Analyse de la qualité de l'eau du lac William et de ses tributaires

Présenté à :

Municipalité de Saint-Ferdinand
375, rue Principale
Saint-Ferdinand, Québec, G0N 1N0

Réalisé par :

GROBEC
GROUPE DE CONCERTATION DES BASSINS VERSANTS DE LA ZONE BÉCANCOUR

Mars 2022

Équipe de travail

Caractérisation terrain :
Chloé Lacasse, Technique en bioécologie, B.Sc.A. Environnement, GROBEC
Francis Bonin, Technique en bioécologie, B. Sc. Biologie, GROBEC
Laurence Comtois, Technique en bioécologie, GROBEC

Rédaction :
Chloé Lacasse, Technique en bioécologie, B.Sc.A. Environnement, GROBEC
Francis Bonin, Technique en bioécologie, B. Sc. Biologie, GROBEC

Cartographie :
Joannie Tellier, Technique en foresterie, GROBEC

Révision :
Emmanuel Laplante, M. Environnement et B. Sc. Écologie

Le GROBEC est un organisme à but non lucratif ayant pour mandat de mettre en place la gestion intégrée de l'eau sur le territoire des bassins versants de la zone Bécancour.

Ce document est réalisé par :

Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour (GROBEC)
1800 avenue St-Laurent # 1, Plessisville, Québec, G6L 2P8
Téléphone : 819-980-8038, Télécopieur : 819-980-8039
Adresse courriel : grobec@grobec.org
Site internet : www.grobec.org

GROBEC, 2022. Analyse de la qualité de l'eau du lac William et de ses tributaires. 26 p

Table des matières

1. Introduction 1

1.1. Mise en contexte 1

1.2. Description du territoire à l'étude 1

2. Méthodologie 4

2.1. Stations d'échantillonnage 4

2.1.1. Pinette 4
2.1.2. Larose 4
2.1.3. Fortier 6
2.1.4. Chainey 6
2.1.5. Charge du lac William 6

2.2. L'indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau ($IQBP_6$) 7

2.2.1. Phosphore total 7
2.2.2. Coliformes fécaux 8
2.2.3. Matières en suspension 8
2.2.4. Azote ammoniacal 9
2.2.5. Nitrites-nitrates 9
2.2.6. Chlorophylle *a* active 9

2.3. Procédure d'échantillonnage 10

2.4. Analyse et traitement des résultats 10

3. Résultats et discussion 11

3.1. Indice de qualité bactériologique et physicochimique ($IQBP_6$) des tributaires du lac William en 2021 11

3.1.1. Station Pinette 13
3.1.2. Station Larose 15
3.1.3. Station Fortier 17
3.1.4. Station Chainey 18

3.2. Concentration en coliformes fécaux à la charge du lac William 20

4. Conclusion et recommandations 22

4.1. Conclusion 22

4.2. Recommandations 23

4.2.1. $IQBP_6$ 23
4.2.2. Développement et conservation des bandes végétales riveraines 23
4.2.3. Utilisation de bio-indicateurs 24

5. Bibliographie 25

Liste des figures

Figure 1 : Carte du bassin versant du lac William 3

Figure 2 : Stations d'échantillonnage suivies en 2021 dans le bassin versant du lac William 5

Figure 3 : Indice de qualité bactériologique et physicochimique ($IQBP_6$) de l'eau des stations Pinette, Larose, Fortier et Chainey en 2021 11

Figure 4 : Indice de qualité bactériologique et physicochimique ($IQBP_6$) des tributaires du lac William en 2021 12

Figure 5 : Sous-indices des 6 paramètres inclus dans le calcul de l'$IQBP_6$ et $IQBP_6$ médian de la station Pinette du mois d'avril 2021 au mois de novembre 2021 (n=10) 14

Figure 6 : Sous-indices des 6 paramètres inclus dans le calcul de l'$IQBP_6$ et $IQBP_6$ médian de la station Larose du mois d'avril 2021 au mois de novembre 2021 (n=10) 16

Figure 7 : Sous-indices des 6 paramètres inclus dans le calcul de l'$IQBP_6$ et $IQBP_6$ médian de la station Fortier du mois d'avril 2021 au mois de novembre 2021 (n=10) 18

Figure 8 : Sous-indices des 6 paramètres inclus dans le calcul de l'$IQBP_6$ et $IQBP_6$ médian de la station Chainey du mois d'avril 2021 au mois de novembre 2021 (n=10) 19

Figure 9 : Échelle logarithmique des coliformes fécaux (nbr d'UFC/100 ml) à la charge du lac William selon le mois d'échantillonnage de l'année 2021 21

1. Introduction

1.1. Mise en contexte

En 2019, le Plan d'action pour une gestion durable des lacs William et Joseph a été publié. Ce document propose différentes actions à mettre en œuvre selon un échéancier prédéterminé. L'objectif du document est de faciliter la gestion durable de ces deux lacs pour les acteurs du milieu. L'évaluation de la qualité de l'eau des principaux tributaires du lac William, soit les ruisseaux Pinette et Larose ainsi que les rivières Fortier et Chainey, est l'un des objectifs du plan d'action.

La municipalité de Saint-Ferdinand souhaite réaliser cet objectif en analysant l'indice de qualité bactériologique et physicochimique ($IQBP_6$) des quatre principaux tributaires du lac William. L'$IQBP_6$ sert à évaluer la qualité de l'eau générale des rivières et des petits cours d'eau en considérant les usages suivants : la baignade et les activités nautiques, la protection de la vie aquatique, la protection du plan d'eau contre l'eutrophisation et l'approvisionnement en eau brute à des fins de consommation.

Considérant que les coliformes fécaux sont l'un des principaux paramètres problématiques dans l'eau de la Haute-Bécancour, la municipalité désire également documenter l'apport annuel de coliformes fécaux au lac William par la rivière Bécancour. Le secteur de la Haute-Bécancour correspond au secteur de la source de la rivière Bécancour, soit le bassin versant de la rivière Bécancour, du lac Bécancour jusqu'au lac Joseph. Un suivi mensuel des coliformes fécaux à l'embouchure du lac William permettra de bien documenter la situation.

1.2. Description du territoire à l'étude

Le bassin versant du lac William touche deux régions administratives, soit le Centre-du-Québec et Chaudière-Appalaches. Il fait donc également partie de deux MRC, soit la MRC de l'Érable et la MRC des Appalaches (figure 1). Le bassin versant du lac William est d'une superficie de 10 530 ha (105,3 km2). L'utilisation du territoire y est majoritairement forestière. En effet, le milieu forestier occupe 59% de la superficie du bassin versant. La superficie de coupes forestières quant

à elle représente 2% du bassin versant. Les milieux agricoles correspondent à 12% du territoire. Les milieux anthropiques, les milieux aquatiques et les milieux humides représentent respectivement 4%, 5% et 2% du territoire. Une portion de l'utilisation du territoire n'est pas déterminée et cette superficie équivaut à 16% du bassin versant.

Le lac William est un lac d'importance dans le bassin versant de la rivière Bécancour. Il se situe dans la municipalité de Saint-Ferdinand, dans le Centre-du-Québec. Il est alimenté en grande partie par la rivière Bécancour puisqu'il s'agit d'un lac fluvial de cette dernière, soit un plan d'eau formé par l'élargissement de celle-ci. Les autres sources d'alimentation du lac sont les rivières Chainey et Fortier ainsi que les ruisseaux Gardner, Pinette, Larose et Langlois.

Le lac William est une destination touristique très populaire. En été, il attire les baigneurs et les amateurs de sports nautiques alors que les pêcheurs sont présents été comme hiver. La gestion durable de ce plan d'eau est donc une priorité pour les acteurs du milieu. C'est pourquoi le lac William a fait l'objet de plusieurs suivis au cours des dernières années. L'objectif de ces suivis est ainsi d'améliorer la qualité de l'eau et des habitats aquatiques afin de limiter les impacts de l'eutrophisation accélérée par les activités humaines.

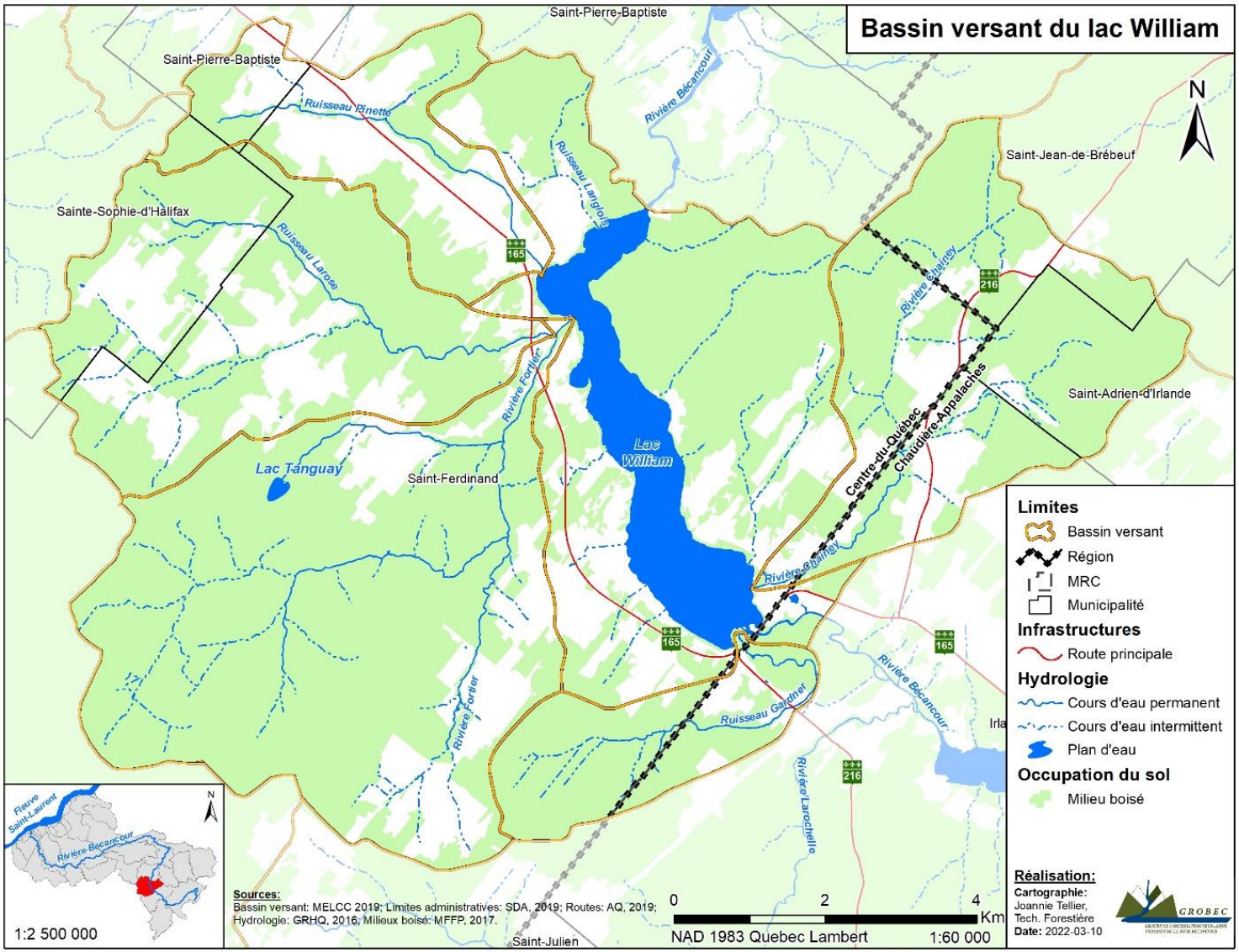

Figure 1 : **Carte du bassin versant du lac William**

2. Méthodologie

2.1. Stations d'échantillonnage

Les stations d'échantillonnage ont été sélectionnées de façon à représenter quatre des tributaires du lac William, soit les ruisseaux Pinette et Larose ainsi que les rivières Fortier et Chainey (figure 2). Une station a également été placée à la charge du lac William. Seule la concentration en coliformes fécaux (UFC/100 ml) a été mesurée à cette station.

2.1.1. Pinette

La station Pinette se situe dans le ruisseau Pinette à proximité de l'intersection du chemin Gosford aux coordonnées suivantes : 46,14479, -71,591634. Le bassin versant de ce ruisseau est d'une superficie de 900 ha (9 km²). Cette superficie est occupée en grande partie par des milieux forestiers (47%). Les milieux agricoles représentent 26% de la superficie du bassin versant du ruisseau Pinette. Les coupes forestières et le milieu anthropique occupent tous les deux 3% du territoire. Les milieux humides sont également présents dans ce bassin versant et représentent une faible superficie (1%). À cela s'ajoutent les milieux « non déterminés » qui représentent 21% du territoire.

2.1.2. Larose

La station Larose est située dans le ruisseau Larose à proximité de son croisement avec la route 165 aux coordonnées suivantes : 46,133572, -71,59066. Le bassin versant du ruisseau Larose est d'une superficie de 1 803 ha (18,03 km^2). Ce dernier est un sous bassin du bassin versant de la rivière Fortier. Il est majoritairement occupé par des milieux forestiers (65%). Les coupes forestières représentent 1% du bassin versant alors que les milieux « non déterminés » représentent 17%. L'utilisation agricole est également présente dans ce bassin versant et occupe 13% de sa superficie. De leur côté, les milieux anthropiques et les milieux humides représentent tous les deux 2% du territoire.

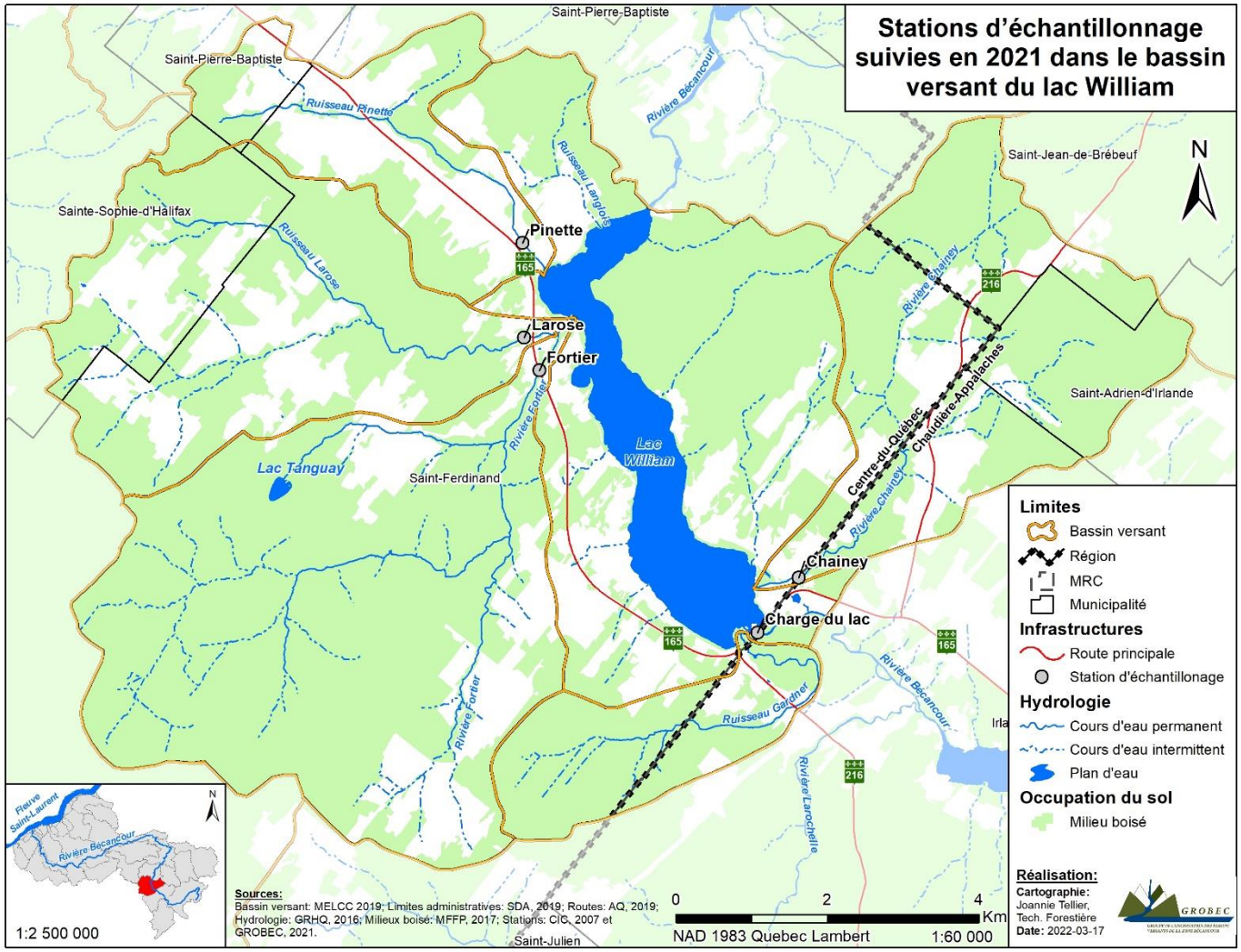

Figure 2 : Stations d'échantillonnage suivies en 2021 dans le bassin versant du lac William

2.1.3. Fortier

La station Fortier est située dans la rivière Fortier à proximité de son croisement avec la route 165 aux coordonnées suivantes : 46,129745, -71,587846. Le bassin versant de la rivière Fortier est d'une superficie de 4 718 ha (41,18 km^2). Ce bassin versant inclut celui du ruisseau Larose présenté précédemment. Bien qu'il couvre une plus grande superficie, les deux bassins versants sont similaires en matière de proportions d'utilisation du territoire. En effet, les milieux forestiers occupent 65% du bassin versant. Les coupes forestières quant à elles occupent 2% de ce dernier. Tel que pour l'aire de drainage du ruisseau Larose, les milieux « non déterminés » représentent 17% de sa superficie. Les milieux anthropiques et les milieux humides occupent tous les deux 2% de la superficie du bassin versant. Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage suivies en 2021

2.1.4. Chainey

La station Chainey est située dans la rivière Chainey à proximité de son croisement avec la route du Domaine du lac aux coordonnées suivantes : 46,106448, -71,542005. Le bassin versant de cette rivière est d'une superficie de 1 688 ha (16,88 km^2). Cette dernière est principalement occupée par des milieux forestiers (70%). Les milieux agricoles représentent 15% de la superficie du bassin versant. À cela s'ajoute les milieux anthropiques et les milieux humides qui occupent respectivement 2% et 3% du bassin versant de la rivière Chainey.

2.1.5. Charge du lac William

La station Charge du lac William est située dans la rivière Bécancour à son croisement de la route 165 aux coordonnées suivantes : 46,09971, -71,548658. Comme que mentionné précédemment, cette station vise seulement à évaluer l'apport annuel en coliformes fécaux (UFC/100 ml) provenant de la Haute-Bécancour. La rivière Bécancour en amont du lac William traverse notamment la ville de Thetford Mines et sa station d'épuration des eaux usées.

2.2. L'indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau ($IQBP_6$)

L'IQBP a été développé par le MELCC en 1996 (Hébert et Légaré, 2000). Il permet de détecter les impacts des activités humaines sur un cours d'eau donné, plus précisément s'il y a épandage d'engrais, de fumiers ou de lisiers, présence de rejets municipaux, domestiques ou de fosses septiques, présence d'activités agricoles, présence d'activités forestières et présence d'un fort ruissellement urbain (Hébert et Légaré, 2000). Il permet aussi de classifier la qualité de l'eau selon le score d'IQBP obtenu. Les classes de qualité de l'eau sont les suivantes : 80-100 « Bonne », 60-79 « Satisfaisante », 40-59 « Douteuse », 20-39 « Mauvaise », 0-19 « Très mauvaise ». Normalement, l'$IQBP_6$ est mesuré durant 3 années consécutives du mois d'avril au mois de novembre (Anderson, 2021). Pour des raisons financières, l'$IQBP_6$ a été mesuré seulement sur une période de 1 an, du mois d'avril au mois de novembre 2021. Anciennement appelé $IQBP_{10}$, l'indice incluait 10 paramètres servant au calcul de la qualité de l'eau. Depuis, 4 de ces paramètres ont été retirés afin de rendre l'indice plus représentatif. Il est maintenant nommé « $IQBP_6$ » puisque l'indice inclut maintenant 6 paramètres. L'IQBP a aussi plusieurs autres variantes comme l'$IQBP_7$ et l'$IQBP_5$ où le type et le nombre de paramètres varient (Masi et Bourget, 2007 ; Anderson, 2021). L'$IQBP_6$ est calculé selon la médiane des scores de 6 paramètres, soient les concentrations en phosphore total (mg/L), en coliformes fécaux (nombre d'UFC/100 ml), en matières en suspension (mg/L), en azote ammoniacal (mg/L), en nitrites-nitrates (mg/L) et en chlorophylle *a* active (µg/L). Dans le présent rapport, le score d'$IQBP_6$ d'une station sera donc nommé « score d'$IQBP_6$ médian ».

2.2.1. Phosphore total

Le phosphore est un élément nutritif pour les plantes cultivées en milieux agricoles se retrouvant dans les engrais commerciaux (Hébert et Légaré, 2000). Toutefois, le phosphore n'est pas entièrement absorbé par la culture et les traces sont lessivées dans les cours d'eau (Hébert et Légaré, 2000). Le phosphore devient donc une source de nutriments pour les plantes aquatiques et les algues, provoquant leur croissance accélérée (Hébert et Légaré, 2000). Dans certains cas extrêmes, des tapis d'algues peuvent se former dans les plans d'eau, diminuant la qualité esthétique de ces derniers et ainsi compromettant les baignades (Hébert et Légaré, 2000). Le phosphore provient principalement des fuites des fosses septiques, des activités agricoles (épandage d'engrais), des rejets municipaux et du ruissellement urbain (Hébert et Légaré, 2000).

Le seuil maximal recommandé par le ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC) est de 0,02 mg/L (MELCC, 2022a).

2.2.2. Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux représentent un groupe de bactéries présent dans le système digestif des mammifères (Hébert et Légaré, 2000). En hautes concentrations, les coliformes fécaux peuvent engendrer des maladies chez l'humain, comme des gastro-entérites (Hébert et Légaré, 2000). Ainsi, si la concentration en coliformes fécaux est trop grande, les activités nautiques et aquatiques peuvent être compromises. Les principales sources de coliformes fécaux sont l'épandage de fumiers ou de lisiers en milieu agricole, les rejets municipaux et les fuites de fosses septiques (Hébert et Légaré, 2000). Lorsqu'une concentration de plus de 200 UFC/100 ml est atteinte, les activités récréatives en contact direct avec l'eau sont compromises (MELCC, 2022a). Lorsqu'une concentration de plus de 1000 UFC/100 ml est atteinte, toutes les activités en contact direct et indirect avec l'eau sont compromises (MELCC, 2022a).

2.2.3. Matières en suspension

Les matières en suspension sont les particules ne pouvant se dissoudre dans l'eau et qui se retrouvent dans les cours d'eau (Hébert et Légaré, 2000). Il peut s'agir de matières végétales ou de particules de sol. Les sources de matières en suspension sont les activités qui augmentent l'érosion, comme les activités agricoles (compactage du sol, piétinement du bétail sur les berges ou le fond des cours d'eau), l'absence de bandes végétales riveraines et les activités forestières (coupes, création de sentiers forestiers) (Hébert et Légaré, 2000). Une grande concentration de particules dans l'eau peut complexifier le prélèvement et la purification de l'eau à des fins de consommation humaine, rendant le procédé plus coûteux (Hébert et Légaré, 2000). Une haute concentration de particules affecte aussi négativement les populations de poissons, notamment par le colmatage des frayères et par des blessures aux branchies (Hébert et Légaré, 2000). Le seuil recommandé par le MELCC est d'une augmentation de moins de 25 mg/L par rapport à la concentration naturelle retrouvée dans le cours d'eau (MELCC, 2022a). Cependant, lors du calcul du sous-indice de l'IQBP des matières en suspension, c'est en atteignant une concentration de 80 mg/L que le score obtenu devient 0 (qualité d'eau « Très mauvaise »).

2.2.4. Azote ammoniacal

L'azote ammoniacal fait référence à l'azote contenu dans la molécule d'ammoniaque (NH_3). L'ammoniaque est un rejet biologique se trouvant dans les urines des animaux et de l'humain (Lin et coll., 2019). En hautes concentrations dans l'eau, l'ammoniaque est toxique pour la plupart des organismes qui s'y trouvent. L'ammoniaque est une source de nutriments pour les végétaux et les algues (Lin et coll., 2019). Les sources d'ammoniaque sont les rejets municipaux, l'épandage d'engrais pour l'agriculture et les fuites de fosses septiques (Hébert et Légaré, 2000). Le seuil maximal recommandé par le MELCC est de 1,5 mg/L (MELCC, 2022a).

2.2.5. Nitrites-nitrates

Les nitrites (NO_2) et les nitrates (NO_3) sont des molécules contenant de l'azote et sont des rejets biologiques (urines, selles) pouvant se retrouver naturellement dans l'environnement (Hébert et Légaré, 2000). Ces molécules peuvent se retrouver dans les cours d'eau, devenant des nutriments pour la végétation et les algues (Lin et coll., 2019). Les nitrites-nitrates sont reliés aux rejets municipaux, à la présence de fosses septiques et à l'épandage d'engrais en milieu agricole (Hébert et Légaré, 2000). Les nitrites-nitrates sont parfois nommés « nutriments » dans le présent rapport. Le seuil maximal recommandé par le MELCC est de 5,00 mg/L (MELCC, 2022a).

2.2.6. Chlorophylle *a* active

La chlorophylle *a* active est un pigment utilisé pour la photosynthèse retrouvée chez les végétaux, algues vertes et le phytoplancton (Håkanson et coll., 2003). Des conditions météorologiques chaudes peuvent faire en sorte que les algues vertes ainsi que le phytoplancton se développent plus rapidement (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2002). Ainsi, plus il y a d'algues vertes et de phytoplanctons dans l'eau, plus la concentration en chlorophylle *a* active sera élevée. La concentration en chlorophylle *a* active dans les cours d'eau est aussi reliée aux activités agricoles, aux rejets municipaux et domestiques ainsi qu'au ruissellement urbain (Hébert et Légaré, 2000). Le seuil maximal recommandé par le MELCC est de 7,57 µg/L (MELCC, 2022a).

2.3. Procédure d'échantillonnage

Les échantillonnages ont été effectués directement dans le cours d'eau, selon le protocole suggéré par Hébert et Légaré (2000) pour l'$IQBP_6$. La personne responsable de l'échantillonnage prenait les échantillons d'eau à la main et remplissait les bouteilles dans le sens contraire de l'écoulement de l'eau jusqu'à l'épaule de celles-ci. Un total de 10 échantillons par station a été recueilli durant l'échantillonnage, et ce, du mois d'avril au mois de novembre 2021. Parmi ces 10 échantillons, 2 échantillons ont été récoltés lors de temps de pluie, soit un le 15 juin 2021 et un le 21 octobre 2021. Un temps de pluie correspond à une journée où il y a eu plus de 15 mm de précipitations durant les dernières 24 h, critère établi par Hébert et Légaré (2000).

2.4. Analyse et traitement des résultats

Les échantillons ont été analysés en laboratoire par le personnel du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) à l'aide de demandes d'analyses. Lorsque les analyses des échantillons étaient terminées, les résultats étaient envoyés par courriel à un des membres du GROBEC. Les calculs des sous-indices des paramètres de l'$IQBP_6$ et de l'$IQBP_6$ médian ont été effectués par le GROBEC en utilisant un chiffrier préalablement monté en 2021 et partagé par Mario Bérubé, biologiste au MELCC (Anderson, communication personnelle, 2022). Le chiffrier est un classeur fait avec le logiciel Microsoft Excel (version Office 365). Les formules de calcul d'$IQBP_6$ se trouvant dans le chiffrier proviennent du rapport de développement d'indices de la qualité de l'eau de Hébert (1997) et ont été révisées par le MELCC en 2020 (Anderson, communication personnelle, 2022). Ce même chiffrier génère automatiquement des figures de type « Diagrammes de quartiles » (ou plus communément appelé « Boîte à moustaches »). Ces figures sont standardisées et sont utilisées dans le présent rapport. Le chiffrier met aussi en évidence le ou les paramètres qui ont obtenu le score le plus bas, appelés « paramètres déclassant ». Les paramètres déclassants sont donc à l'origine d'un score d'$IQBP_6$ bas et d'une mauvaise qualité de l'eau.

3. Résultats et discussion

3.1. Indice de qualité bactériologique et physicochimique ($IQBP_6$) des tributaires du lac William en 2021

L'$IQBP_6$ médian des stations d'échantillonnage Pinette, Chainey, Larose et Fortier est illustré aux figures 3 et 4. Selon les résultats d'$IQBP_6$, un résultat de 86 classifie la station Larose en tête pour la qualité de l'eau. Ce résultat correspond à la classe de qualité de l'eau « Bonne ». La station Pinette obtient le résultat le plus bas, soit de 69, correspondant à la classe de qualité de l'eau « Satisfaisante ». Aucune des stations d'échantillonnage ne correspond aux classes de qualité de l'eau « Douteuse », « Mauvaise » et « Très mauvaise ». Ces classes de la qualité de l'eau correspondraient à des dépassements sévères des seuils de concentrations décrits à la section 2.2.

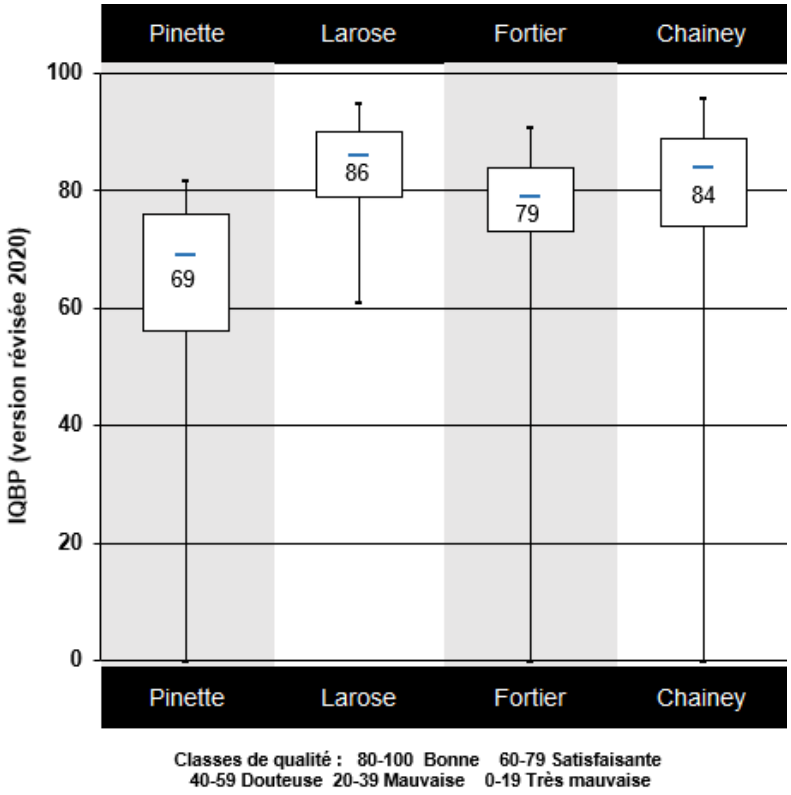

Figure 3 : Indice de qualité bactériologique et physicochimique ($IQBP_6$) de l'eau des stations Pinette, Larose, Fortier et Chainey en 2021

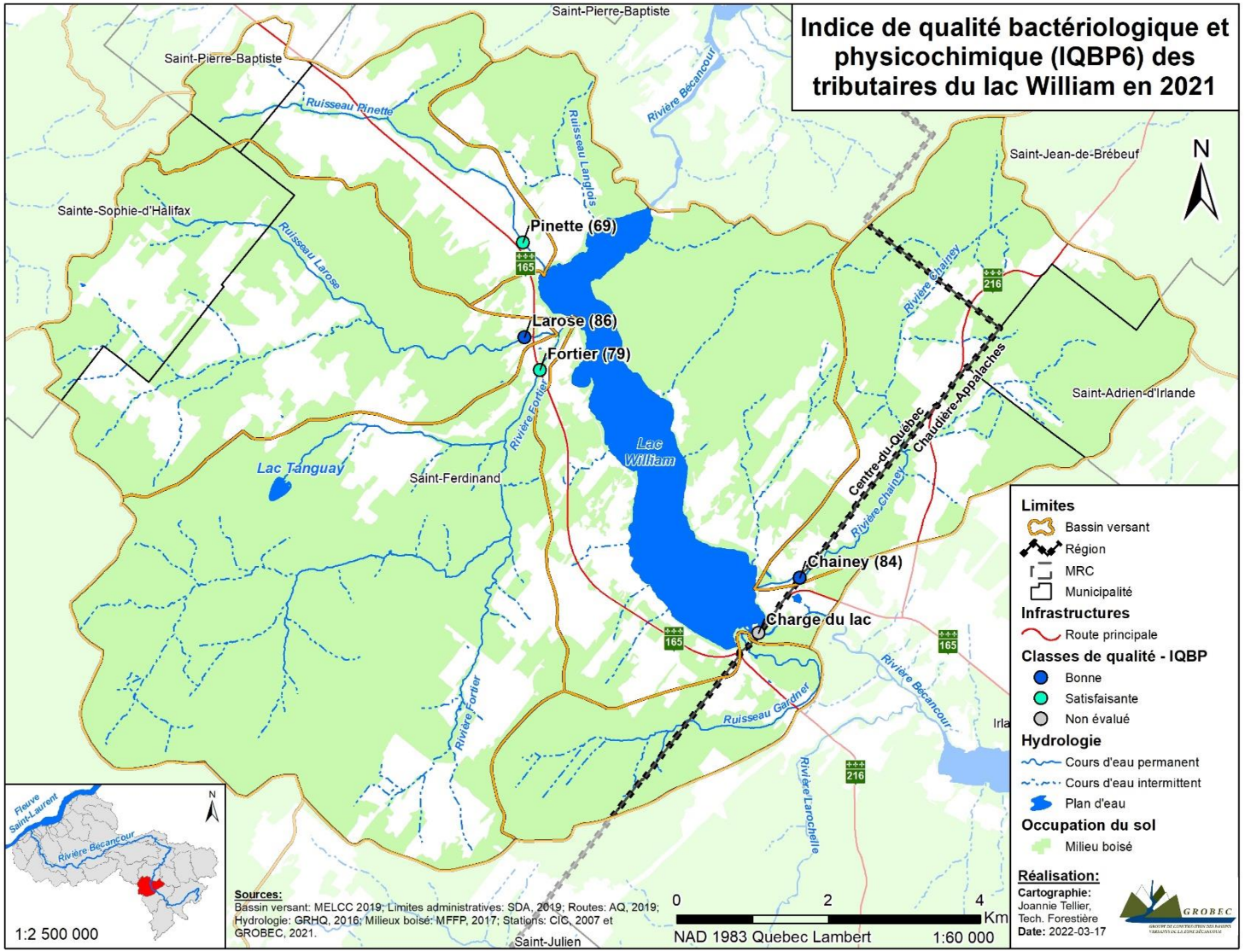

Figure 4 : Indice de qualité bactériologique et physicochimique ($IQBP_6$) des tributaires du lac William en 2021

3.1.1. Station Pinette

Les résultats d'$IQBP_6$ de la station Pinette sont illustrés à la figure 5. Le score d'$IQBP_6$ médian de la station Pinette était de 69, ce qui est considéré comme une qualité d'eau « Satisfaisante ». En comparaison avec un rapport sur la qualité de l'eau de la Haute-Bécancour émis en 2007 par Canards Illimités, les paramètres problématiques de cette station étaient les concentrations en matières en suspension, en coliformes fécaux et en phosphore total (Masi et Bourget, 2007). Ces derniers paramètres avaient obtenu des concentrations élevées d'une classe de qualité d'eau « Mauvaise » (Masi et Bourget, 2007). Il y a donc une amélioration de la qualité de l'eau pour ces paramètres selon les scores de sous-indice obtenu en 2021 (figure 5). La concentration en nitrites-nitrates a toutefois légèrement augmentée en 2021 par rapport à 2007. Le paramètre déclassant principal à la station Pinette en 2021 est la concentration en nitrites et nitrates dans l'eau puisqu'il l'est à 6 occurrences durant l'échantillonnage. Malgré cela, la valeur minimale des sous-indices est observée pour la chlorophylle *a*, soit de 0. Les minimums des paramètres, à l'exception de la concentration d'ammoniaque et des nitrites-nitrates, sont tous très bas et conséquemment, celui de l'$IQBP_6$ médian aussi. D'ailleurs, la concentration en coliformes fécaux était au-delà du seuil de 1000 UFC/100 ml lors d'un échantillonnage en temps de pluie au mois de juin, ce qui compromettait toutes les activités récréatives nautiques en contact direct ou indirect avec l'eau. La concentration en coliformes fécaux était aussi au-delà du seuil de 200 UFC/100 ml au mois de juillet, ce qui compromettait les activités récréatives en contact direct avec l'eau. Ceci signifie que la variance des résultats est élevée.

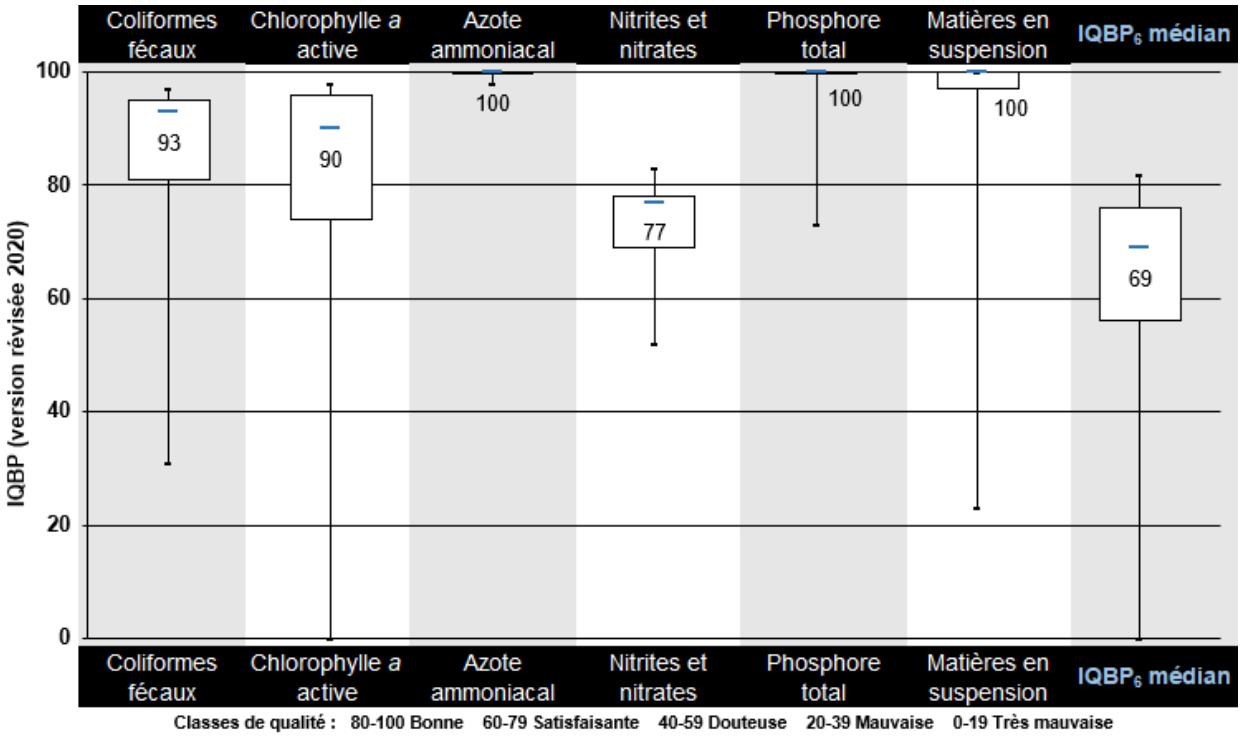

Figure 5 : Sous-indices des 6 paramètres inclus dans le calcul de l'IQBP$_6$ et IQBP$_6$ médian de la station Pinette du mois d'avril 2021 au mois de novembre 2021 (n=10)

L'aire de drainage du ruisseau Pinette se trouve majoritairement en milieu forestier (47%) et une plus faible portion se trouve en milieu agricole (26%). Selon un rapport de caractérisation des bandes végétales riveraines effectué en 2016 par le GROBEC, les bandes végétales riveraines sont plutôt dégradées (GROBEC, 2016). En effet, il a été observé qu'environ 15 % des bandes végétales riveraines en milieu agricole étaient absentes (GROBEC, 2016). La présence de bandes végétales riveraines d'au moins 3 mètres de large limite le lessivage des particules de sols, de nutriments et d'autres formes de polluants dans l'eau (MDDEP, 2011; Québec Vert, 2013; UPA, 2022; MELCC, 2022b). De plus, la pente moyenne de l'aire de drainage du ruisseau Pinette était de 5% en 2016 (GROBEC, 2016). Ceci signifie qu'il peut y avoir une érosion importante des terres agricoles, lessivant les particules de sol dans les cours d'eau (GROBEC, 2016). De plus, les matières épandues dans les champs agricoles comme des fumiers ou lisiers peuvent se retrouver dans le cours d'eau avec les pluies. Ceci peut expliquer certaines occurrences où les concentrations en coliformes fécaux, en nitrites-nitrates et en matières en suspension sont élevées, provoquant la baisse des scores de ces sous-indices. Les baisses de qualité de l'eau sont plus souvent observées lors de temps de pluie à cause du ruissellement plus

fort qu'occasionnent les précipitations (GROBEC, 2016). Les fortes concentrations en matières en suspension ne peuvent être que faiblement liées aux activités forestières, puisque seulement 3% du milieu forestier est composé de coupes. Quant à la haute concentration en chlorophylle *a*, elle peut être liée à la prolifération d'algues vertes en conditions climatiques plus chaudes et sèches (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2002), ce qui était le cas de l'été 2021. Alors, ces conditions climatiques pouvaient influencer des occurrences où le score du sous-indice de la concentration en chlorophylle *a* était bas, expliquant le minimum très bas de ce dernier. L'$IQBP_6$ médian de la station Pinette pourrait alors être surestimé à cause des minimums très bas des différents paramètres.

3.1.2. Station Larose

Les résultats d'$IQBP_6$ de la station Larose sont illustrés à la figure 6. Le score d'$IQBP_6$ médian de cette station est de 86, ce qui est considéré comme une classe de qualité d'eau « Bonne ». En comparaison avec un rapport sur la qualité de l'eau de la Haute-Bécancour émis en 2007 par Canards Illimités, les concentrations en phosphore total et en matières en suspension étaient problématiques (Masi et Bourget, 2007). Ces derniers paramètres correspondaient à la classe de qualité de l'eau « Très mauvaise ». Il y a donc une amélioration de la qualité de l'eau pour ces paramètres selon les scores de sous-indice obtenus en 2021 (figure 6) tandis que la concentration en nitrites-nitrates est similaire. Le paramètre déclassant principal en 2021 est la concentration en nitrites-nitrates puisqu'elle l'a été à 6 occurrences durant l'échantillonnage. Malgré cela, la valeur minimale de sous-indice est observée pour la concentration en matières en suspension, soit de 61 et conséquemment, celui de l'$IQBP_6$ médian aussi. Les informations récentes sur les caractéristiques du ruisseau Larose sont limitées.

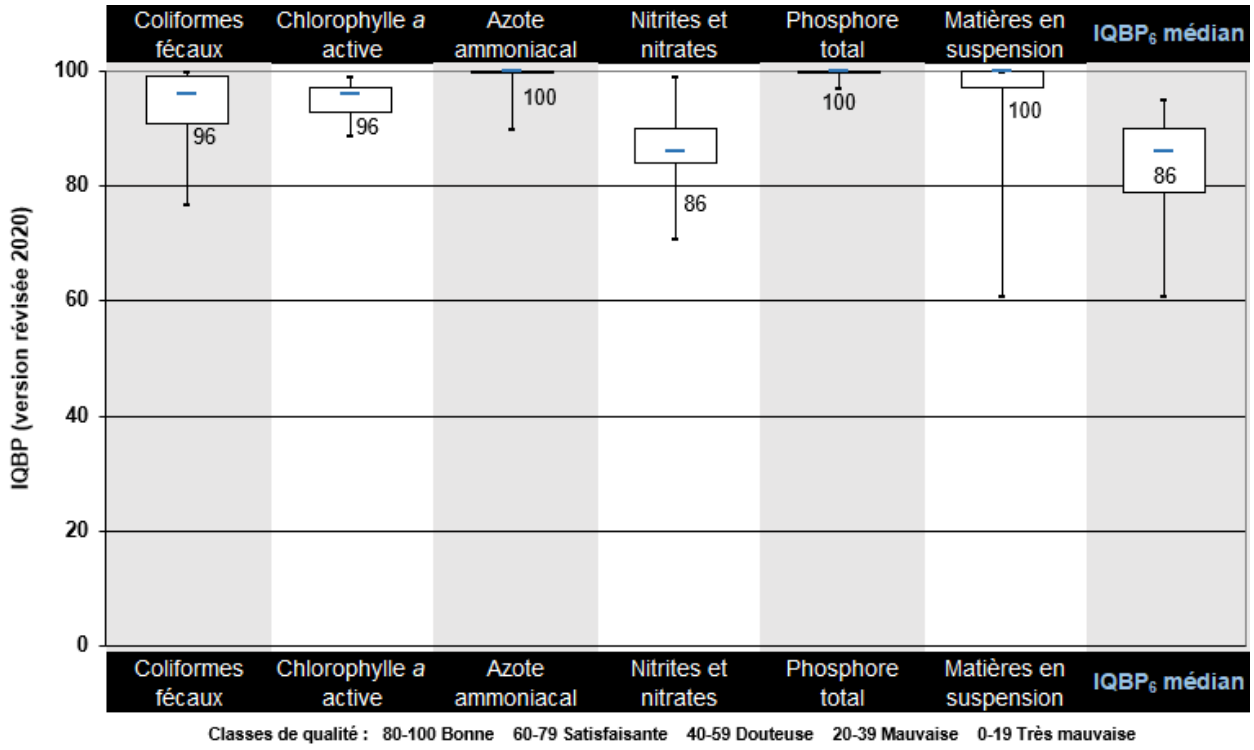

Figure 6 : Sous-indices des 6 paramètres inclus dans le calcul de l'IQBP$_6$ et IQBP$_6$ médian de la station Larose du mois d'avril 2021 au mois de novembre 2021 (n=10)

Le rapport de Canards Illimités résume des informations concernant la qualité de l'eau de ce ruisseau (Masi et Bourget, 2007). Lors de l'étude menée par Canards Illimité, le paramètre déclassant principal était la concentration en matières en suspension (Masi et Bourget, 2007). Selon les données de 2021, le paramètre déclassant principal est toujours la concentration en matières en suspension. La concentration en coliformes fécaux n'était pas problématique à cette station puisqu'elle ne dépassait le seuil de 200 UFC/100 ml qu'à 2 reprises au mois de juin, avec et sans temps de pluie. Comme mentionné précédemment, les matières en suspension ainsi que les nutriments peuvent provenir du ruissellement de l'eau des terres agricoles en lien avec des bandes végétales riveraines dégradées. Toutefois, le sous-bassin versant du ruisseau Larose se trouve à 65% en milieu forestier et à 13% en milieu agricole seulement. Il y a donc la possibilité que certaines portions des bandes riveraines du cours d'eau soient dégradées puisque les concentrations en nitrites-nitrates et en matières en suspension sont élevées. De plus, des sédiments peuvent provenir d'aménagements forestiers (ponceaux ou sentiers aménagés) de même que de sites où l'érosion est importante (Masi et Bourget, 2007). Cependant, le rapport de Canards Illimités ne mentionne pas de tels aménagements ou de sites d'érosion dans le sous-

bassin versant du ruisseau Larose. Malgré les informations manquantes, il est possible de statuer que le résultat d'$IQBP_6$ médian de la station Larose pourrait être légèrement surestimé en raison du minimum bas du score de la concentration en matières en suspension.

3.1.3. Station Fortier

Les résultats d'$IQBP_6$ de la station Fortier sont illustrés à la figure 7. Le score d'$IQBP_6$ de cette station est de 79, ce qui est considéré comme une qualité d'eau « Satisfaisante ». En comparaison avec un rapport sur la qualité de l'eau de la Haute-Bécancour émis en 2007 par Canards Illimités, les concentrations en phosphore total et en coliformes fécaux étaient problématiques (Masi et Bourget, 2007). Ces derniers paramètres correspondaient à des classes de qualité de l'eau « Mauvaise » et « Douteuse », respectivement. Il y a donc une amélioration de la qualité de l'eau pour ces paramètres selon les scores de sous-indice obtenus en 2021 (figure 7). La concentration en nitrites-nitrates en 2021 est similaire à celle de 2007. Le paramètre déclassant principal en 2021 est la concentration en nitrites-nitrates puisqu'elle l'a été à 6 occurrences durant l'échantillonnage. Malgré cela, la valeur minimale de sous-indice est observée pour la chlorophylle *a*, soit de 0. Les minimums des scores de la concentration en chlorophylle *a*, de la concentration de matières en suspension et de la concentration en phosphore sont bas et conséquemment, celui de l'$IQBP_6$ médian aussi. Ceci signifie que la variance des résultats est élevée.

La concentration en coliformes fécaux n'était problématique qu'à 2 occurrences au mois de juin avec et sans temps de pluie. La dernière caractérisation de la rivière Fortier par le GROBEC date de 2008, soit dans un rapport de caractérisation des bandes riveraines des cours d'eau longeant la MRC de l'Érable (GROBEC, 2008). Ainsi, les informations récentes concernant les caractéristiques de la rivière Fortier sont limitées. Environ 65% de l'aire de drainage du sous-bassin versant de la rivière Fortier se trouve en milieu forestier tandis que 11% de celle-ci est en milieu agricole. Malgré la faible vocation agricole du sous-bassin versant, il est possible que cette activité humaine soit en cause de l'$IQBP_6$ médian de 79. En 2008, environ 23 % des bandes végétales riveraines de la rivière Fortier couvraient une largeur de 0,1 m à 3 m, ce qui est insuffisant pour la rétention des matières en suspension ainsi que pour la filtration des nutriments (nitrites-nitrates, azote ammoniacal et phosphore total) (MDDEP, 2011; Québec Vert, 2013; UPA, 2022; MELCC, 2022b). Ceci peut expliquer les minimums bas pour les scores de phosphore total

et de matières en suspension, de même que le score de 82 pour la concentration en nitrites-nitrates (figure 7).

Pour ce qui est du score de la concentration en chlorophylle *a* parfois très bas, il est possible que la prolifération d'algues vertes en soit la cause. Comme mentionné précédemment, la saison chaude et sèche rencontrée à l'été 2021 peut provoquer une croissance accélérée des algues vertes, ces dernières étant directement reliées à une haute concentration en chlorophylle *a* (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2002). Ainsi, cette prolifération occasionnelle fait diminuer le score d'IQBP de la concentration en chlorophylle *a,* expliquant les minimums très bas de 0. En lien avec ces minimums, il est possible que le score d'IQBP$_6$ médian de la station Fortier soit surestimé.

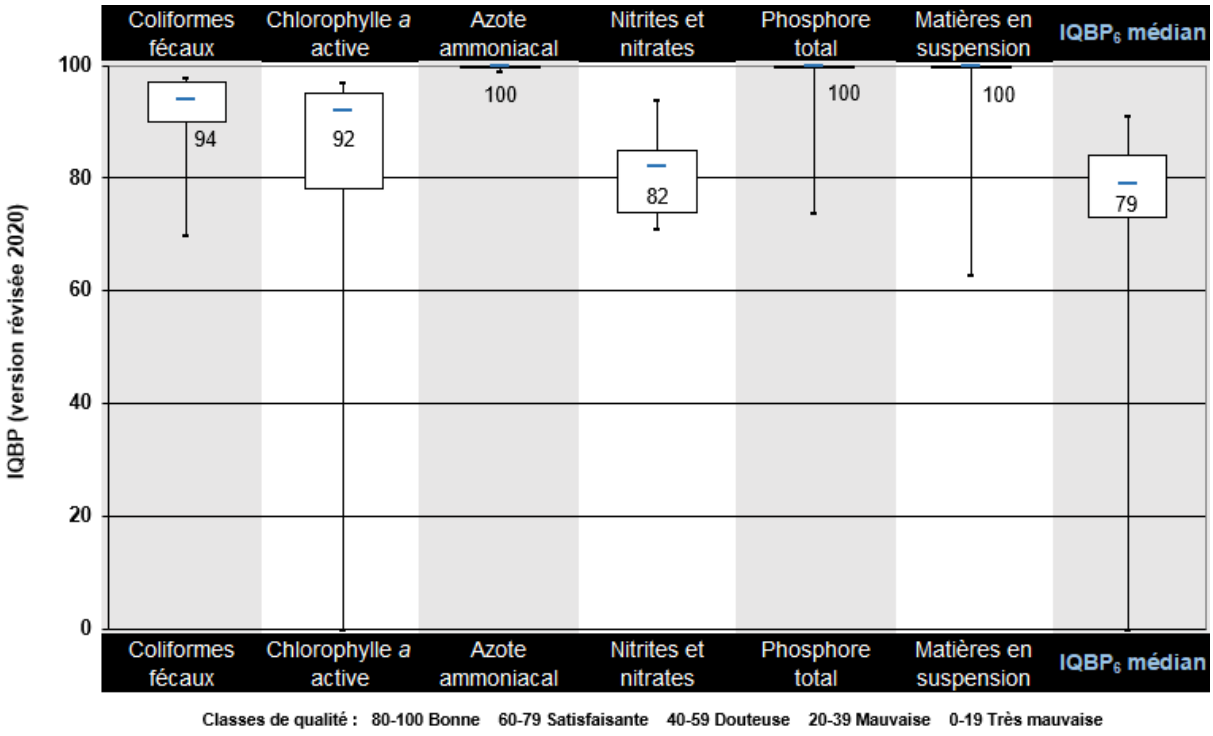

Figure 7 : Sous-indices des 6 paramètres inclus dans le calcul de l'IQBP$_6$ et IQBP$_6$ médian de la station Fortier du mois d'avril 2021 au mois de novembre 2021 (n=10)

3.1.4. Station Chainey

Les résultats d'IQBP$_6$ de la station Chainey sont illustrés à la figure 8. Le score d'IQBP$_6$ de cette station est de 84, ce qui est considéré comme une qualité d'eau « Bonne ». En comparaison avec

un rapport sur la qualité de l'eau de la Haute-Bécancour émis en 2007 par Canards Illimités, la concentration en phosphore total était problématique tandis que la concentration en coliformes fécaux ne l'était qu'à quelques occasions seulement (Masi et Bourget, 2007). Ces derniers paramètres correspondaient aux classes de qualité de l'eau « Mauvaise » et « Douteuse » respectivement. Il y a donc une amélioration de la qualité de l'eau pour ces paramètres selon les scores de sous-indice obtenus en 2021 (figure 8). Le paramètre déclassant principal en 2021 est la concentration en nitrites-nitrates puisqu'elle l'a été à 5 occurrences durant l'échantillonnage. Malgré cela, la valeur minimale de sous-indice est observée pour la chlorophylle *a*, soit de 0. Le minimum du score de la chlorophylle *a* est très bas et conséquemment, celui de l'IQBP$_6$ médian aussi. Ceci signifie que la variance des résultats de la concentration en chlorophylle *a* est élevée. À cette station, la concentration en coliformes fécaux n'était problématique qu'à 2 occurrences, c'est-à-dire au mois de juin avec et sans temps de pluie. Le seuil dépassé était celui de 200 UFC/100 ml, ce qui compromettait les activités récréatives en contact direct avec l'eau. Le bassin versant de la rivière Chainey se trouve principalement en milieu forestier (70%) et agricole (15%).

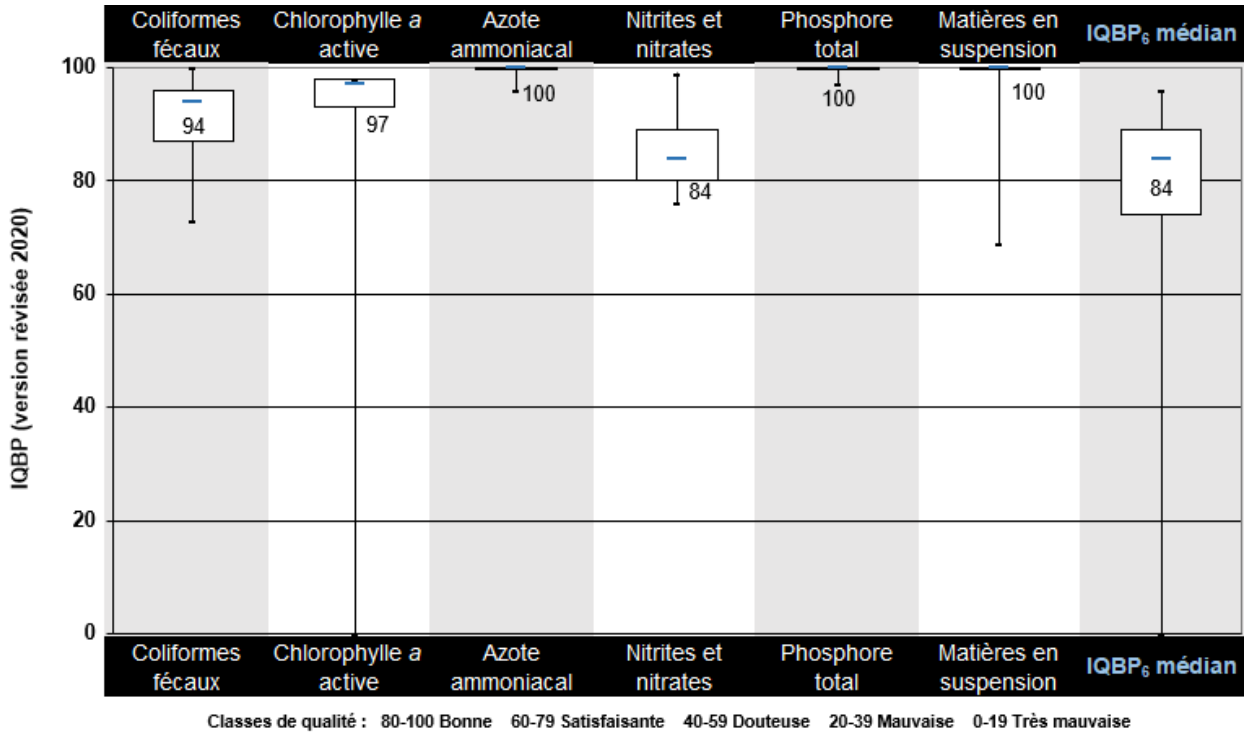

Figure 8 : Sous-indices des 6 paramètres inclus dans le calcul de l'IQBP$_6$ et IQBP$_6$ médian de la station Chainey du mois d'avril 2021 au mois de novembre 2021 (n=10)

Comme mentionné précédemment, les matières épandues dans les champs agricoles peuvent ruisseler dans les cours d'eau avec les précipitations, surtout s'il y a des bandes végétales riveraines absentes. Environ 12 % des bandes végétales riveraines du bassin versant de la rivière Chainey sont absentes, selon la caractérisation effectuée en 2014 par le GROBEC (GROBEC, 2014). Ainsi, ceci peut expliquer le fait que la concentration en nitrites-nitrates est le paramètre déclassant, et ce malgré le fait que la majorité du sous-bassin versant se trouve en milieu forestier. Toutefois, le score du sous-indice est de 84, ce qui correspond à une classe de qualité de l'eau « Bonne ». À travers la saison, le score de ce sous-indice est donc rarement très bas, mais est tout de même le plus bas de tous les paramètres. Concernant la concentration en chlorophylle *a*, il y a 1 occurrence où ce paramètre est déclassant à cause d'un score d'IQBP minimum très bas, soit de 0. Cette forte concentration a été détectée le 16 août 2021. Ceci peut être dû, une fois de plus, à la prolifération périodique d'algues vertes en périodes chaudes et sèches dans la rivière Chainey. En contrepartie, cette prolifération est peu commune, puisque le score d'$IQBP_6$ médian de la concentration en chlorophylle *a* est de 97. Ce dernier paramètre n'est donc pas déclassant en matière d'$IQBP_6$ médian de la station Chainey, mais démontre une haute variabilité qui se reflète dans le minimum de l'$IQBP_6$ médian de cette même station. Alors, l'$IQBP_6$ médian de la station Chainey pourrait être légèrement surestimé en raison du minimum très bas du sous-indice de la concentration en chlorophylle *a*.

3.2. Concentration en coliformes fécaux à la charge du lac William

La concentration en coliformes fécaux (UFC/100 ml) à la charge du lac William est illustrée à la figure 9. En général, la concentration en coliformes fécaux ne dépasse pas les seuils recommandés par le MELCC. Seuls les échantillons pris aux mois de mars, novembre et décembre dépassaient le seuil maximal recommandé de 200 UFC/100 ml du MELCC. Les concentrations étaient respectivement de 240, 490 et 350 UFC/100ml, ce qui compromettait les activités récréatives aquatiques en contact direct avec l'eau. En 2019, il y a eu 5 occurrences où la concentration en coliformes fécaux à la charge du lac était supérieure au seuil de 200 UFC/100 ml, dont une qui dépassait aussi le seuil de 1 000 UFC/100 ml (GROBEC, 2019). Les activités aquatiques étaient donc compromises plus souvent en 2019. Une légère amélioration de la qualité de l'eau est donc à noter en 2021 en ce qui concerne les concentrations en coliformes fécaux.

Malgré le fait que les dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml à l'endroit où la rivière Bécancour se jette dans le lac William ne sont pas détectés au printemps et à l'été, il reste possible que l'épandage de fumiers ou de lisiers à des fins d'agriculture soit problématique à cette station. En effet, puisque les échantillonnages ne s'effectuaient qu'une fois par mois, la possibilité que des concentrations élevées en coliformes fécaux ne soient pas détectées doit être considérée. Il est aussi possible que les concentrations élevées soient dues au ruissellement urbain plus élevé en amont du lac William lors de crues printanières et automnales. Ainsi, plus de coliformes fécaux peuvent être lessivés dans l'eau de la rivière Bécancour et transportés en aval jusqu'au lac William.

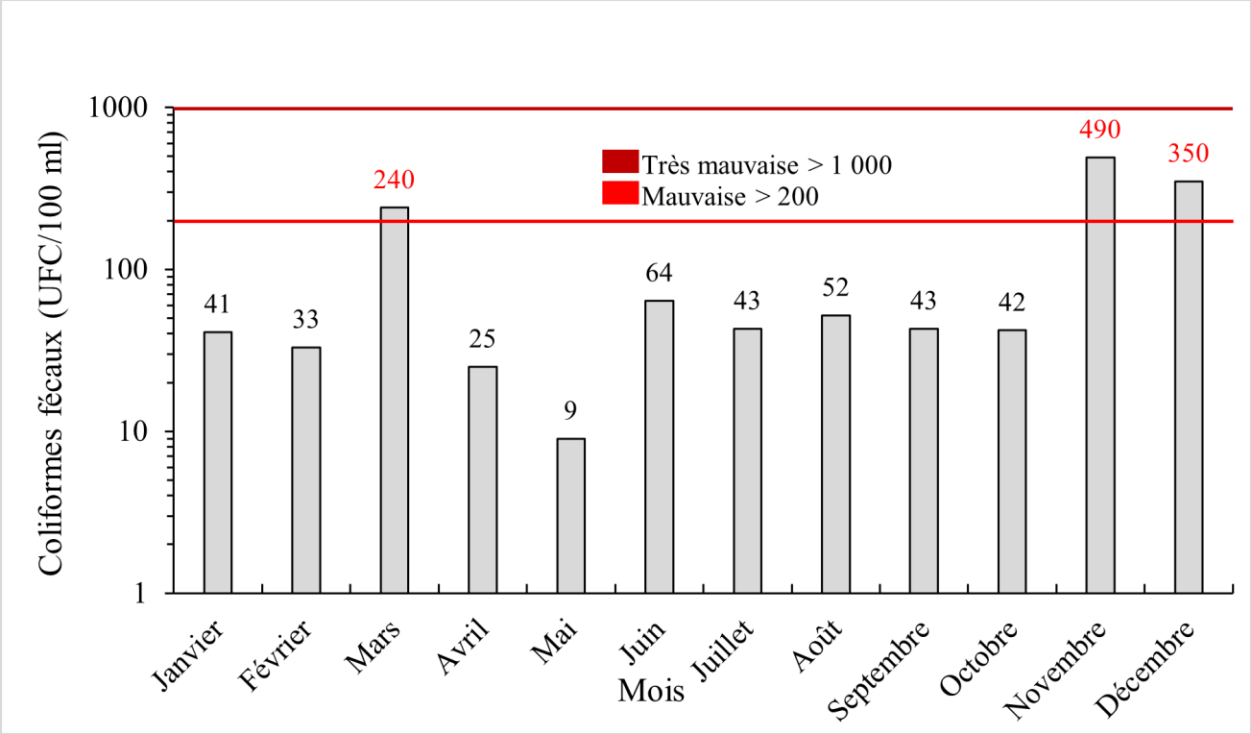

Figure 9 : Échelle logarithmique des coliformes fécaux (nbr d'UFC/100 ml) à la charge du lac William selon le mois d'échantillonnage de l'année 2021

En effet, selon le suivi de la qualité de l'eau du lac à la Truite effectué en 2020 par le GROBEC, les concentrations en coliformes fécaux à l'amont de ce lac étaient élevées (GROBEC, 2020). Les concentrations élevées se trouvaient aux 2 stations dans la rivière au Pin qui se jette dans la rivière Bécancour. En temps de pluie, les valeurs étaient de 1400 UFC/100 ml et de 700 UFC/100 ml le 6 août 2020 aux deux stations de la rivière au Pin (GROBEC, 2020). Ceci supporte la

proposition que de fortes concentrations en coliformes fécaux soient emportées en aval vers le lac William.

Il est aussi probable que cette augmentation périodique soit causée par des rejets municipaux en amont de la municipalité de Saint-Ferdinand. En effet, les eaux usées non traitées provenant des débordements du réseau d'égouts de Thetford Mines pourraient être responsables des augmentations périodiques des concentrations en coliformes fécaux à la charge du lac William. Aussi, il est à noter que la station d'épuration des eaux usées de Thetford Mines, laquelle déverse son effluent dans la rivière Bécancour près de Black Lake, n'a pas encore une filière de désinfection. Cette dernière devrait être installée et être opérationnelle à partir du printemps 2023 (Cyr, communication personnelle, 2021).

Il est possible de comparer les données de la charge du lac avec deux stations suivies dans le cadre de Réseau Rivières. La station Marcheterre, en amont du lac à la Truite, ainsi que la station Truite en aval du lac à la Truite. La concentration médiane en coliformes fécaux à la station Marcheterre de 2018 à 2020 est de 2000 UFC/100ml ce qui correspond à une très mauvaise qualité de l'eau (MELCC, 2021). Pour la station Truite, la concentration médiane en coliformes fécaux de 2019 à 2020 est de 33 UFC/100 ml (MELCC, 2021). La qualité de l'eau en ce qui concerne la concentration de coliformes fécaux semble s'améliorer entre la station Marcheterre et la charge du lac William.

4. Conclusion et recommandations

4.1. Conclusion

En général, la qualité de l'eau des 4 stations étudiées s'est améliorée depuis le suivi de la qualité de l'eau de la Haute-Bécancour par Canards Illimité en 2007. Les paramètres qui sont le plus souvent déclassants sont les concentrations en nitrites-nitrates, en chlorophylle *a* active et en matières en suspension. Les concentrations en coliformes fécaux étaient rarement déclassantes aux stations en cours d'eau malgré les dépassements occasionnels du seuil de 200 UFC/100 ml. À la charge du lac William, il y a eu 3 dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml. Après analyse des résultats, il est possible que le score d'IQBP$_6$ médian des stations Pinette, Chainey et Fortier

soient surestimés à cause de la haute variabilité aperçue dans les données. Le GROBEC émet donc plusieurs recommandations ci-bas pour pallier la haute variabilité des données.

4.2. Recommandations

4.2.1. IQBP$_6$

Il serait approprié d'échantillonner pendant 2 années supplémentaires pour toutes les stations étudiées dans la présente étude. En effet, 3 années consécutives d'échantillonnage de la qualité de l'eau sont requises afin d'obtenir des résultats représentatifs de l'IQBP$_6$ médian (Anderson, 2021). De plus, les échantillons d'eau de 3 années consécutives permettent une meilleure interprétation du score d'IQBP$_6$ médian puisque les valeurs extrêmes auront moins d'influence sur le calcul de ce dernier. Ainsi, il est moins probable de surestimer ou de sous-estimer le score d'IQBP$_6$ médian d'une station.

4.2.2. Développement et conservation des bandes végétales riveraines

La réglementation dicte qu'une bande végétale riveraine d'au moins 3 mètres de large en milieu agricole est nécessaire, ce qui était autrefois supporté par la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) (Gouvernement du Québec, 2019). À présent, la PPRLPI a été remplacée par le régime transitoire de gestion des zones inondables, des rives et du littoral, entré en vigueur le 1er mars 2022 (Gouvernement du Québec, 2022a). Avec le nouveau régime surviennent plusieurs modifications dans les règlements connexes, comme le règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE). Malgré cette transition, le nouveau régime mentionne toujours qu'une bande végétale riveraine de 3 mètres de large doit être conservée de part et d'autre du cours d'eau en milieu agricole à travers le nouveau REAFIE (Gouvernement du Québec, 2022b). De plus, afin de limiter l'érosion du sol et le lessivage des particules et des nutriments (nitrites, nitrates, ammoniaque, phosphore) dans les cours d'eau, les bandes végétales riveraines doivent être composées de végétation herbacée, arbustive et arborescente (MDDEP, 2011; Québec Vert, 2013; UPA, 2022; MELCC, 2022b). En effet, lorsque les bandes végétales riveraines sont diversifiées en types de végétation et qu'elles respectent les normes de largeur demandées par la loi, elles empêchent les sédiments de se retrouver dans les cours d'eau en plus d'absorber les nutriments lessivés (MDDEP, 2011;

Québec Vert, 2013; UPA, 2022; MELCC, 2022b). Ceci empêche donc la pollution des cours d'eau par les activités humaines en bordure de ceux-ci.

4.2.3. Utilisation de bio-indicateurs

Le MELCC encourage à coupler le calcul d'$IQBP_6$ médian avec la présence ou absence des bio-indicateurs à chacune des stations lorsque c'est possible (Anderson, 2021). Un bio-indicateur est un organisme vivant qui donne des renseignements sur l'environnement dans lequel il se trouve par sa biologie et son écologie (Burger, 2006). Ces organismes sont aussi plus sensibles aux polluants qui ne sont pas mesurés dans l'analyse de l'$IQBP_6$, fournissant des informations supplémentaires utiles sur les substances qui peuvent se retrouver dans le cours d'eau. Par exemple, si un organisme ne vit que dans un milieu où la qualité de l'eau est bonne et qu'il est retrouvé à une des stations étudiées, le score d'$IQBP_6$ médian et l'abondance de cet organisme peuvent être utilisés de concert pour confirmer la bonne qualité de l'eau de cette station. Les bio-indicateurs intéressants à étudier en milieux aquatiques sont les macroinvertébrés aquatiques, les poissons, les diatomées et les cyanobactéries (Anderson, 2021). L'absence des macroinvertébrés dans les cours d'eau peut être indicatrice de fortes concentrations en métaux lourds et en autres contaminants chimiques (rejets municipaux) (Burger, 2006). L'absence de poissons peut être indicatrice de fortes concentrations en tous genres de polluants et en faibles concentration d'oxygène dissous (Burger, 2006). Les assemblages de diatomées peuvent être indicateurs de bonnes ou mauvaises conditions de turbidité, d'oxygène dissous, de pH et de conductivité, tandis qu'une forte densité de cyanobactéries est indicatrice de milieux eutrophes (Necchi, 2016). Ainsi, il serait pertinent d'utiliser l'$IQBP_6$ médian des tributaires du lac William en lien avec certaines des variables nommées ci-dessus afin d'obtenir un portrait plus représentatif de la qualité de l'eau.

5. Bibliographie

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2002. Les algues, les cyanobactéries et la qualité de l'eau, 4 p.

Anderson, C., 2022. Communication personnelle par courriel.

Anderson, C., 2021. Indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) --- Activités de suivi de l'état des milieux aquatiques au MELCC.

Burger, J., 2006. Bioindicators: A Review of Their Use in the Environmental Literature 1970–2005. Environ. Bioind. 1, 136–144.

Cyr, D., 2021. Communication personnelle par vidéoconférence.

Gouvernement du Québec, 2022a. Régime transitoire de gestion des zones inondables, des rives et du littoral [Sur le net]. Québec.ca. URL https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/plan-de-protection-du-territoire-face-aux-inondations/gestion-rives-littoral-zones-inondables/projet-regime-transitoire-gestion-zones-inondables-rives-littoral

Gouvernement du Québec, 2022b. Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE) - Modernisation du régime d'autorisation environnementale, 162 p. + annexes.

Gouvernement du Québec, 2019. Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, Chapitre Q-2, r. 35.

GROBEC, 2020. Suivi de la qualité de l'eau du lac à la Truite d'Irlande, 34 p. + annexes.

GROBEC, 2019. Analyse de la qualité bactériologique de l'eau du lac William, 18p. + annexes.

GROBEC, 2016. Caractérisation des bandes végétales riveraines et sites d'érosion du Ruisseau Pinette, Saint-Ferdinand, 16 p. + annexes.

GROBEC, 2014. Projet de caractérisation du ruisseau Chainey, 23 p.

GROBEC, 2008. Caractérisation des bandes végétales riveraines le long de certains cours d'eau de la MRC de l'Érable, 50 p. + annexes.

Håkanson, L., Malmaeus, J.M., Bodemer, U., Gerhardt, V., 2003. Coefficients of variation for chlorophyll, green algae, diatoms, cryptophytes and blue-greens in rivers as a basis for predictive modelling and aquatic management. Ecol. Model. 169, 179–196.

Hébert, S., Légaré, S., 2000. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau (No. n°QE-123). Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, 24 p. + annexes.

Lin, K., Zhu, Y., Zhang, Y., Lin, H., 2019. Determination of ammonia nitrogen in natural waters: Recent advances and applications. Trends Environ. Anal. Chem. 24, 1–13.

Masi, M.-E., Bourget, D., 2007. Diagnostic sur les ressources et les usages de la Haute-Bécancour. Canards Illimités Canada, 68 p. + annexes.

MDDEP, 2011. Végétalisation de la bande riveraine, 8 p.

MELCC, 2021. Atlas de l'eau [WWW Document]. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). URL https://environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/atlas-argis/index.htm

MELCC, 2022a. Critères de qualité de l'eau de surface [Sur le net]. URL https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0381

MELCC, 2022b. Fonctions écologiques de la bande riveraine [Sur le net]. URL https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/fonctions.htm#:~:text=R%C3%A9tention%20des%20s%C3%A9diments%2C%20nutriments%20et,contaminants%20qui%20y%20sont%20li%C3%A9s.

Necchi, O. (Ed.), 2016. River Algae. Springer International Publishing, Cham., 279 p.

Québec Vert, 2013. Bande riveraine - Plantation et entretien [Sur le net]. Bande riveraine. URL http://banderiveraine.org/accueil/outils-et-publications/

UPA, 2022. Trois grandes familles [Sur le net]. Opération bandes riveraines. URL https://www.bandesriveraines.quebec/trois-grandes-familles/