche environnement les entoure et peut-être ainsi permettre une mobilisation de la population et des acteurs locaux pour améliorer la qualité de l'eau. Le plan de communication et de sensibilisation prévu à l'action 4.3.1 dans le *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* (Ville de Granby, 2015a) s'inscrit parfaitement dans cette orientation.

Également, compte tenu de l'engouement pour la rencontre d'information citoyenne de 2021, il serait pertinent de tenir à nouveau en 2022 une rencontre permettant de présenter l'ensemble des suivis et des projets réalisés par la Ville et les partenaires du lac Boivin permettrait d'informer et de sensibiliser la population sur l'état de la situation et les actions envisagées afin de réhabiliter le lac (Action 4.3.3 du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* (Ville de Granby, 2015a).

Enfin, comme 88 % du bassin versant du lac Boivin est à l'extérieur du territoire de la Ville de Granby, il est recommandé de favoriser une gestion intégrée de l'eau en assurant une concertation entre l'OBV Yamaska et la MRC de La Haute-Yamaska ainsi que les municipalités se trouvant en amont. Ceci correspond à l'action 4.2.1 du *Plan d'action pour le lac Boivin* (Harmoniser le Plan d'action du lac Boivin avec les Plans d'action de la MRC de La Haute-Yamaska, le PDE du bassin versant de la Yamaska et le Schéma d'aménagement et de développement de la MRC de La Haute-Yamaska) (Ville de Granby, 2015a).

## Références

**BROUILLETTE D., 2010**, La gestion des eaux de baignade. Un monde de différences! Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, Vecteur environnement, mai 2010, 4 p.

**CAMPEAU S., 2010**, Suivi biologique des cours d'eau du bassin versant de la rivière Yamaska à l'aide de l'indice IDEC, Rapport déposé au Conseil de gestion du bassin versant de la Yamaska (COGEBY), Université du Québec à Trois-Rivières, janvier 2010, 19 p.

**CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME), 1999**, Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique – oxygène dissous (eau douce), Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, Le Conseil, 7 p.

**CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (CEAEQ), 2014**, Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants (fécaux) et confirmation à l'espèce *Escherichia coli* : méthode par filtration sur membrane, MA, 700 – Fec.Ec I.0. Rév. 5, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 20 p.

**CRE LAURENTIDES, 2007**, Le pH, 3 p.

**DROLET S., 2014**, Connaître le lac Boivin pour mieux agir, Ville de Granby.

**GENDRON M., J. ROCHON et R. RACINE, 2001**, Histoire de Granby, Granby, Société d'histoire de la Haute-Yamaska.

**GOVERNEMENT DU QUÉBEC, 2013**, Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac, Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), ISBN 978-2-550-67327-9 (PDF), 30 p. + 1 annexe.

**GOVERNEMENT DU QUÉBEC, 2021a**, Réseau de surveillance volontaire des lacs – Résultats de la qualité de l'eau, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/index.asp>

—, **2021b**, Le Réseau de surveillance volontaire des lacs – Description du programme, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.htm>

—, **2021c**, Données climatiques – Sommaire de données climatiques (tableau), Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/donnees/sommaire.asp>

—, **2021d**, Programme Environnement-Plage, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL : <https://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/env-plage/>

—, **2021e**, Le Réseau de surveillance volontaire des lacs – Les méthodes, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/EAU/rsvl/methodes.htm>

—, **2021f**, Le Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) – État de situation sur les résultats de phosphore dans les lacs du réseau, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/etat-situation-phosphore.htm>

—, **2021g**, Critères de qualité de l'eau de surface – transparence, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL [https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S0459](https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0459)

—, **2021h**, Critères de qualité de l'eau de surface – pH, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL [https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S0381](https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0381)

**HÉBERT S., et S., LÉGARÉ, 2000**, Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq n° ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p., et 3 annexes.

**INRS-EAU, 1976**, Étude intégrée de la qualité des eaux des bassins versants des rivières Saint-François et Yamaska, Volume 2 : secteur des substances nutritives, Québec, INRS-Eau, Ministère des Richesses naturelles, ISBN 2-89146-055-3, 288 p.

**LA VIOLETTE N., 1999**, Le bassin versant de la rivière Yamaska : les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu, section 6, dans ministère de l'Environnement (éd.),



Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique, Québec : Direction des écosystèmes aquatiques, 1999, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14.

**MICHAUD, A.R., M. NIANG, A. BLAIS-GAGNON, W. HUERTAS, Z. IPIÑA ET M. LANDRY, 2018**, Suivi hydrométrique et modélisation hydrologique des sédiments et des nutriments du bassin versant du lac Boivin à Granby. Rapport scientifique final. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA), OBV Yamaska. 79 pages plus annexes. 83 pages.

**MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS ET CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES, 2007**, Protocole de mesure de la transparence de l'eau, mai 2007, 2<sup>e</sup> édition mai 2009, Québec, ISBN 978-2-550-5573-9 (version imprimée), 8 p.

**MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC) ET CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES (CRE LAURENTIDES), 2017**. Protocole d'échantillonnage de la qualité de l'eau, 4<sup>e</sup> édition, Québec, Direction de l'information sur les milieux aquatiques, ISBN 978-2-550-78284-1 (PDF), 9 p.

**OBV YAMASKA, 2011a**, Bathymétrie du lac Boivin, 8 p.

**OBV YAMASKA, 2011b**, Rapport d'échantillonnage de la qualité de l'eau 2010 du lac Boivin et de ses tributaires, présenté à la Ville de Granby, Organisme de bassin versant de la Yamaska, 62 pages.

**OBV YAMASKA, 2009**, La Yamaska, c'est notre histoire! L'épopée tumultueuse du lac Boivin, [En ligne], [Citation : 9 décembre 2021], URL : <https://www.obv-yamaska.qc.ca/node/407>, s.d.

**SIMONEAU M, ROY L, ET OUELLET M, 2004**, Info-lacs – Résultats de l'année 2003, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n° ENV/2004/0374, rapport n° QE/152, 14 p.

**TEKNIKA HBA INC., 2010**, Ville de Granby, Perspectives de restauration du lac Boivin : synthèse de l'information pertinente, Rapport final, Montréal, Québec, N° de réf. : GRAV-482, 18 p.

**VILLE DE GRANBY, 2015a**, Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin, 47 p. [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL : <https://goo.gl/mFdGFV>

—, **2015b**, Aide financière pour réduire la pollution d'origine agricole, [En ligne], [Citation : 09 décembre 2021], URL : <http://www.ville.granby.qc.ca/fr/ville/nav/7C18/programmes.html>.

—, **2008**, Un plan vert pour la Terre, 28 p.

## Annexe I - Précipitations à la station météorologique de Granby (7022800), 2021

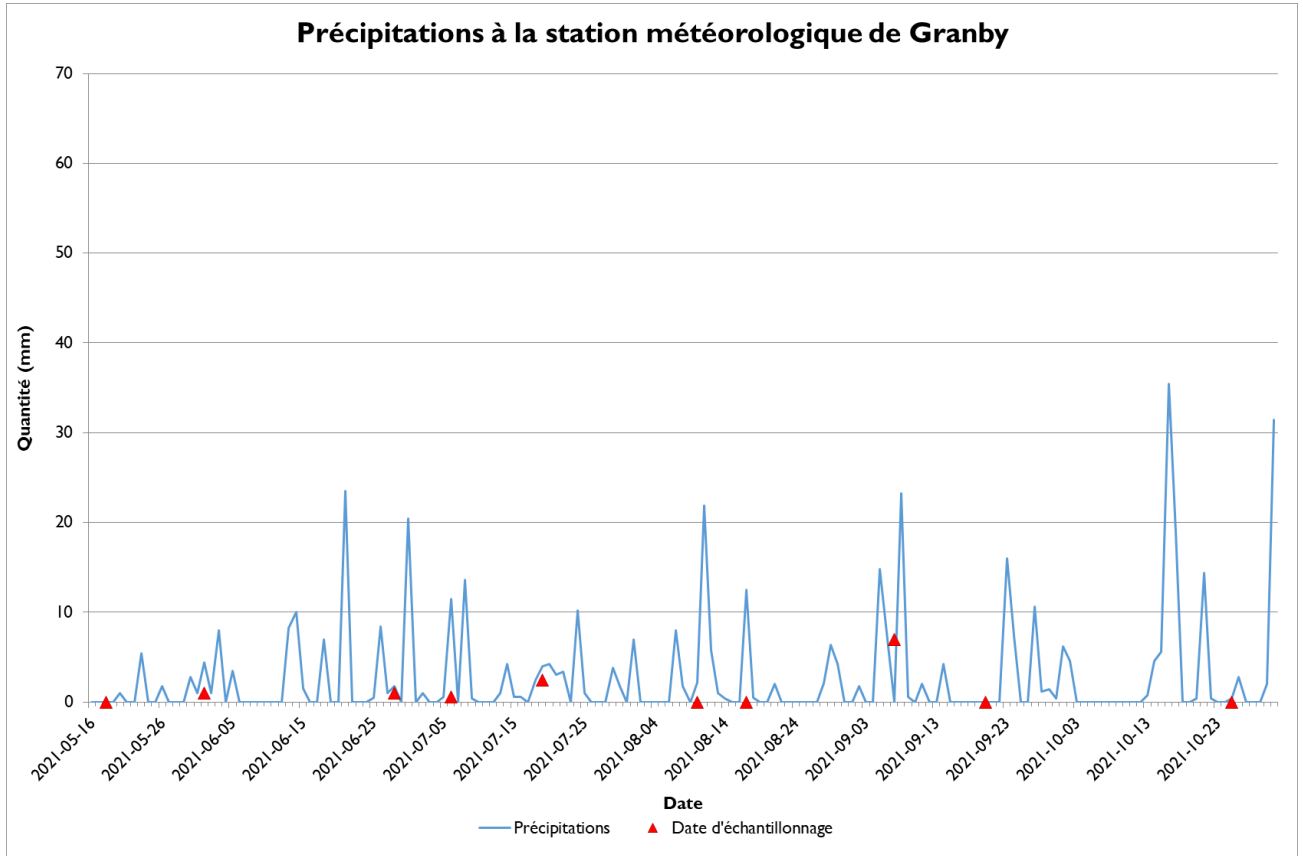


Figure 8 Précipitations à la station météorologique de Granby. Adapté de Gouvernement du Québec (2021c)

Tableau 21 Type d'échantillonnage selon les précipitations (données corrigées) dans les 48 heures précédant l'échantillonnage (Gouvernement du Québec, 2021c)

Jour d'échantillonnage (j)	24 heures précédant l'échantillonnage	48 heures précédant l'échantillonnage	Type d'échantillonnage
	Précipitations (mm) quotidiennes - j-1 (8h j-1 à 8h j)	Précipitations (mm) quotidiennes - j-2 (8h j-2 à 8h j-1)	
18-05-2021	0,0	0,0	Sec
01-06-2021	1,0	3,8	Mi-Humide
28-06-2021	0,0	8,4	Mi-Humide
06-07-2021	0,0	0,0	Sec
19-07-2021	2,4	0,4	Mi-Humide
10-08-2021	0,0	1,8	Sec
17-08-2021	0,0	0,0	Sec
07-09-2021	10,2	29,4	Pluie
20-09-2021	0,0	0,0	Sec
25-10-2021	0,0	0,0	Sec

Pluviométrie	Description
Pluie	≥ 10 mm de pluie dans les 24 heures précédant l'échantillonnage
Humide	< 10 mm et ≥ 4 mm de pluie dans les 24 heures précédant ou ≥ 10 mm de pluie dans les 48 heures précédant l'échantillonnage
Mi-Humide	< 4 mm dans les 24 heures précédant et > 2 mm et < 10 mm de pluie dans les 48 heures précédant l'échantillonnage
Sec	≤ 2 mm de pluie dans les 48 heures précédant l'échantillonnage

**Annexe 2 -Résultats 2010-2021 de l'analyse de la qualité de l'eau du lac  
Boivin dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs**

**Données fournies en pièces jointes à ce rapport  
lors de leur publication par le MELCC**