



Durabilité de la ressource en eau, entre préservation des écosystèmes et des activités récréatives : exemple du ruisseau des Friches (Québec, Canada)

Eleonore Marty

► To cite this version:

Eleonore Marty. Durabilité de la ressource en eau, entre préservation des écosystèmes et des activités récréatives : exemple du ruisseau des Friches (Québec, Canada). Géographie. 2023. dumas-04195702

HAL Id: dumas-04195702

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04195702>

Submitted on 4 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DURABILITE DE LA RESSOURCE EN EAU :

ENTRE PRESERVATION DES ECOSYSTEMES ET DES ACTIVITES RECREATIVES

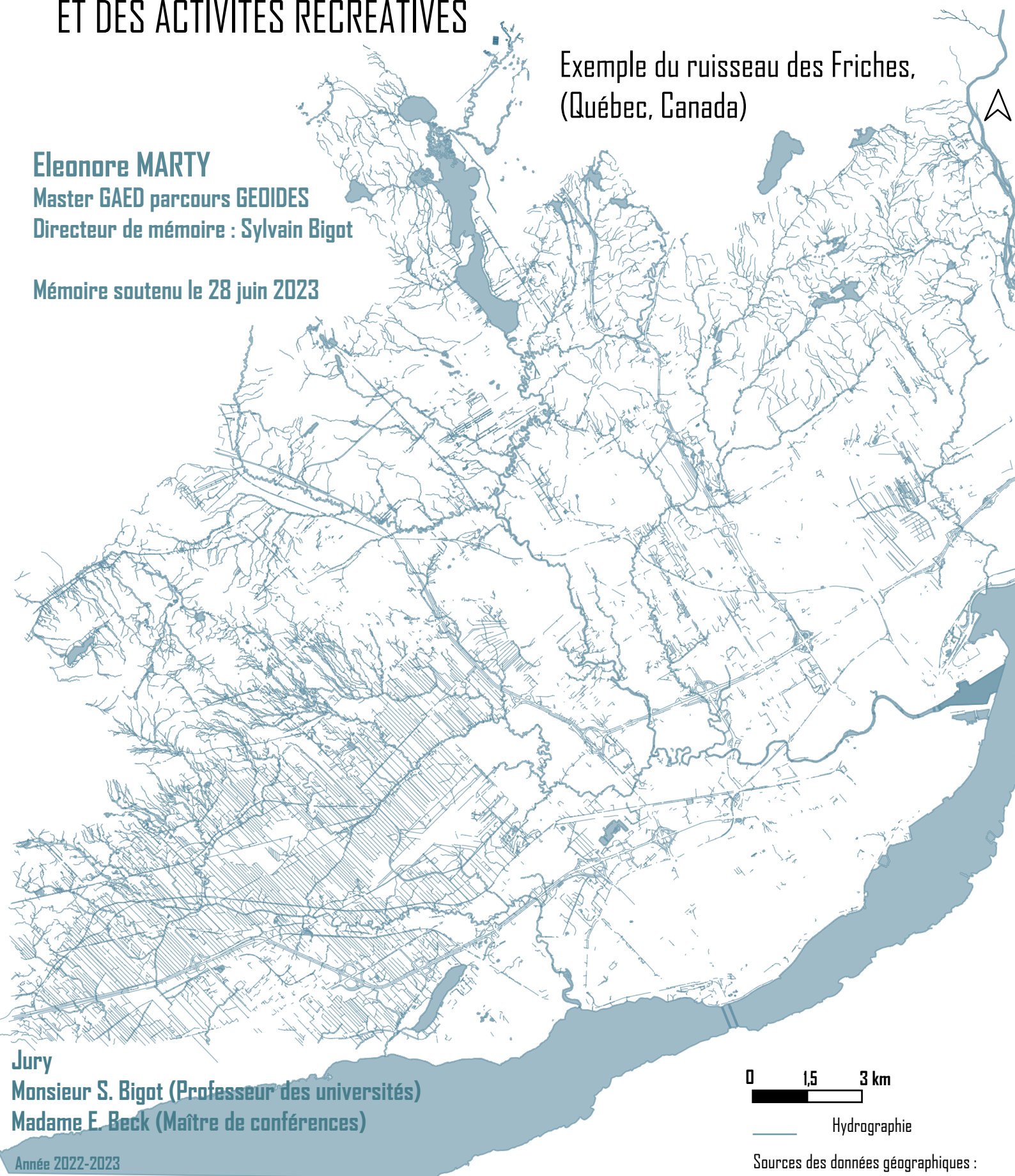
Eleonore MARTY

Master GAED parcours GEODES

Directeur de mémoire : Sylvain Bigot

Mémoire soutenu le 28 juin 2023

Exemple du ruisseau des Friches,
(Québec, Canada)



0 1,5 3 km

Hydrographie

Sources des données géographiques :
Ville de Québec, 2020, Hydrographie.
NAD83 / MTM zone 7

Edition : Eléonore Marty, mai 2023

Résumé

La préservation de la qualité de l'eau est devenue une préoccupation croissante dans nos sociétés modernes. L'eau joue un rôle vital dans la survie des organismes et est essentielle à de nombreuses activités humaines telles que la consommation, l'agriculture et la pêche (St-Hilaire *et al.*, 2016). La dégradation de la qualité de l'eau représente donc une menace pour les écosystèmes ainsi que pour les populations humaines, animales et végétales (IPCC, 2023). Ce mémoire se concentre sur l'importance de l'échantillonnage et de l'analyse de la qualité de l'eau des cours d'eau, dans le but de mieux comprendre et anticiper les sources de pollution. La qualité de l'eau est évaluée à l'aide de l'Indice de Qualité Bactériologique et Physico-chimique (IQBP₆) ainsi que des critères élaborés par Hébert en 1997. Les activités anthropiques telles que l'agriculture, l'utilisation de sels de voirie et la dégradation des écosystèmes, ainsi que les phénomènes naturels tels que l'érosion des berges et l'eutrophisation des masses d'eau, sont responsables, en partie, de la dégradation de la qualité de l'eau. Face aux changements climatiques, cette dégradation s'accélère et s'intensifie, ce qui souligne l'importance de caractériser les cours d'eau et de limiter les impacts négatifs des activités humaines sur ces écosystèmes fragiles. Pour illustrer ces problématiques, ce mémoire se base sur l'exemple du ruisseau des Friches à Québec (QC, Canada).

En résumé, ce mémoire met en évidence l'importance cruciale de surveiller la qualité de l'eau des cours d'eau, de comprendre les sources de pollution et de prendre des mesures pour préserver les écosystèmes.

Remerciements

Tout d'abord, j'aimerais exprimer ma profonde gratitude envers Madame Nancy Dionne, qui m'a chaleureusement accueilli au sein de l'Organisme des Bassins Versants de la Capitale pour la réalisation de mon stage. Je tiens également à remercier sincèrement tous les membres de l'OBVC pour leur bienveillance, leur gentillesse et leur générosité dans le partage de leur savoir. Ensuite, je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères à Monsieur Sylvain Bigot pour ses conseils pertinents, son suivi attentif et son implication dans l'accompagnement de la rédaction de ce mémoire. Je tiens également à exprimer ma

gratitude envers l'ensemble de l'IUGA pour m'avoir donné l'opportunité de suivre cette formation et pour avoir accepté la réalisation de mon stage à l'étranger. Enfin, je tiens à remercier Madame Élise Beck pour sa précieuse contribution en tant que membre du jury lors de la soutenance orale de ce mémoire.

Vos contributions respectives ont grandement enrichi mon expérience et ont joué un rôle crucial dans la réussite de ce mémoire. Je vous suis extrêmement reconnaissante pour votre soutien et votre engagement.

Sommaire

RÉSUMÉ	I
REMERCIEMENTS	I
SOMMAIRE	II
1. INTRODUCTION ET CONTEXTE	1
2. DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE DE LA ZONE À L'ÉTUDE	5
3. MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGES ET D'ANALYSES	8
4. RÉSULTATS	15
5. DISCUSSION	27
6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	28
BIBLIOGRAPHIE	31
TABLE DES MATIÈRES	34
LISTE DES FIGURES	35
LISTE DES TABLEAUX	35
LISTE DES ANNEXES	36
ANNEXES	37

1. Introduction et contexte

Partout dans le monde, l'urbanisation est une importante source de dégradation de la qualité de l'eau (McKinney, 2008; Meyer *et al.*, 2005; Violin *et al.*, 2011). L'imperméabilisation des sols, par exemple, draine les polluants des zones urbanisées vers les cours d'eau, ayant également pour effet d'augmenter la température de l'eau en transférant la chaleur des zones imperméables vers l'eau de ruissellement (St-Hilaire *et al.*, 2016). De plus, la présence de coliformes fécaux dans les ruissellements urbains peut véhiculer des pathogènes et des virus (St-Hilaire *et al.*, 2016). Les métaux, les matières en suspension et les composés organiques tels que les hormones sont également présents dans les eaux urbaines (Makepeace *et al.*, 1995). Les résidus issus de constructions contribuent à l'apport de sédiments fins dans les cours d'eau, ce qui dégrade les habitats aquatiques, l'accès et les quantités en ressources ainsi que les interactions biotiques. En raison du changement climatique, une augmentation de l'intensité et/ou de la fréquence des événements de précipitations est attendue participant activement à la dégradation de la qualité des eaux (Burn & Taleghani, 2013 ; Cheng *et al.*, 2012 ; Mailhot *et al.*, 2012).

L'agriculture constitue, à l'échelle du territoire canadien, l'une des principales causes de dégradation de la qualité de l'eau (Council of Canadian Academies, 2013 ; Eilers *et al.*, 2010). L'excès de nutriments (St-Hilaire *et al.*, 2016), de pesticides (Council of Canadian Academies, 2013) et de pathogènes (Council of Canadian Academies, 2013) issus du ruissellement des terres cultivées peut avoir des impacts socio-économiques et environnementaux (Eilers *et al.*, 2010). De plus, l'érosion des terres par l'agriculture et le bétail contribuent également à la dégradation de la qualité de l'eau par l'apport de sédiments et de nutriments (St-Hilaire *et al.*, 2016).

La Ville de Québec est confrontée à des enjeux majeurs liés à la gestion de l'eau. En effet, en période de sécheresse, une quantité limitée d'eau est disponible. C'est pourquoi des actions de sensibilisation et de prévention sont mises en place, notamment sur le site internet de la ville, ainsi que des restrictions sur l'utilisation de l'eau. Cette situation est aggravée lors de vagues de chaleur qui, au regard du dérèglement climatique, deviennent

de plus en plus fréquentes et sévères (Corale, 2019). En 2021, la consommation résidentielle à la Ville de Québec a été estimée à 396 litres d'eau par personne et par jour (Ville de Québec, 2022a). La ville traite chaque année environ 92 millions de mètres cubes d'eau pour la rendre potable, avant de la distribuer à plus de 545 000 citoyens, industries, commerces et institutions (Ville de Québec, 2022b). Pour répondre à la demande, les sources d'eau potable de la ville se doivent d'être nombreuses (Annexe 1). Elles comprennent notamment la rivière et le lac Saint-Charles, qui alimentent 300 000 citoyens en eau potable, ainsi que la rivière Montmorency, le lac des Roches et la rivière des Sept Ponts, qui alimentent 150 000 citoyens (Ville de Québec, 2022c). De plus, 21 % de l'eau distribuée à Québec est puisée dans le fleuve Saint-Laurent (Ville de Québec, 2022c). Malgré ces défis, la Ville de Québec parvient à fournir une eau d'excellente qualité après traitement (Ville de Québec, 2022d).

Dans ce contexte, 40 Organismes des Bassins Versants (OBV) ont été créés et répartis sur le territoire Québécois pour mettre en place une gestion intégrée et concertée de l'eau, en fonction d'unités hydrographiques, dans le respect des principes du développement durable (Annexe 2). L'OBV de la Capitale (OBVC) en fait partie et sa mission consiste à assurer la durabilité de la ressource en eau ainsi que de ses multiples usages. Les sept employés permanents de l'OBVC s'engagent à garantir une concertation efficace entre les usagers et les gestionnaires impliqués dans l'utilisation de l'eau, tout en œuvrant à la réalisation de projets concrets de préservation et de conservation de cette ressource naturelle. La Zone de Gestion Intégrée de l'Eau (ZGIE) de l'OBVC couvre une superficie de 711 km² comprenant environ 1 027 km de cours d'eau et 420 lacs.

Depuis 1950, la pression anthropique exercée sur le bassin versant de la rivière Lorette croît de plus en plus (Dionne *et al.*, 2014). La ville de l'Ancienne Lorette, situé en aval du BV du ruisseau des Friches, comptait 3961 habitants en 1961 et récemment, en 2014, 16 902 habitants (Dionne *et al.*, 2014). Entre 1961 et 1976 la population a triplé (Dionne *et al.*, 2014). L'agriculture et l'urbanisation croissantes induisent une réduction et une fragmentation des milieux naturels (Dionne *et al.*, 2014). Cette fragmentation des territoires entraîne, dans certains cas, une modification des habitats et de leurs

fonctionnalités (Gandrieau, 2016). Les espèces terrestres et aquatiques sont contraintes de s'adapter à ce nouveau milieu qui est, pour une grande partie du territoire, pollué par les eaux et déchets résidentiels mais aussi par les apports des parcelles agricoles présentes sur le bassin versant. Cet excès d'apports dans les milieux aquatiques engendre et accélère le vieillissement des lacs et cours d'eau situés en aval de la source de pollution dégradant ainsi la qualité de l'eau (Guillemot *et al.*, 2020 ; Pinay *et al.*, 2018). Le vieillissement prématuré des masses d'eau est appelé phénomène d'eutrophisation et à une répercussion sur la faune et la flore aquatique présentent sur place tels que la croissance excessive d'algues, l'asphyxie des fonds des lacs ou encore la formation de colonies de cyanobactéries empêchant le maintien des activités récréatives (Pinay *et al.*, 2018 ; Roberge *et al.*, 2002). La dégradation accélérée des écosystèmes aquatiques dans le monde va considérablement s'exacerber en raison des changements climatiques actuels. Les températures croissantes de l'eau et l'augmentation de l'ensoleillement pourraient perturber les systèmes terrestres et aquatiques dans un avenir proche, entraînant des changements significatifs et durables dans les écosystèmes ainsi que dans les activités humaines associées, telles que la pêche, la baignade et l'utilisation de l'eau potable (Guillemot *et al.*, 2020 ; Pinay *et al.*, 2018).

Dans ce contexte, l'Organisme des Bassins Versants de la Capitale (OBVC) s'engage à échantillonner, traiter et analyser des données de qualité de l'eau à différentes stations sur le territoire de la Zone de Gestion Intégrée de l'Eau (ZGIE) et s'inscrit dans le suivi à long terme de la qualité de l'eau du territoire. **Le présent mémoire présente les résultats et propose des recommandations pour améliorer la qualité de l'eau du ruisseau des Friches.** La campagne d'échantillonnage a eu lieu de mai à octobre 2022, pour un prélèvement total de 18 échantillons répartis sur 2 stations, le ponceau agricole (BQMA°05090096) et le pont situé rue Etienne-Lessard (BQMA°05090097).

Le ruisseau des friches est l'un des trois principaux affluents de la rivière Lorette. La dernière caractérisation du ruisseau, réalisée en 2012, conclu que la qualité de l'eau est « Douteuse » selon les critères établies par Hébert (1997) (d'après Turmel, 2013). La linéarisation de certains segments du cours d'eau et la création de bassin de rétention,

effectué en 1973, ont profondément changé le paysage du bassin versant du ruisseau des Friches (Turmel, 2013).

Le ruisseau des Friches est un affluent de la rivière Lorette, elle-même étant un tributaire de la rivière Saint-Charles (Figure 1). Ce-dernier est l'un des principaux affluents du Fleuve Saint-Laurent qui se jette directement dans l'océan Atlantique. La qualité de l'eau des plus petits cours d'eau a un impact significatif sur les plus grands. Il est donc important et impératif de réaliser un suivi dans le temps de la qualité de l'ensemble des systèmes aquatiques présent sur le territoire Québécois afin de s'assurer de la pérennité des écosystèmes et des ressources. Cette démarche permet également d'identifier les sources potentielles de pollution et de mettre en place des actions correctives telles que la diminution d'intrants ou encore la désimperméabilisation et renaturation des sols pour protéger ces écosystèmes.



Figure 1: Le ruisseau des Friches, un contributeur de la qualité du fleuve Saint-Laurent.

La dégradation de la qualité de l'eau, causée par diverses activités anthropiques (agriculture, urbanisation, rejets domestiques et industriels...) est un phénomène complexe. Ainsi, la problématique de ce mémoire porte sur la prise en compte de ce phénomène pour assurer la qualité de l'eau et maintenir les écosystèmes et les populations animales, végétales et humaines qui en dépendent, avec pour questionnement principal d'établir **comment assurer la durabilité de la qualité de l'eau au Québec par la surveillance et l'analyse, tout en intégrant les impacts de sa qualité sur la santé humaine et son utilisation pour diverses fins ?**

Le présent mémoire vise à évaluer la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau du ruisseau des Friches en utilisant l'Indice de Qualité Bactériologique et Physico-chimique (IQBP₆). Pour atteindre cet objectif, la méthodologie mise en place comprend une description détaillée des paramètres mesurés pour déterminer l'indice, ainsi que les observations et paramètres mesurés *in situ*.

Le contexte géographique et scientifique de l'étude est tout d'abord présenté, suivi d'une description de la zone étudiée, notamment du bassin versant du ruisseau des Friches et de la localisation des stations d'échantillonnage. La méthodologie est ensuite détaillée, incluant la description des paramètres mesurés et les observations *in situ*. Puis les résultats obtenus pour les deux stations d'échantillonnage sont présentés et discutés. Enfin, des conclusions et des recommandations sont proposées afin d'améliorer la qualité de l'eau dans la zone étudiée.

2. Description géographique de la zone à l'étude

2.1 Le bassin versant du ruisseau des Friches

Situé à 4 km au nord-ouest de l'aéroport international Jean-Lesage, à Chaudière-Appalaches, au Québec, le ruisseau des Friches s'étend sur environ 4,8 km en direction de l'est jusqu'à son confluent avec la rivière Laurette. Son bassin versant couvre une superficie de 12,12 km² (Dionne *et al.*, 2014), représentant environ 17 % de la superficie totale du bassin versant de la rivière Laurette (Figure 2). Le ruisseau des Friches prend sa source dans une zone boisée et alterne ensuite son écoulement entre les champs agricoles et les

terrains boisés. Il longe également un camping et a été détourné lors de la création, en 1973, d'un bassin de rétention (Dionne *et al.*, 2014). Le ruisseau possède quelques affluents mineurs drainant des zones urbaines, agricoles et boisées (Figure 2). La carte de l'occupation du sol (Annexe 3) permet de mettre en évidence la prédominance des surfaces boisées (46,6 % du BV), ainsi que l'importance des espaces anthropisés (23,2 % du BV) dans le bassin versant du ruisseau des Friches (Annexe 3). Les parcelles agricoles représentent 13,3 % du bassin versant et sont concentrées autour du ruisseau (Annexe 3 et 4).

Il convient de noter que le ruisseau des Friches est l'un des derniers tributaires de la rivière Laurette à s'écouler à ciel ouvert, ce qui signifie qu'il n'est pas canalisé. La topographie de l'ensemble du bassin versant du ruisseau des Friches présente un dénivelé relativement faible de l'ordre de 30 mètres.

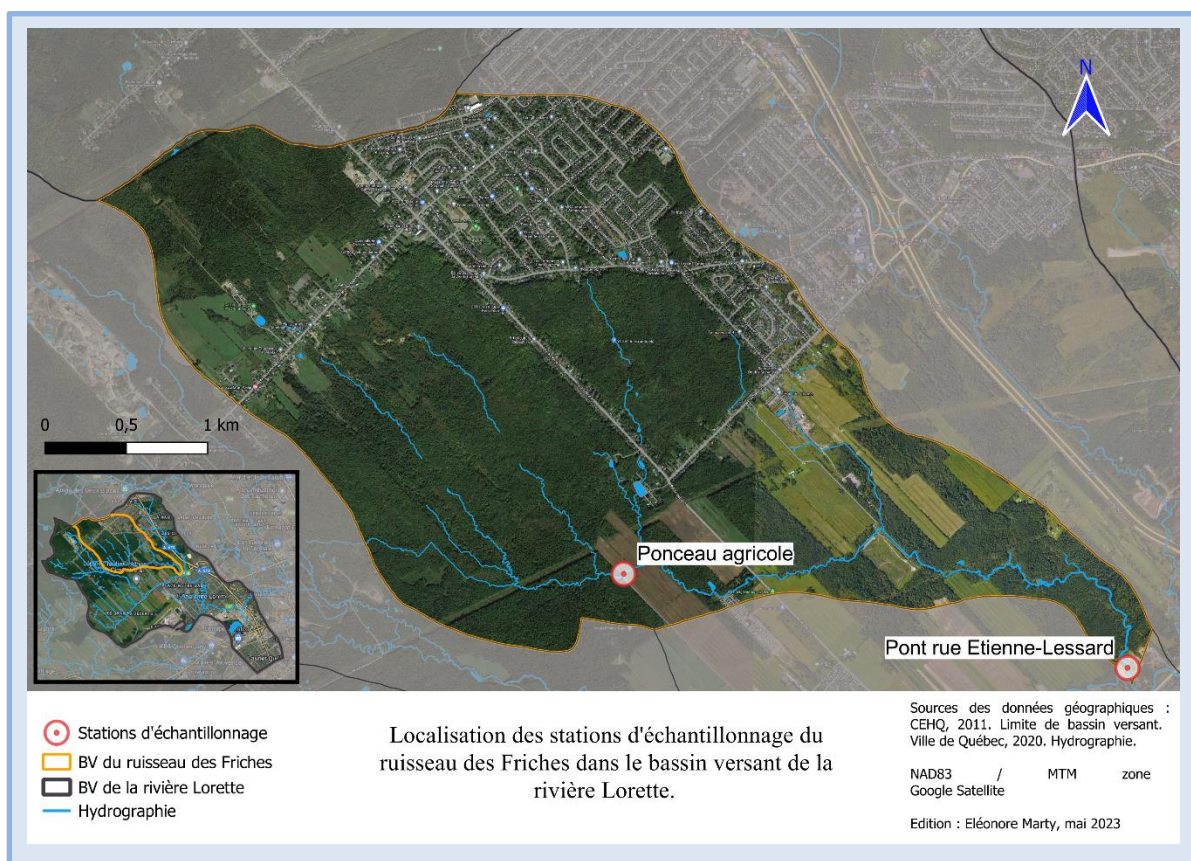


Figure 2 : Localisations des stations d'échantillonnage du ruisseau des Friches.

2.2 Localisation des stations d'échantillonnage

La présente étude a été menée sur deux stations d'échantillonnage situées le long du ruisseau des Friches. La station « ponceau agricole » (BQMA° 05090096 : 46°49'22.1"N 71°24'55.2"W) est localisée à la jonction de deux parcelles agricoles à la sortie d'un boisé (Figure 3). La seconde station, renommée « pont rue Etienne-Lessard » (BQMA° 05090097 : 46°49'04.6"N 71°22'28.4"W) (Figure 4), est positionnée à environ 100 mètres en amont de l'embouchure du ruisseau avec la rivière Lorette et à environ 200 m du Boulevard Chauveau Ouest. Pour cette station, l'échantillonnage est réalisé au pont situé rue Etienne-Lessard (Figure 4). Le cours d'eau parcourt environ 4 km entre les deux stations. La station « ponceau agricole » étant à l'amont et celle « pont rue Etienne-Lessard » à l'aval du ruisseau ceci permet de mesurer l'évolution de l'impact potentiel des activités humaines et des facteurs environnementaux sur la qualité de l'eau du ruisseau des Friches tout au long de ce linéaire.

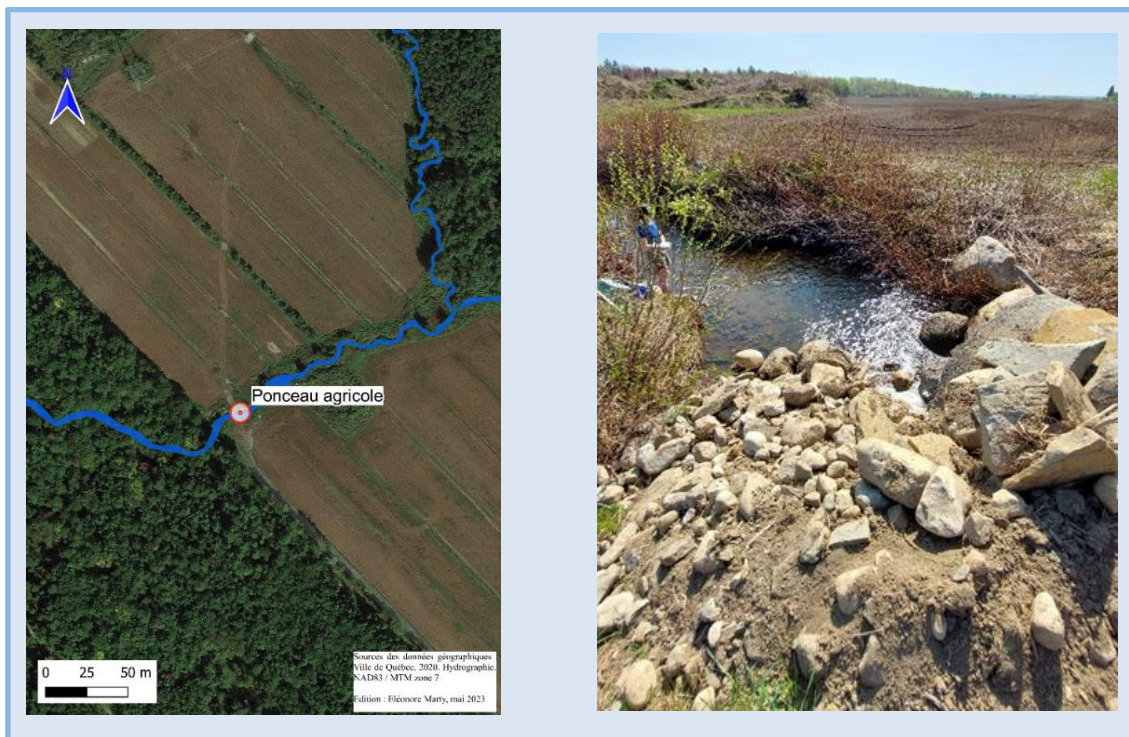


Figure 3 : Station « ponceau agricole » (BQMA° 05090096).



Figure 4 : Station « pont rue Etienne-Lessard » (BQMA° 05090097).

3. Méthodes d'échantillonnages et d'analyses

La qualité de l'eau du ruisseau des Friches a été déterminée à la suite d'une campagne d'échantillonnage qui s'est déroulée du 13 mai 2022 au 20 octobre 2022 réalisée par l'équipe de l'OBVC. Cette campagne a permis de prélever 9 échantillons d'eau par station, pour un total de 18 prélèvements. Les conditions météorologiques (Tableau 1) permettent de connaître l'état de saturation en eau des sols et par conséquent les tendances des écoulements des eaux (stockage dans les sols, ruissèlements urbains/agricoles) et donc renseigner sur les sources possibles de contaminations du ruisseau. Six échantillons par station ont été prélevés par temps sec (absence de précipitation lors de l'échantillonnage) et trois échantillons par station ont été collectés lors de périodes de précipitations. Ces échantillons ont ensuite été analysés en laboratoire pour déterminer l'Indice de Qualité Bactériologique et Physicochimique (IQBP₆).

Pour obtenir une analyse plus détaillée de la qualité de l'eau, plusieurs paramètres ont été mesurés *in situ* à l'aide d'une sonde multiparamètres YSI-63, notamment la température, la conductivité et le pH de l'eau du ruisseau des Friches. De plus, les concentrations d'azote total sont également relevées, bien qu'elles ne soient pas incluses dans le calcul de l'IQBP₆.

Toutes observations pertinentes relatives au milieu, telles que l'apparence de l'eau (couleur, texture, odeur), la présence déchets, de déversements de tributaires agricoles ou tout autres facteurs pouvant influencer la qualité de l'eau, sont notées pour assurer une compréhension complète du contexte.

Tableau 1 : Détails des conditions météorologiques lors de la campagne d'échantillonnage 2022 pour le ruisseau des Friches.

Date (aaaa mm-jj)	Temp moy.(°C) ¹	Précip. tot. (mm) ¹ 48 heures avant	Conditions météorologiques durant l'échantillonnage
2022-05-13	22,2	0,0	
2022-06-10	15,5	35,6	
2022-06-30	17,4	33,7	
2022-07-22	22,0	42,1	
2022-07-28	21,2	0,0	
2022-08-16	19,3	0,0	
2022-09-19	8,6	11,4	
2022-09-30	8,6	0,0	
2022-10-20	-6,5	4,5	

¹ : Données d'Environnement Canada aux stations météorologiques Aéroport Jean-Lesage (701S001) (Gouvernement du Canada, 2022). En rouge : considéré comme temps de pluie pour les analyses.

Compte tenu de la faible profondeur du ruisseau à la station « ponceau agricole », une perche est utilisée pour effectuer l'échantillonnage de l'eau (Annexe 5). Des mesures de précaution sont prises pour éviter toute contamination ou altération des échantillons tel que le rinçage de la perche à trois reprises avant son immersion face au courant. La station « Etienne-Lessard » est, quant à elle, échantillonnée à l'aide d'un porte bouteille permettant d'accéder au cours d'eau depuis le pont (Annexe 6). Pour l'ensemble des stations, les bouteilles sont plongées dans l'eau en évitant tout contact avec le fond du ruisseau afin de ne pas mettre en suspension des sédiments. Les contenants sont immergés à mi-hauteur de la colonne d'eau afin de ne pas prélever de l'eau de surface qui pourraient contenir des biofilms ou débris flottants (Berryman *et al.*, 2016). Le remplissage de quatre bouteilles, préalablement identifiées, permettent l'analyse des six paramètres nécessaires pour réaliser l'IQBP₆. Les contenants sont remplis jusqu'à l'épaulement, sans ajout d'eau même si le remplissage est incomplet afin d'éviter toutes contaminations possibles. Pour cette même raison, les bouchons sont manipulés par la surface extérieure, ouverture vers le bas. Les bouteilles sont conservées au froid et à l'obscurité dans une glacière immédiatement après

l'échantillonnage, afin de préserver les propriétés de l'eau pendant le transport vers le Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (CEAEQ).

3.1 Indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP₆)

L'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) est un outil de mesure synthétique utilisé pour évaluer la qualité de l'eau des rivières et du fleuve au Québec, prenant en compte les paramètres bactériologiques et physicochimiques de l'eau. Cet indice a été développé pour tenir compte des quatre principaux types d'utilisation de l'eau, à savoir l'approvisionnement en eau brute à des fins de consommation, la baignade et les activités nautiques, la protection de la vie aquatique et la protection contre l'eutrophisation (Anderson *et al.*, 2022).

L'approvisionnement en eau brute à des fins de consommation implique que l'eau doit être exempte de micro-organismes pathogènes et de polluants. La baignade et les activités nautiques nécessitent une qualité de l'eau suffisamment bonne pour ne pas affecter la santé des usagers, tandis que la protection de la vie aquatique exige une concentration minimale en oxygène dissous et des niveaux acceptables de polluants. Enfin, la protection contre l'eutrophisation implique la nécessité de prévenir une augmentation excessive de la croissance des algues et des plantes aquatiques, qui peut réduire la qualité de l'eau et nuire à la biodiversité.

L'indice permet également d'identifier les paramètres les plus susceptibles de limiter la qualité de l'eau, tels que la température, le pH, la teneur en nutriments, la matière en suspension ou encore les contaminants chimiques (Anderson *et al.*, 2022). Cette identification permet de prioriser les actions pour améliorer la qualité de l'eau. Enfin, l'IQBP permet une évaluation fine et à grande échelle et est un outil précieux pour les gouvernements, les organismes de protection de l'environnement et les gestionnaires des ressources en eau pour suivre les tendances de qualité de l'eau et prendre des décisions éclairées en matière de gestion des ressources en eau.

Le processus de calcul de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) ainsi que sa comparaison entre plusieurs sites d'étude requièrent une certaine rigueur. Il est

indispensable de suivre certaines lignes directrices, notamment en ce qui concerne le nombre et la répartition temporelle des échantillons prélevés, ainsi que la stabilité des paramètres pris en considération.

Il convient de souligner que l'IQBP est un indice déclassant, qui prend la valeur médiane du sous-indice ayant la qualité la plus faible pour chaque échantillonnage. Tout facteur, anthropique ou environnemental, susceptible de modifier la valeur d'un sous-indice peut avoir une incidence sur l'IQBP. Par conséquent, il est crucial de veiller à ce que les paramètres constitutifs de l'IQBP soient principalement influencés par les activités humaines, car l'IQBP vise à évaluer l'impact de ces activités sur la qualité de l'eau, tant en termes de pression exercée que d'efficacité des interventions de correction.

L'IQBP préconisé par le Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) est l'IQBP₆. Cet indice est prescrit pour les cours d'eau autres que le fleuve au Québec et comprend six variables : les coliformes fécaux, le phosphore total, l'azote ammoniacal, les nitrates, les matières en suspension et la chlorophylle α active. Les données acquises sont transformées en sous-indices, lesquels prennent des valeurs allant de 0 à 100, par le biais de courbes d'évaluation de la qualité de l'eau élaborées par Hébert en 1997 (Hébert, 1997) (Tableau 2 et 3). L'IQBP₆ est calculé avec les médianes de chaque paramètre discriminant afin d'atténuer les valeurs extrêmes.

Tableau 2 : Échelle en 5 niveaux de valeurs-seuils des sous-indices de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP₆) fondée sur les courbes d'appréciation (Hébert, 1997).

Valeurs-seuil du sous-indice	Coliformes fécaux (UFC/100ml)	Chlorophylle α totale (μ g/l)	Azote ammoniacal (mg/l)	Nitrite et nitrates (mg/l)	Phosphore total (mg/l)	Matières en suspension (mg/l)
80-100	≤ 200	$\leq 5,70$	$\leq 0,23$	$\leq 0,50$	$\leq 0,030$	≤ 6
60-79	201-1000	5,71-8,60	0,24-0,50	0,51-1,00	0,031-0,050	7-13
40-59	1001-2000	8,61-11,10	0,51-0,90	1,01-2,00	0,051-0,100	14-24
20-39	2001-3500	11,1-13,90	0,91-1,50	2,01-5,00	0,101-0,200	25-41
0-19	>3500	>13,90	>1,50	>5,00	>0,200	>41

Tableau 3 : Classe de qualité de l'eau en fonction des valeurs-seuil des sous-indices de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP₆) (d'après Hébert, 1997).

Classe IQBP	Classe de qualité de l'eau	Description
A (80-100)	Bonne	Permet généralement tous les usages y compris la baignade
B (60-79)	Satisfaisante	Permet généralement la plupart des usages
C (40-59)	Douteuse	Certains usages risquent d'être compromis
D (20-39)	Mauvaise	La plupart des usages risquent d'être compromis
E (0-19)	Très mauvaise	Tous les usages risquent d'être compromis

3.1.1 Description des paramètres mesurés pour déterminer l'IQBP₆

Le Tableau 4 présente les six paramètres constitutifs de l'IQBP₆, leurs sources potentielles (naturelles et/ou anthropiques), leurs conséquences sur le milieu aquatique et/ou sur les populations exposées et le type d'indications qu'ils fournissent. Les critères utilisés par le MELCCFP pour la protection de la qualité de l'eau de surface sont répartis en cinq catégories :

- Activités récréatives à contact indirect (ex : canoë, pêche...) et esthétique
- Activités récréatives à contact direct (ex : baignade) et esthétique
- Eau brute d'approvisionnement
- Vie aquatique (effet chronique)
- Valeur repère à titre indicatif

Chaque paramètre dispose de seuils spécifiques associés aux critères de protection (Tableau 4).

Tableau 4 : Descriptions des paramètres constitutifs de l'IQBP₆.

Paramètre	Unité	Seuils	Sources	Conséquences	Indicateur
Coliformes fécaux (CF)	UFC/100 ml	1000UFC/100ml 200 UFC/100ml	- Matières fécales - Eaux usées - Déversements fosses septiques - Animaux d'élevage - Activités récréatives - Fuites de conduites d'eau - Résidus d'entreprises de pâtes et papiers (Doyle & Erickson, 2006 ; George & Servais, 2001 ; Patoine, 2011 ; Whitlock <i>et al.</i> , 2002)	Impropre à la consommation, aux activités récréatives à contact direct et indirect	Contamination microbiologique (Patoine, 2011 ; Whitlock <i>et al.</i> , 2002)
Chlorophylle α active	$\mu\text{g/l}$	4,75 $\mu\text{g/l}$	- Pollution agricole - Rejets d'eaux usées (MELCCFP, 2023)	Eutrophisation	Biodiversité et production biologique (MELCCFP, 2023)
Azote ammoniacal (NH ₃)	mg/l	0,2 mg/l	- Décomposition matière organique - Rejets eaux usées (agricole, industrielle et municipale) (MELCCFP, 2023 ; Ordre des chimistes du Québec, 2012)	- Stimulation croissance algues et plantes aquatiques - Diminution quantité oxygène (MELCCFP, 2023)	Pollution organique et/ou eutrophisation (MELCCFP, 2023)
Ions nitrites et nitrates (NO _x)	mg/l	3 mg/l	- Effluents industriels et municipaux - Lessivages des engrais agricoles (Gouvernement du Canada, 2014)	- Accélération du processus d'eutrophisation - Problèmes de santé publics (Chambers <i>et al.</i> , 2001 ; Gouvernement du Canada, 2014)	Eutrophisation
Phosphore total (P _{tot})	mg/l	0,03 mg/l 0,03 mg/l	- Agriculture - Eaux usées - Ruissellements (urbains et agricoles) (La Jeunesse, 2001)	- Prolifération excessive d'algues, de végétaux et de cyanobactéries - Eutrophisation (MELCCFP, 2023)	Eutrophisation
Matières en suspension (MES)	mg/l	13 mg/l	- Érosion des sols - Effluents municipaux et industriels - Ruissellements agricoles - Construction (Greater Golden Horseshoe Area Conservation Authorities, 2006 ; MELCCFP, 2023)	- Réduction zone photique - Abrasion des branchies - Obstruction des frayères (Hébert & Légaré, 2000)	Turbidité de l'eau

3.2 Observations et paramètres mesurés in situ

La sonde multiparamètres YSI-63 est utilisée pour mesurer les paramètres complémentaires tels que la température, la conductivité et le pH de l'eau du ruisseau des Friches.

La température de l'eau est un paramètre essentiel pour comprendre les processus physico-chimiques et biologiques qui se produisent dans les milieux aquatiques. Elle exerce une influence directe sur la capacité de l'eau à dissoudre l'oxygène, qui est crucial pour le taux d'oxygénation des organismes aquatiques (Hébert & Légaré, 2000). Les organismes hétérotrophes, dont le métabolisme dépend de l'oxygène, en sont particulièrement affectés. Il est donc important de mesurer régulièrement la température de l'eau afin de mieux comprendre la qualité de l'eau et son impact sur les écosystèmes aquatiques.

La conductivité de l'eau est liée à sa température et sa concentration ionique, ce qui en fait un paramètre de mesure utile pour évaluer les changements dans la composition de l'eau, notamment en ce qui concerne les concentrations minérales dissoutes. Une augmentation de sa valeur indique une hausse de la concentration en solides dissous dans l'eau, comme l'ont noté Hébert & Légaré (2000). Des valeurs de conductivité élevées peuvent indiquer une pollution issue de rejets industriels, miniers et/ou municipaux, et/ou d'un ruissellement urbain important (Hébert & Légaré, 2000).

Le pH de l'eau est une mesure importante pour évaluer la qualité de l'eau. En effet, le pH détermine de nombreuses réactions chimiques et peut donc influencer la toxicité de certains éléments présent dans le milieu (Hébert & Légaré, 2000). La surveillance régulière du pH peut aider à identifier les sources de contaminations potentielles et à anticiper leurs effets sur l'environnement, ce qui en fait une variable importante pour déterminer la qualité de l'eau.

L'azote total, composé de toutes les différentes formes d'azote comme l'ammoniac, les nitrates et les nitrites, est présent dans l'eau en raison de l'activité humaine, notamment les déchets domestiques, les déversements industriels et les pratiques agricoles. Mesurer l'azote total dans l'eau est nécessaire pour surveiller la qualité de l'eau et évaluer la santé

de l'écosystème aquatique. Des niveaux élevés d'azote total peuvent indiquer une pollution anthropique, ce qui peut causer la prolifération d'algues, diminuer la concentration en oxygène dissous et mettre en danger la vie aquatique. La surveillance régulière de l'azote total est donc importante pour préserver la qualité de l'eau et la santé des écosystèmes aquatiques.

4. Résultats

4.1 Station d'échantillonnage du ponceau agricole

4.1.1 Détermination de l'IQPB₆ à la station d'échantillonnage du ponceau agricole

La station d'échantillonnage du ponceau agricole présente un Indice final de la Qualité Physico-Chimique et Bactériologique (IQBP₆) qui s'élève à 81, ce qui correspond à la classe "A", indiquant une « Bonne » qualité de l'eau. Selon (Hébert, 1997), ce score permet généralement tous les usages liés à l'eau. Trois paramètres parmi les six sont discriminants pour calculer l'IQBP₆, c'est-à-dire qu'ils présentent les valeurs d'IQBP₆ les plus basses sur une journée d'échantillonnage (Tableau 5). Ces paramètres sont les matières en suspension (MES), les coliformes fécaux (CF) et les nitrites et nitrates (NOX) (Figure 5).

Les résultats des échantillonnages réalisés les 10 juin et 22 juillet se démarquent particulièrement. En effet, ces deux prélèvements, réalisés par temps de pluie, présentent des concentrations en MES supérieures au critère de qualité de l'eau de surface de 13 mg/l et des concentrations en phosphore total (P_{tot}) supérieures à 0,03 mg/l (Tableau 6). Au-delà de ce seuil, la qualité de l'eau n'est plus assez bonne pour assurer la vie aquatique sans avoir des effets chroniques sur celle-ci (MELCCFP, s. d.-c). De plus, elle ne permet plus les activités récréatives telles que la pêche ou la baignade. Les échantillons du 22 juillet témoignent d'une concentration en CF bien supérieure au critère de qualité de l'eau (> 1000 UFC/100 ml) assurant le maintien de l'ensemble des activités récréatives liées au milieu aquatique impliquant un contact direct ou indirect avec l'eau (Tableau 6).

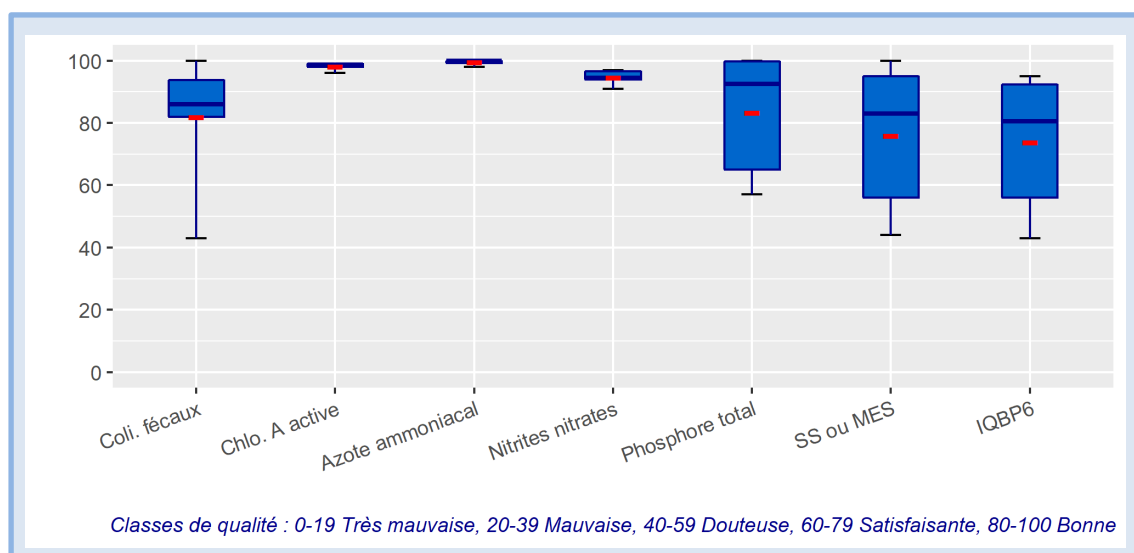


Figure 5 : IQBP₆ et ses sous-indices à la station « ponceau agricole » à Québec calculés pour la période estivale entre mai et octobre 2022.

Tableau 5 : Valeurs des sous-indices des paramètres mesurés à la station d'échantillonnage du ponceau agricole pour la période estivale entre mai et octobre 2022.

Date	Coliformes fécaux	Chlorophylle α totale	Azote ammoniacal	Nitrites et nitrates	Phosphore total	Matières en suspension	Paramètre déclassant
2022-05-13	115	99	98	94	101	96	NOX
2022-06-10	81	99	101	97	58	50	MES
2022-06-30	85	99	101	94	86	75	MES
2022-07-22	43	98	99	97	57	45	CF
2022-07-28	87	99	101	91	99	92	CF
2022-08-16	-	-	-	-	-	-	-
2022-09-19	-	-	-	-	-	-	-
2022-09-30	96	100	100	95	101	100	NOX
2022-10-20	-	-	-	-	-	-	-
IQBP ₆	n=6						81

*En rouge : les journées d'échantillonnage considérées comme temps de pluie pour les analyses. En gris : les sous-indices retenus pour le calcul de l'IQBP₆.

4.1.1.1 Matières en suspension

Les taux de matières en suspension sont l'un des paramètres déclassant de l'IQBP₆. Les mesures effectuées indiquent que les concentrations varient entre 1 et 21 mg/l, avec une valeur médiane de 6 mg/l qui se situe dans la classe de qualité de l'eau « Bonne » (≤ 6 mg/L) (Tableau 6). Deux échantillons, récoltés par temps de pluie, ont été classés comme

présentant une qualité d'eau « Douteuse » en ce qui concerne ce paramètre, tandis que les autres prélèvements indiquent une qualité de l'eau « Bonne » ou « Satisfaisante ».

4.1.1.2 Phosphore total

Les résultats des taux de phosphore total présentent des valeurs mesurées allant de 0,009 à 0,057 mg/l (Tableau 6). La valeur médiane de 0,021 mg/l correspond à une eau de « Bonne » qualité (Tableau 2). Toutefois, il y a eu deux dépassements du seuil de protection de la vie aquatique (effet chronique) et du maintien des activités récréatives fixé à 0,03 mg/l (MELCCFP, s. d.-c). Ces dépassements ont été enregistrés le 10 juin (0,054 mg/l) et le 22 juillet (0,057 mg/l), ce qui classe la qualité de l'eau comme « Douteuse » pour ce paramètre. Il s'agit de deux prélèvements réalisés par temps de pluie.

4.1.1.3 Coliformes fécaux

Le taux de coliformes fécaux est le deuxième paramètre déclassant de l'IQBP₆. Comme l'indique le Tableau 6, les valeurs mesurées oscillent entre 3 et 1900 UFC/100 ml. La médiane de 110 UFC/100 ml correspond à une eau de « Bonne » qualité (Tableau 2), tout comme cinq échantillons prélevés. Cependant, l'échantillon prélevé le 22 juillet montre une concentration de coliformes fécaux dépassant le seuil de protection des activités récréatives et esthétiques d'usage primaire, qui s'élève à 1000 UFC/100 ml (MELCCFP, s. d.-c). Ce seuil est défini pour toutes les activités impliquant un contact direct ou indirect avec le milieu aquatique.

4.1.1.4 Nitrites et nitrates

Le niveau de nitrites et nitrates est le dernier paramètre déclassant de l'IQBP₆. Les résultats de mesure varient entre 0,07 et 0,22 mg/l (Tableau 6), et la valeur médiane de 0,14 mg/l correspond à une eau de « Bonne » qualité selon les normes établies ($\leq 0,50$ mg/l). Dans l'ensemble, tous les échantillons analysés indiquent une « Bonne » qualité de l'eau pour ce critère d'évaluation de l'IQBP₆.

4.1.1.5 Chlorophylle α

Les taux de chlorophylle α mesurés se situent entre 0,18 et 0,81 $\mu\text{g/l}$ (Tableau 6), et la valeur médiane pour ce critère d'évaluation est de 0,38 $\mu\text{g/l}$. Cette valeur correspond à une eau de qualité "Bonne" selon les normes établies ($\leq 5,70 \mu\text{g/l}$) (Hébert, 1997). De plus, l'ensemble des valeurs relevées indique une qualité d'eau « Bonne » pour ce paramètre d'évaluation.

4.1.1.6 Azote ammoniacal

Les taux d'azote ammoniacal mesurés varient entre 0,0025 et 0,0300 mg/l (Tableau 6), avec une valeur médiane de 0,0068 mg/l. Pour ce paramètre, toutes les valeurs sont inférieures à 0,23 $\mu\text{g/l}$, ce qui témoigne d'une « Bonne » qualité de l'eau échantillonnée pour ce paramètre.

Tableau 6 : Concentrations mesurées pour chaque paramètre à la station d'échantillonnage du ponceau agricole pour la période estivale entre mai et octobre 2022.

Date	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Chlorophylle α ($\mu\text{g/l}$)	Azote ammoniacal (mg/l)	Nitrites et nitrates (mg/l)	Azote total (mg/l)	Phosphore total (mg/l)	Matières en suspension (mg/l)
2022-05-13	3	0,34	0,0300	0,15	0,29	0,013	2
2022-06-10	180	0,54	0,0025	0,07	0,28	0,054	18
2022-06-30	120	0,42	0,0025	0,16	0,28	0,025	8
2022-07-22	1900	0,81	0,0250	0,07	0,36	0,057	21
2022-07-28	99	0,20	0,0025	0,22	0,37	0,016	3
2022-08-16	-	-	-	-	-	-	-
2022-09-19	-	-	-	-	-	-	-
2022-09-30	16	0,18	0,0110	0,12	0,26	0,009	1
2022-10-20	-	-	-	-	-	-	-
Médiane	110	0,38	0,0068	0,14	0,29	0,021	6

*En rouge : les journées d'échantillonnage considérées comme temps de pluie pour les analyses. Les couleurs correspondent aux catégories de classe de qualité d'eau établies pour chaque paramètre selon Hébert (1997) (Tableau 3)

4.1.2 Paramètres in situ – Station d'échantillonnage du ponceau agricole

La température de l'eau enregistrée à cette station d'échantillonnage varie entre 8,8°C (en septembre et octobre) et 18,0°C (en août) (Tableau 7). La concentration totale en azote dans le ruisseau des Friches varie peu, oscillant entre 0,26 et 0,37 mg/l. Ces mesures s'inscrivent dans la fourchette normale de variation des eaux de surface, soit entre 0,19 et 2,4 mg/l selon Hébert & Légaré (2000). (Tableau 7). La médiane de ces températures est de 14,6°C. L'intervalle des températures mesurées est favorable à l'habitat de certaines espèces dont l'omble de fontaine, qui a besoin de températures inférieures à 21°C (MDDEFP, 2013). Les températures plus fraîches en fin de saison assurent la survie des frayères, qui s'effectuent idéalement à des températures comprises entre 5 et 10°C de la fin de l'été jusqu'au printemps suivant (MDDEFP, 2013).

Les relevés de conductivité ont montré des valeurs allant de 84,4 à 630,0 µS/cm (Tableau 7). La concentration totale en azote dans le ruisseau des Friches varie peu, oscillant entre 0,26 et 0,37 mg/l. Ces mesures s'inscrivent dans la fourchette normale de variation des eaux de surface, soit entre 0,19 et 2,4 mg/l selon Hébert & Légaré (2000). (Tableau 7). La médiane de la campagne d'échantillonnage est de 127,2 µS/cm. À l'exception de la valeur du 10 juin (630 µS/cm), les résultats se situent dans la plage de variation normale pour un petit cours d'eau, soit entre 20,0 et 339,0 µS/cm (Hébert & Légaré, 2000). D'après Hébert & Légaré (2000), plus la conductivité est élevée, plus la quantité de solides dissous est importante.

Les mesures du pH obtenues pour la campagne d'échantillonnage se situent entre 6,27 et 7,72, avec une valeur médiane de 7,33. Toutes les valeurs respectent les critères établis pour protéger les activités récréatives et esthétiques, ainsi que la vie aquatique (effet chronique) avec une fourchette de pH de 6,5 à 8,5 et 6,5 à 9,0, respectivement (USEPA, 1986). De plus, les valeurs mesurées se situent dans la plage habituelle de variation pour les cours d'eau, qui est de 6,3 à 8,3 (Hébert & Légaré, 2000).

La concentration totale en azote dans le ruisseau des Friches varie peu, oscillant entre 0,26 et 0,37 mg/l. Ces mesures s'inscrivent dans la fourchette normale de variation des eaux de surface, soit entre 0,19 et 2,4 mg/l selon Hébert & Légaré (2000).

Tableau 7 : Paramètres in situ mesurés à l'aide de la sonde YSI-63 à la station d'échantillonnage du ponceau agricole pour la période estivale entre mai et octobre 2022.

Date	Température de l'eau (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Observations	Présence Huile /essence
2022-05-13	14,6	110,0	6,89	Ponceau en mauvais état, fossé agricole s'écoule dans le tributaire	Non
2022-06-10	12,1	630,0	7,12	Courant très fort, eau assez claire et légèrement « ocre », présence d'une bande riveraine bien établie	Non
2022-06-30	14,6	129,1	7,53	Passage du ponceau refait, présence d'une bande riveraine bien établie	Non
2022-07-22	18,0	84,4	6,27	Eau brunâtre	Non
2022-07-28	16,9	164,4	7,55	Eau claire et limpide, présence d'une bande riveraine bien établie	Non
2022-08-16	17,0	164,0	7,72	Eau claire	Non
2022-09-19	-	-	-	Pas d'accès chasse en cours	Non
2022-09-30	8,3	125,2	6,66	Eau claire	Non
2022-10-20	8,3	110,7	7,54	Eau plutôt claire	Non
Médiane	14,6	127,2	7,33	-	-

*En rouge : les journées d'échantillonnage considérées comme temps de pluie pour les analyses.

4.2 Station d'échantillonnage « pont rue Etienne-Lessard »

4.2.1 Détermination de l'IQBP₆ à la station d'échantillonnage « pont rue Etienne-Lessard »

L'Indice final de la Qualité Bactériologique et Physico-Chimique (IQBP₆) de la station d'échantillonnage situé en aval, au niveau du pont de la rue Etienne-Lessard, est de 37, ce qui correspond à la classe "D" et indique une « Mauvaise » qualité de l'eau. D'après (Hébert, 1997), cela représente un risque important pour la plupart des utilisations liées à l'eau. Trois paramètres parmi les six sont discriminants pour calculer l'IQBP₆, c'est-à-dire qu'ils présentent les valeurs d'IQBP₆ les plus basses sur une journée d'échantillonnage (Tableau 8). Ces paramètres sont les coliformes fécaux (CF), les matières en suspension (MES) et le phosphore total (P_{tot}) (Figure 6). Contrairement à la station du ponceau agricole, de nombreux échantillons sont supérieurs aux critères de protection établis par le Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la

Faune et des Parcs (MELCCFP). Les trois paramètres discriminants s'avèrent aussi présenter les dépassements les plus importants (détails sections 4.2.1.1 à 4.2.1.3).

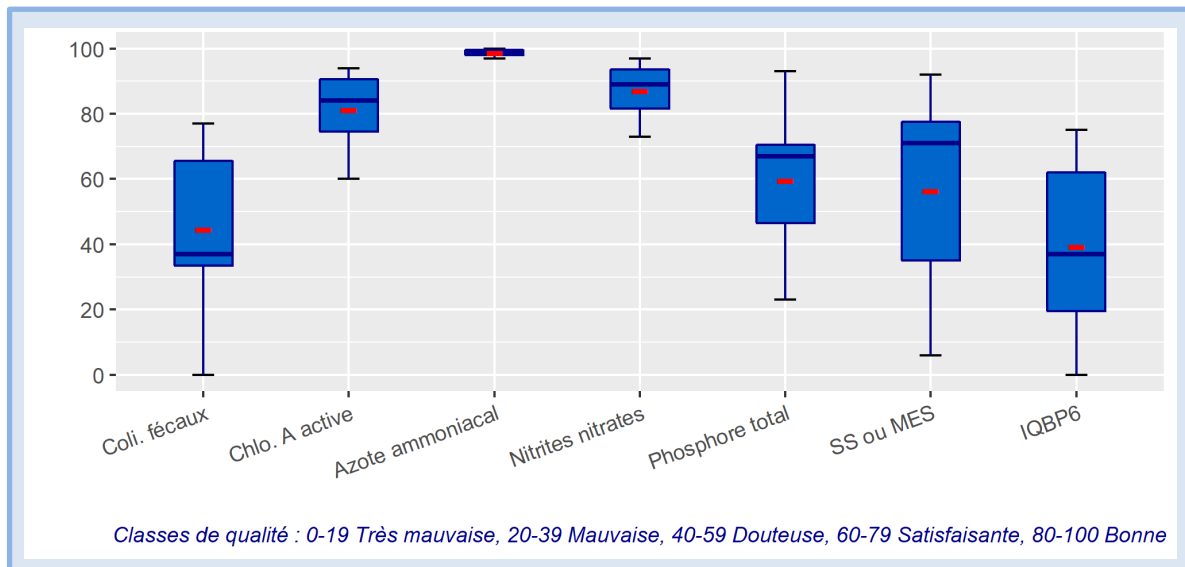


Figure 6 : IQBP6 et ses sous-indices à la station « Etienne-Lessard » à Québec calculés pour la période estivale entre mai et octobre 2022.

Tableau 8 : Valeurs des sous-indices des paramètres mesurés à la station d'échantillonnage « Etienne-Lessard » pour la période estivale entre mai et octobre 2022.

Date	Coliformes fécaux	Chlorophylle α totale	Azote ammoniacal	Nitrites et nitrates	Phosphore total	Matières en suspension	Paramètre déclassant
2022-05-13	77	90	98	96	93	92	CF
2022-06-10	34	93	101	73	29	6	MES
2022-06-30	33	95	99	91	67	71	CF
2022-07-22	0	89	99	84	23	12	CF
2022-07-28	54	96	98	79	71	81	CF
2022-08-16	-	-	-	-	-	-	-
2022-09-19	37	85	101	97	64	58	CF
2022-09-30	77	97	97	89	70	75	PTOT
2022-10-20	-	-	-	-	-	-	-
IQBP₆	n=7						37

*En rouge : les journées d'échantillonnage considérées comme temps de pluie pour les analyses. En gris : les sous-indices retenus pour le calcul de l'IQBP6.

4.2.1.1 Coliformes fécaux

Le principal paramètre discriminant utilisé pour évaluer la qualité de l'eau à la station « pont rue Etienne-Lessard » est la concentration en coliformes fécaux. Les résultats ont montré que cette concentration varie de 260 à 6000 UFC/100 ml, avec une valeur médiane de 2200 UFC/100 ml (Tableau 9), classant ainsi la qualité de l'eau comme "Mauvaise" selon les normes établies (2001-3500 UFC/100 ml). Tous les échantillons prélevés ont dépassé le seuil de protection pour les activités récréatives et esthétiques d'usage primaire, établi à 200 UFC/100ml par le MELCC (MELCCFP, s. d.-a). De même, le critère d'usage secondaire, fixé à 1000 UFC/100ml, a été dépassé à cinq reprises.

Ces résultats démontrent une contamination élevée par les coliformes fécaux à cette station, soulignant ainsi la nécessité d'identifier la source de cette contamination et de mettre en place des mesures appropriées pour réduire les concentrations à des niveaux acceptables.

4.2.1.2 Phosphore total

Les mesures des taux de phosphore total ont révélé des valeurs comprises entre 0,020 et 0,180 mg/l (Tableau 9). La valeur médiane de 0,042 mg/l correspond à une qualité d'eau considérée comme "Satisfaisante" (Tableau 2). Cependant, il convient de noter que six des sept échantillons prélevés ont dépassé le seuil de protection de la vie aquatique (effet chronique) ainsi que le niveau requis pour maintenir les activités récréatives, fixé à 0,030 mg/l par le MELCCFP. Ces dépassements ont été observés à la fois en période de pluie et de temps sec.

4.2.1.3 Matières en suspension

Les taux de matières en suspension sont l'un des paramètres déclassant de l'IQBP₆. Les mesures effectuées indiquent que les concentrations varient entre 3 et 63 mg/l, avec une valeur médiane de 9 mg/l qui se situe dans la classe de qualité de l'eau « Satisfaisante » (7 à 13mg/L) (Tableau 9). Deux échantillons ont été classés comme présentant une qualité d'eau « Très mauvaise », un échantillon dans la catégorie « Douteuse », deux en

« Satisfaisante » et enfin, deux prélèvements témoignent d'une « Bonne » qualité de l'eau concernant les MES.

Le critère de protection de la qualité de l'eau établi à 13 mg/l a été dépassé à 3 reprises, essentiellement en jour de pluie.

4.2.1.4 Nitrites et nitrates

Les résultats obtenus concernant les concentrations de nitrites et nitrates (NOX) montrent une variabilité allant de 0,07 à 0,66 mg/l (Tableau 9), avec une valeur médiane de 0,26 mg/l qui est conforme à la norme de qualité de l'eau établie à 3 mg/l par le Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP, s. d.-b). Dans l'ensemble, une majorité des échantillons analysés démontrent une « Bonne » qualité de l'eau pour ce critère d'évaluation de l'Indice de la Qualité Bactériologique et Physico-Chimique (IQBP₆), à l'exception des deux relevés effectués le 10 juin et le 28 août, où la qualité de l'eau a été considérée comme « Satisfaisante » (Tableau 9). Il a été déduit des résultats obtenus qu'il n'y a pas, en 2022, de contamination importante en NOX dans le ruisseau des Friches.

4.2.1.5 Chlorophylle α

Dans le cadre de cette étude de la qualité de l'eau du ruisseau des Friches, des mesures du taux de chlorophylle α ont été effectuées sur un échantillon d'eau. Les résultats montrent que ces taux se situent entre 1,32 et 4,75 $\mu\text{g/l}$, avec une valeur médiane de 2,71 $\mu\text{g/l}$ (Tableau 9). Selon les normes établies par Hébert (1997), une eau de « Bonne » qualité doit présenter des taux de chlorophylle α inférieurs ou égaux à 5,70 $\mu\text{g/l}$. Néanmoins, le prélèvement du 19 septembre est à la limite du seuil établi pour préserver la qualité de l'eau soit 4,75 $\mu\text{g/l}$. Il est important de noter que malgré une concentration mesurée plus importante que celle de la station du ponceau agricole, l'ensemble des valeurs relevées indique une « Bonne » qualité de l'eau pour ce paramètre d'évaluation. Ces résultats suggèrent donc que l'eau du ruisseau des Friches ne présente pas, en 2022, de problèmes de qualité en termes de taux de chlorophylle α .

4.2.1.6 Azote ammoniacal

Dans le cadre de cette analyse, les taux d'azote ammoniacal ont été mesurés dans l'eau du ruisseau des Friches. Les résultats obtenus indiquent que ces taux varient entre 0,0025 et 0,0390 mg/l (Tableau 9), avec une valeur médiane de 0,0200 mg/l pour ce paramètre. Toutes les valeurs mesurées sont inférieures à la norme établie de 0,230 µg/l, ce qui suggère que la qualité de l'eau du ruisseau des Friches est « Bonne » pour ce paramètre. Ainsi, ces résultats tendent à démontrer que le ruisseau ne présente pas de problèmes majeurs de pollution par l'azote ammoniacal.

Tableau 9 : Concentrations mesurées pour chaque paramètre à la station d'échantillonnage « Etienne-Lessard » pour la période estivale entre mai et octobre 2022.

Date	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Chlorophylle α (µg/l)	Azote ammoniacal (mg/l)	Nitrites et nitrates (mg/l)	Azote total (mg/l)	Phosphore total persulfate (mg/l)	Matières en suspension (mg/l)
2022-05-13	270	3,63	0,0300	0,10	0,24	0,020	3
2022-06-10	2400	2,71	0,0025	0,66	1,20	0,150	63
2022-06-30	2500	2,17	0,0170	0,23	0,35	0,042	9
2022-07-22	6000	3,72	0,0200	0,39	0,96	0,180	52
2022-07-28	1300	1,69	0,0310	0,51	0,79	0,038	6
2022-08-16	-	-	-	-	-	-	-
2022-09-19	2200	4,75	0,0025	0,07	0,22	0,046	14
2022-09-30	260	1,32	0,0390	0,26	0,53	0,039	8
2022-10-20	-	-	-	-	-	-	-
Médiane	2200	2,71	0,0200	0,26	0,53	0,042	9

*En rouge : les journées d'échantillonnage considérées comme temps de pluie pour les analyses. Les couleurs correspondent aux catégories de classe de qualité d'eau établies pour chaque paramètre selon Hébert (1997) (Tableau 3).

4.2.2 Paramètres in situ – Station d'échantillonnage « pont rue Etienne-Lessard »

Dans le cadre de cette analyse de la qualité de l'eau au ruisseau des Friches, les températures de l'eau à cette station d'échantillonnage ont été relevées et il a été constaté qu'elles variaient de 8,6°C au mois d'octobre à 19,6°C en août (Tableau 10). La médiane

de ces températures est de 16,0°C, ce qui est un intervalle favorable à l'habitat de nombreuses espèces ichtyologiques. Par exemple, selon les normes établies par le (MDDEFP, 2013), l'omble des fontaines a besoin de températures inférieures à 21°C pour survivre. Les températures plus fraîches en fin de saison sont également bénéfiques pour la survie des frayères, car celles-ci s'effectuent idéalement à des températures comprises entre 5 et 10°C de la fin de l'été jusqu'au printemps suivant (MDDEFP, 2013). Ainsi, les résultats de cette étude suggèrent que l'habitat dans le ruisseau des Friches est favorable à la survie et à la reproduction d'espèces ichtyologiques.

Les mesures de conductivité effectuées ont montré des variations entre 157,8 et 881,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, avec une médiane de 260,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'ensemble de la période d'échantillonnage (Tableau 10). Trois échantillons se situent en dehors de la plage habituelle de variation de cette variable pour les petits cours d'eau, qui se situe normalement entre 20,0 et 339,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ selon les normes établies par Hébert & Légaré (2000). Il est important de souligner que la conductivité de l'eau est étroitement liée à la concentration en solides dissous, une valeur élevée de conductivité indique donc une concentration plus importante de solides dissous dans l'eau (Hébert & Légaré, 2000).

Les résultats de la campagne d'échantillonnage ont révélé des mesures de pH comprises entre 7,30 et 8,12, avec une valeur médiane de 7,79 (Tableau 10). Ces valeurs respectent les normes établies pour protéger la vie aquatique ainsi que les activités récréatives et esthétiques, qui recommandent une fourchette de pH de 6,5 à 8,5 et 6,5 à 9,0, respectivement (USEPA, 1986). De plus, ces valeurs se situent dans la plage de variation habituelle pour les cours d'eau, qui est de 6,3 à 8,3 (Hébert & Légaré, 2000). Ainsi, il est possible de conclure que la qualité de l'eau du ruisseau des Friches pour ce paramètre est satisfaisante et ne pose pas de risque pour la vie aquatique et les usages récréatifs.

La concentration en azote total dans le ruisseau des Friches s'est maintenue dans une plage restreinte, allant de 0,22 à 1,20 mg/l. Cette variation s'inscrit dans la fourchette de variation habituelle des eaux de surface, qui est de 0,19 à 2,4 mg/l selon les travaux de Hébert et Légaré (2000). Toutefois, le prélèvement réalisé le 10 juin présente un dépassement du critère de qualité de l'eau fixé par le MELCCFP à 1 mg/l.

Tableau 10 : Paramètres in situ mesurés à l'aide de la sonde YSI-63 à la station d'échantillonnage « Etienne-Lessard » pour la période estivale entre mai et octobre 2022.

Date	Température de l'eau (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Observations	Présence Huile /essence
2022-05-13	16,0	207,0	8,12	Présence de poissons, opacité moyenne de l'eau et légèrement laiteuse	Non
2022-06-10	13,0	881,0	7,35	Eau brune et opaque, présence d'une bande riveraine bien établie	Non
2022-06-30	17,4	800,0	7,65	Eau un peu opaque	Non
2022-07-22	19,6	157,8	7,30	Eau opaque et brune	Non
2022-07-28	19,5	260,3	7,79	Eau assez brunâtre et opaque	Non
2022-08-16	18,6	311,5	8,03	Soleil, eau trouble	Non
2022-09-19	11,7	231,7	7,70	Eau opaque/turbide	Non
2022-09-30	9,8	258,1	7,83	Eau brunâtre	Non
2022-10-20	8,6	361,2	7,80	Eau trouble et brunâtre, importante colonie de Berce du Caucase	Non
Médiane	16,0	260,3	7,79	-	-

*En rouge : les journées d'échantillonnage considérées comme temps de pluie pour les analyses.

4.3 Observations in situ – Stations d'échantillonnage « ponceau agricole » et « Etienne-Lessard »

Les résultats des observations effectuées aux deux stations d'échantillonnage ont mis en évidence la présence de concentrations relativement élevées de coliformes fécaux, de phosphore total et de matières en suspension dans l'eau du ruisseau des Friches. Ces indicateurs de qualité de l'eau peuvent suggérer une source potentielle de pollution d'origine humaine dans le bassin versant du ruisseau. Ces observations peuvent être en partie expliquées par la présence de parcelles agricoles situées à proximité du cours d'eau (Annexe 7) dont les fossés s'écoulent directement dans le cours d'eau (Annexe 8). De plus, l'eau du ruisseau est souvent trouble, qu'il pleuve ou qu'il fasse beau temps. Ces informations mettent en lumière la nécessité d'une surveillance accrue de l'impact des activités humaines sur la qualité de l'eau du ruisseau et d'une gestion adéquate des pratiques agricoles dans le bassin versant.

D'autre part, la présence d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE), en particulier de la Berce du Caucase sur les rives (Annexe 9), soulève des questions d'autorisation d'accès au cours d'eau. Outre le risque pour la santé humaine en raison des irritations cutanées et des brûlures que peut causer cette plante en cas de contact (Gandrieau, 2016 ; Lavoie *et al.*, 2013), l'EEC peut également modifier son environnement en impactant la richesse spécifique locale (Fried *et al.*, 2020). Il est important de surveiller l'évolution de la végétation de la bande riveraine du ruisseau des Friches, qui alterne entre des champs cultivés et des espaces boisés, afin de prévenir la prolifération d'espèces invasives et la disparition de plantes indigènes qui contribuent à maintenir la stabilité des berges et la qualité de l'eau. En effet, la présence de bandes végétales le long des cours d'eau joue un rôle crucial dans la protection et la restauration de l'écosystème aquatique en régulant les apports de sédiments, en filtrant les nutriments et les contaminants, et en offrant une zone tampon entre les terres agricoles et le cours d'eau. Par conséquent, la surveillance et la gestion de la bande riveraine doivent être intégrées dans la stratégie de gestion globale du bassin versant pour garantir la santé et la durabilité des écosystèmes fluviaux.

5. Discussion

D'après les données présentées par Hébert (1997), il est possible d'observer, en 2022, une disparité notable de qualité de l'eau entre la partie amont et la partie aval du ruisseau des Friches. En effet, la qualité de l'eau de la section amont est jugée comme étant « Bonne » avec un IQBP₆ de 81, tandis que celle de la partie aval, située à proximité immédiate de l'embouchure du ruisseau dans la rivière Lorette, est considérée comme étant de « Mauvaise » qualité avec un IQBP₆ de 37. Ces résultats semblent cohérents avec la localisation des stations d'échantillonnages. La station du ponceau agricole (BQMA° 05090096) est située à la sortie d'une zone boisée, drainée uniquement par le ruisseau, sans contamination anthropique mesurable à cette station. En effet, des mesures plus élevées en azote total auraient pu indiquer une contamination importante par des sources de pollution tels que les rejets de déchets domestiques, les rejets industriels ou encore l'utilisation de fertilisants dans l'agriculture, ce qui n'est pas le cas à cette station. En revanche, la station « Etienne-Lessard » (BQMA° 05090097) est, quant à elle, située à l'embouchure du

ruisseau des Friches et de la rivière Lorette. Entre les deux stations, le ruisseau traverse de nombreux champs agricoles et quelques routes et possède des affluents drainant des zones urbaines et/ou agricoles. Ces caractéristiques expliquent les fortes concentrations en matières en suspension, coliformes fécaux et phosphore total et cela même si le ruisseau possède une bande riveraine bien établie sur toute sa longueur. Ce phénomène d'érosion des terres et contamination du cours d'eau est d'autant plus prononcé par temps de pluie et à la suite d'évènements de précipitations. Une dégradation de la qualité de l'eau de l'amont vers l'aval du ruisseau est donc observable.

Toutefois, les résultats sont à relativiser. En effet, les données de deux échantillonnages sur les neufs sont manquants (trois pour la station « ponceau agricole »). Les relevés ayant été réalisés par des personnes différentes ayant déjà fait de l'échantillonnage et connaissant le protocole à appliquer, il semblerait qu'il y ait eu un problème dans le traitement des données et non dans la récolte. Les données analysées ont, presque toutes, étaient récoltées à la suite d'évènements pluvieux ce qui amplifient les phénomènes d'érosion et de lessivage vers les cours d'eau. Les valeurs manquantes et la surabondance de données récoltées à la suite d'évènements pluvieux limitent donc la comparaison avec d'autres ruisseaux et/ou études antérieures. De plus, cela peut éventuellement induire une mauvaise interprétation de l'IQBP₆ du ruisseau des Friches pour la saison d'échantillonnage de 2022. La station du ponceau agricole présente très probablement une eau de « Bonne » qualité, et la station « Etienne-Lessard » peut éventuellement présenter une eau de qualité « Douteuse » et non « Mauvaise » comme relevée dans cette analyse. En effet, cette station présente un IQBP₆ de 37 ce qui se rapproche de la plage de qualité « Douteuse » intégrant des valeurs allant de 40 à 59.

6. Conclusion et recommandations

La qualité de l'eau du ruisseau des Friches sur sa section amont permet l'ensemble des usages de l'eau, c'est-à-dire les activités à contacts directs tel que la baignade ou indirects tel que la pêche (en considérant les lois en vigueur). La qualité de l'eau étant « Bonne »,

la vie aquatique est, elle aussi, assurée. Toutefois, la qualité de l'eau étant « Mauvaise » à la station « Etienne-Lessard », la plupart des usages liés à l'eau risquent d'être compromis.

Le ruisseau des Friches est un affluent de la rivière Lorette, qui elle-même se jette dans la rivière Saint-Charles. Le ruisseau participe donc vraisemblablement à la dégradation de la qualité de l'eau de la rivière Lorette et, par conséquent, celle de la rivière Saint-Charles qui constitue une prise d'eau potable alimentant la ville de Québec. Ainsi, la préservation de la qualité de l'eau est primordiale pour tous les affluents, grands ou petits, afin de garantir l'accès pour tous et par tous à cette ressource essentielle. Il est donc impératif de réaliser des échantillonnages réguliers et approfondis afin de préserver ce droit commun qu'est l'accès à l'eau.

Le Tableau 11 résume quelques idées d'actions pouvant être mises en place afin d'assurer la durabilité de la qualité de l'eau du ruisseau des Friches. Cependant, il est essentiel de ne pas se limiter à ces suggestions et d'explorer diverses pistes de solutions.

Pour conclure, il est impératif de souligner l'importance de surveiller et d'analyser la qualité de l'eau des cours d'eau dans le cadre de la préservation de l'environnement, de la santé humaine et de la diversité des usages. Ces mesures permettent d'anticiper, d'atténuer, d'éviter et de compenser les effets négatifs de la dégradation de l'eau, constituant ainsi une étape essentielle pour la gestion durable des ressources hydriques.

Enfin, il serait judicieux de procéder à un nouveau prélèvement d'échantillons du ruisseau des Friches dans un avenir proche afin de déterminer si les résultats de la saison d'échantillonnage de 2022, principalement effectués après des épisodes de précipitations, sont inexacts ou s'ils reflètent néanmoins la dynamique actuelle du cours d'eau. Échantillonner les autres tributaires de la Lorette pourrait aussi permettre de définir l'impact de chacun des tributaires sur la qualité finale de l'eau la rivière. Enfin, la réalisation d'un inventaire de l'ichtyofaune présente dans le bassin versant de la rivière Lorette permettrait de caractériser une partie des écosystèmes en place et élaborer des stratégies de protection des espèces au besoin.

Tableau 11 : Recommandations et idées d'actions à mettre en place afin d'assurer la durabilité de la ressource en eau du ruisseau des Friches.

Actions à mettre en place	Effet sur l'environnement	Effet sur les activités récréatives et les populations
Approche intégrée du système aquatique	Compréhension plus complète des causes, des conséquences et des solutions possibles pour améliorer la qualité de l'eau	X
Enquêtes sur le terrain suivies d'analyses en laboratoire	Établir les sources potentielles de pollution	Augmentation des possibilités d'activités
Actions concertées	Réduire la contamination à différentes échelles	Impliquer les parties prenantes dans la mise en œuvre de programmes de sensibilisation et de formation
Plantation / agrandissement d'une bande riveraine	Limiter les phénomènes d'érosion de berges / Amplifier la fixation d'éléments (azote, phosphore, sédiments, ...)	Amélioration des conditions de loisirs nautiques et aquatiques (esthétique, qualité)
Agriculture plus respectueuse de l'environnement (raisonnée, permaculture, bio, ...)	Limiter la pollution liée aux intrants (azote, phosphore) et au labourage (sédiments)	Amélioration des conditions de loisirs nautiques et aquatiques (esthétique, qualité)
Limiter les sels de voirie	Limiter les variations de conductivité du cours d'eau (diminution du stress osmotique)	X
Prise en compte des conditions météorologiques lors des traitements agricoles	Limiter le lessivage des intrants vers les cours d'eau	Amélioration des conditions de loisirs nautiques et aquatiques (esthétique, qualité)

Bibliographie

- Anderson, C., Simoneau, M., & Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2022). *Guide d'interprétation de l'indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP5 et IQBP6)*.
- Berryman, D., Boissonneault, C., Gingras, J., Giroux, I., Hébert, S., Legendre, S., Locas, S., Ouellet, M., Simoneau, M., & Therreault, R. (2016). *Procédures d'échantillonnage pour le suivi de la qualité de l'eau en rivière*.
- Burn, D. H., & Taleghani, A. (2013). Estimates of changes in design rainfall values for Canada. *Hydrological Processes*, 27(11), 1590-1599.
- Chambers, P. A., Guy, M., Roberts, E. S., Charlton, M. N., Kent, R., Gagnon, C., Grove, G., & Foster, N. (2001). *Les éléments nutritifs et leurs effets sur l'environnement au Canada*. Environnement Canada; Agriculture et agro-alimentaire Canada.
- Cheng, C. S., Auld, H., Li, Q., & Li, G. (2012). Possible impacts of climate change on extreme weather events at local scale in south-central Canada. *Climatic change*, 112, 963-979.
- Corale, L. (2019). *Vagues de chaleur : Variabilité historique et changements futurs dans le sud du Québec*.
- Council of Canadian Academies, E. P. on S. M. of W. in the A. L. of C. (2013). *Water and agriculture in Canada : Towards sustainable management of water resources*. Council of Canadian Academies.
- Dionne, N., Trépanier, J., Mills-Montesinos, R., Brodeur, C., & C. Lefrançois, C. (2014). *Plan de gestion des cours d'eau, des milieux humides et des milieux naturels d'intérêt du bassin versant de la rivière Lorette* (p. 202). https://www.obvcapitale.org/wp-content/uploads/Plan-de-gestion-des-cours-d_eau-des-milieux-humides-et-des-milieux-naturels-d_interet-du-bassin-versant-de-la-riviere-Lorette-2014.pdf
- Doyle, M. P., & Erickson, M. C. (2006). Closing the door on the fecal coliform assay. *Microbe*, 1(4), 162-163.
- Eilers, W., MacKay, R., Graham, L., & Lefebvre, A. (2010). Environmental sustainability of Canadian agriculture : Agri-environmental indicator report series—report# 3. *Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario*.
- Fried, G., Lefort, P., Mottet, M., & Reduron, J.-P. (2020). *Premier bilan de la Mission Flore sur la Berce du Caucase (Heracleum mantegazzianum) en France*.
- Gandrieau, S. (2016). *Étude des variations régionales de la composition et de la concentration en furanocoumarines de la berce du Caucase (Heracleum mantegazzianum) au Québec* [PhD Thesis]. Université du Québec à Chicoutimi.
- George, I., & Servais, P. (2001). Bilan des sources de contamination fécale et premiers essais de modélisation. *Proceedings of the annual workshop of the scientific program PIREN-Seine*.
- Gouvernement du Canada. (2014). *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality : Guideline Technical Document—Nitrate and Nitrite* [Research;guidance]. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-nitrate-nitrite/page-2-guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-nitrate-nitrite.html>
- Gouvernement du Canada. (2022). *Rapport de données quotidiennes—Climat—Environnement et Changement climatique Canada*. https://climat.meteo.gc.ca/climate_data/daily_data_f.html?hlyRange=2005-03-24%7C2023-03-16&dlyRange=1992-12-04%7C2023-03-16&mlyRange=1998-01-01%7C2016-03-01&StationID=26892&Prov=QC&urlExtension=_f.html&searchType=stnName&optLimit=yearR

- ange&StartYear=2020&EndYear=2020&selRowPerPage=25&Line=0&searchMethod=contains&txtStationName=jean+lesage&timeframe=2&Day=16&Year=2022&Month=8#
- Greater Golden Horseshoe Area Conservation Authorities. (2006). *Erosion and sediment control guidelines for urban construction*. Toronto.
- Guillemot, S., Fovet, O., Dupas, R., Gascuel, C., Gruau, G., Launay, J., Minaudo, C., & Moatar, F. (2020). *Variabilités spatiales et temporelles des concentrations et flux en carbone, azote et phosphore : Analyse des observations sur les têtes de bassin versant de Bretagne Projet ADAM-«Qualité de l'eau: analyse des données et proposition de surveillance en Bretagne»*. INRAE; Université de Tours.
- Hébert, S. (1997). *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*. Ministère de l'environnement et de la faune.
- Hébert, S., & Légaré, S. (2000). *Suivi de la qualité de l'eau des rivières et des petits cours d'eau*.
- IPCC, I. P. on C. C. (2023). *Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6) : Summary for Policymakers*. IPCC Geneva, Switzerland.
- La Jeunesse, I. (2001). *Etude intégrée dynamique du phosphore dans le système bassin versant-lagune de Thau* [PhD Thesis]. Université d'Orléans.
- Lavoie, C., Lelong, B., Blanchette-Forget, N., & Royer, H. (2013). La berce du Caucase : À l'aube d'une invasion au Québec? *Le naturaliste canadien*, 137(2), 5-11.
- Mailhot, A., Beaugregard, I., Talbot, G., Caya, D., & Biner, S. (2012). Future changes in intense precipitation over Canada assessed from multi-model NARCCAP ensemble simulations. *International journal of climatology*, 32(8), 1151-1163.
- Makepeace, D. K., Smith, D. W., & Stanley, S. J. (1995). Urban stormwater quality : Summary of contaminant data. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 25(2), 93-139.
- McKinney, M. L. (2008). Effects of urbanization on species richness : A review of plants and animals. *Urban ecosystems*, 11, 161-176.
- MDDEFP. (2013). *Outil d'aide à l'ensemencement des plans d'eau_L'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis)* (p. 12). MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, Québec. <https://mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/ensemencement/pdf/outils-aide/omble-fontaine.pdf>
- MELCCFP. (s. d.-a). *Critères de qualité de l'eau de surface_Coliformes fécaux*. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Consulté 18 avril 2023, à l'adresse https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0123
- MELCCFP. (s. d.-b). *Critères de qualité de l'eau de surface_Nitrites et Nitrates*. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Consulté 18 avril 2023, à l'adresse https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0049
- MELCCFP. (s. d.-c). *Critères de qualité de l'eau de surface_Phosphore total*. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Consulté 17 avril 2023, à l'adresse https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0393
- MELCCFP. (2023). *Glossaire*. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/EAU/SYS-IMAGE/GLOSSAIRE1.HTM>

- Meyer, J. L., Paul, M. J., & Taulbee, W. K. (2005). Stream ecosystem function in urbanizing landscapes. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(3), 602-612.
- Ordre des chimistes du Québec. (2012). *Réglementation sur les rejets industriels _L'azote ammoniacal*. 27(1), 24.
- Patoine, M. (2011). Influence de la densité animale sur la concentration des coliformes fécaux dans les cours d'eau du Québec méridional, Canada. *Revue des sciences de l'eau*, 24(4), 421-435.
- Pinay, G., Gascuel, C., Ménesguen, A., Souchon, Y., Le Moal, M., Levain, A., Etrillard, C., Moata, F., Pannard, A., & Souchu, P. (2018). *L'eutrophisation*. éditions Quae.
- Roberge, K., Pienitz, R., & Arsenault, S. (2002). Eutrophisation rapide du lac Saint-Augustin, Québec : Étude paléolimnologique pour une reconstitution de la qualité de l'eau. *Nat. Can*, 126, 68-82.
- St-Hilaire, A., Duchesne, S., & Rousseau, A. N. (2016). Floods and water quality in Canada : A review of the interactions with urbanization, agriculture and forestry. *Canadian Water Resources Journal/Revue Canadienne Des Ressources Hydriques*, 41(1-2), 273-287.
- Turmel, P. (2013). *Caractérisation du ruisseau des Friches* (p. 24). <https://www.obvcapitale.org/wp-content/uploads/Caracterisation-du-ruisseau-des-Friches-2012.pdf>
- USEPA, U. E. P. A. (1986). *Quality criteria for water 1986 ("Gold Book")*. US Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards.
- Ville de Québec. (2022a). *Bassins versants et sources d'eau potable*. <https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/environnement/eau/protection-cours-deau/bassins-versants-et-sources-deau-potable/index.aspx>
- Ville de Québec. (2022b). *Distribution de l'eau potable*. https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/propriete/eau/eau_potable_distribution.aspx
- Ville de Québec. (2022c). *Qualité*. https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/environnement/eau/gestion_eau/qualite.aspx
- Ville de Québec. (2022d). *Utilisation de l'eau*. <https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/propriete/eau/>
- Violin, C. R., Cada, P., Sudduth, E. B., Hassett, B. A., Penrose, D. L., & Bernhardt, E. S. (2011). Effects of urbanization and urban stream restoration on the physical and biological structure of stream ecosystems. *Ecological Applications*, 21(6), 1932-1949.
- Whitlock, J. E., Jones, D. T., & Harwood, V. J. (2002). Identification of the sources of fecal coliforms in an urban watershed using antibiotic resistance analysis. *Water Research*, 36(17), 4273-4282.

Table des matières

RÉSUMÉ	I
REMERCIEMENTS	I
SOMMAIRE	II
1. INTRODUCTION ET CONTEXTE	1
2. DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE DE LA ZONE À L'ÉTUDE	5
2.1 LE BASSIN VERSANT DU RUISSEAU DES FRICHES.....	5
2.2 LOCALISATION DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE	7
3. MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGES ET D'ANALYSES	8
3.1 INDICE DE QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE ET PHYSICO-CHIMIQUE (IQBP ₆)	10
3.1.1 Description des paramètres mesurés pour déterminer l'IQBP ₆	12
3.2 OBSERVATIONS ET PARAMÈTRES MESURÉS IN SITU	14
4. RÉSULTATS	15
4.1 STATION D'ÉCHANTILLONNAGE DU PONCEAU AGRICOLE.....	15
4.1.1 Détermination de l'IQPB ₆ à la station d'échantillonnage du ponceau agricole	15
4.1.1.1 Matières en suspension.....	16
4.1.1.2 Phosphore total.....	17
4.1.1.3 Coliformes fécaux	17
4.1.1.4 Nitrites et nitrates	17
4.1.1.5 Chlorophylle α	18
4.1.1.6 Azote ammoniacal.....	18
4.1.2 Paramètres in situ – Station d'échantillonnage du ponceau agricole	19
4.2 STATION D'ÉCHANTILLONNAGE « PONT RUE ETIENNE-LESSARD »	20
4.2.1 Détermination de l'IQPB ₆ à la station d'échantillonnage « pont rue Etienne-Lessard ».....	20
4.2.1.1 Coliformes fécaux	22
4.2.1.2 Phosphore total.....	22
4.2.1.3 Matières en suspension.....	22
4.2.1.4 Nitrites et nitrates	23
4.2.1.5 Chlorophylle α	23
4.2.1.6 Azote ammoniacal.....	24
4.2.2 Paramètres in situ – Station d'échantillonnage « pont rue Etienne-Lessard ».....	24

4.3 OBSERVATIONS IN SITU – STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE « PONCEAU AGRICOLE » ET « ETIENNE-LESSARD »	26
5. DISCUSSION	27
6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	28
BIBLIOGRAPHIE	31
TABLE DES MATIÈRES	34
LISTE DES FIGURES	35
LISTE DES TABLEAUX	35
LISTE DES ANNEXES.....	36
ANNEXES.....	37

Liste des figures

FIGURE 1: LE RUISSEAU DES FRICHES, UN CONTRIBUTEUR DE LA QUALITÉ DU FLEUVE SAINT-LAURENT.	4
FIGURE 2 : LOCALISATIONS DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DU RUISSEAU DES FRICHES.	6
FIGURE 3 : STATION « PONCEAU AGRICOLE » (BQMA° 05090096).	7
FIGURE 4 : STATION « PONT RUE ETIENNE-LESSARD » (BQMA° 05090097).	8
FIGURE 5 : IQBP ₆ ET SES SOUS-INDICES À LA STATION « PONCEAU AGRICOLE » À QUÉBEC CALCULÉS POUR LA PÉRIODE ESTIVALE ENTRE MAI ET OCTOBRE 2022.	16
FIGURE 6 : IQBP ₆ ET SES SOUS-INDICES À LA STATION « ETIENNE-LESSARD » À QUÉBEC CALCULÉS POUR LA PÉRIODE ESTIVALE ENTRE MAI ET OCTOBRE 2022.	21

Liste des tableaux

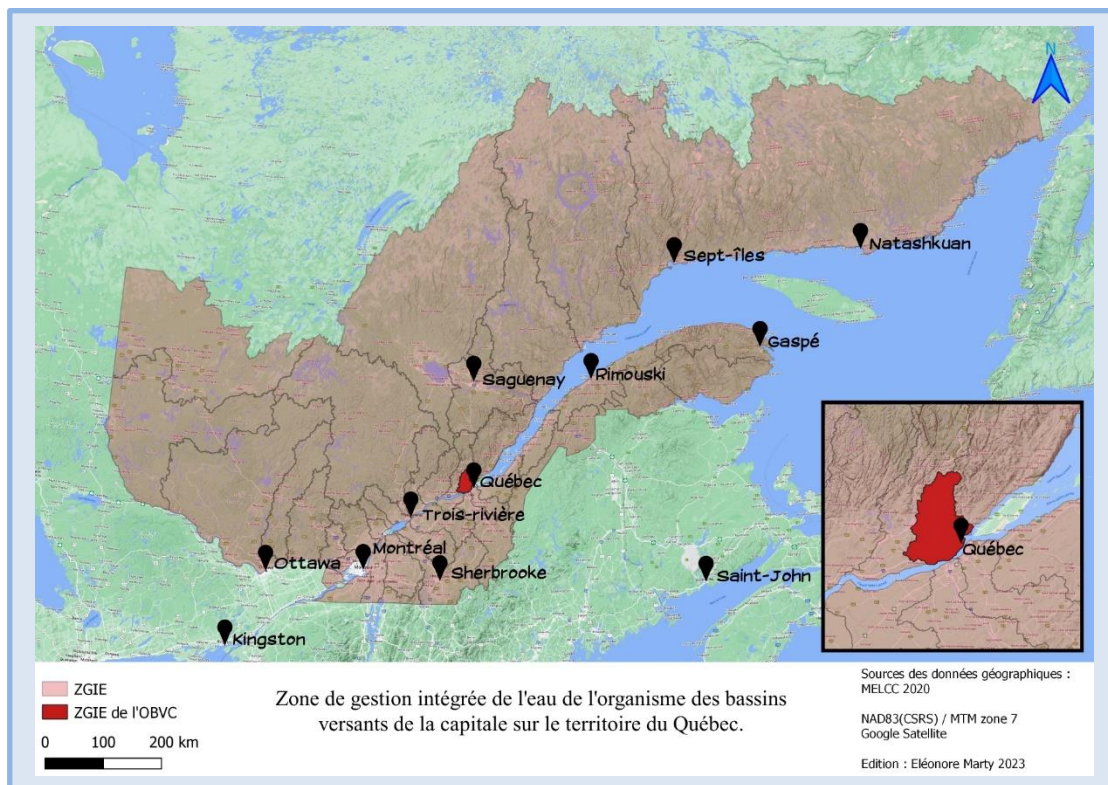
TABEAU 1 : DÉTAILS DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE 2022 POUR LE RUISSEAU DES FRICHES.	9
TABEAU 2 : ÉCHELLE EN 5 NIVEAUX DE VALEURS-SEUILS DES SOUS-INDICES DE L'INDICE DE QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE ET PHYSICOCHIMIQUE (IQBP ₆) FONDÉE SUR LES COURBES D'APPRÉCIATION (HÉBERT, 1997).	11
TABEAU 3 : CLASSE DE QUALITÉ DE L'EAU EN FONCTION DES VALEURS-SEUIL DES SOUS-INDICES DE L'INDICE DE QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE ET PHYSICOCHIMIQUE (IQBP ₆) (D'APRÈS HÉBERT, 1997).	12
TABEAU 4 : DESCRIPTIONS DES PARAMÈTRES CONSTITUTIFS DE L'IQBP ₆	13

TABLEAU 5 : VALEURS DES SOUS-INDICES DES PARAMÈTRES MESURÉS À LA STATION D'ÉCHANTILLONNAGE DU PONCEAU AGRICOLE POUR LA PÉRIODE ESTIVALE ENTRE MAI ET OCTOBRE 2022.....	16
TABLEAU 6 : CONCENTRATIONS MESURÉES POUR CHAQUE PARAMÈTRE À LA STATION D'ÉCHANTILLONNAGE DU PONCEAU AGRICOLE POUR LA PÉRIODE ESTIVALE ENTRE MAI ET OCTOBRE 2022.....	18
TABLEAU 7 : PARAMÈTRES IN SITU MESURÉS À L'AIDE DE LA SONDE YSI-63 À LA STATION D'ÉCHANTILLONNAGE DU PONCEAU AGRICOLE POUR LA PÉRIODE ESTIVALE ENTRE MAI ET OCTOBRE 2022.....	20
TABLEAU 8 : VALEURS DES SOUS-INDICES DES PARAMÈTRES MESURÉS À LA STATION D'ÉCHANTILLONNAGE « ÉTIENNE-LESSARD » POUR LA PÉRIODE ESTIVALE ENTRE MAI ET OCTOBRE 2022.	21
TABLEAU 9 : CONCENTRATIONS MESURÉES POUR CHAQUE PARAMÈTRE À LA STATION D'ÉCHANTILLONNAGE « ÉTIENNE-LESSARD » POUR LA PÉRIODE ESTIVALE ENTRE MAI ET OCTOBRE 2022.	24
TABLEAU 10 : PARAMÈTRES IN SITU MESURÉS À L'AIDE DE LA SONDE YSI-63 À LA STATION D'ÉCHANTILLONNAGE « ÉTIENNE-LESSARD » POUR LA PÉRIODE ESTIVALE ENTRE MAI ET OCTOBRE 2022.	26
TABLEAU 11 : RECOMMANDATIONS ET IDÉES D'ACTIONS À METTRE EN PLACE AFIN D'ASSURER LA DURABILITÉ DE LA RESSOURCE EN EAU DU RUISSEAU DES FRICHES.....	30

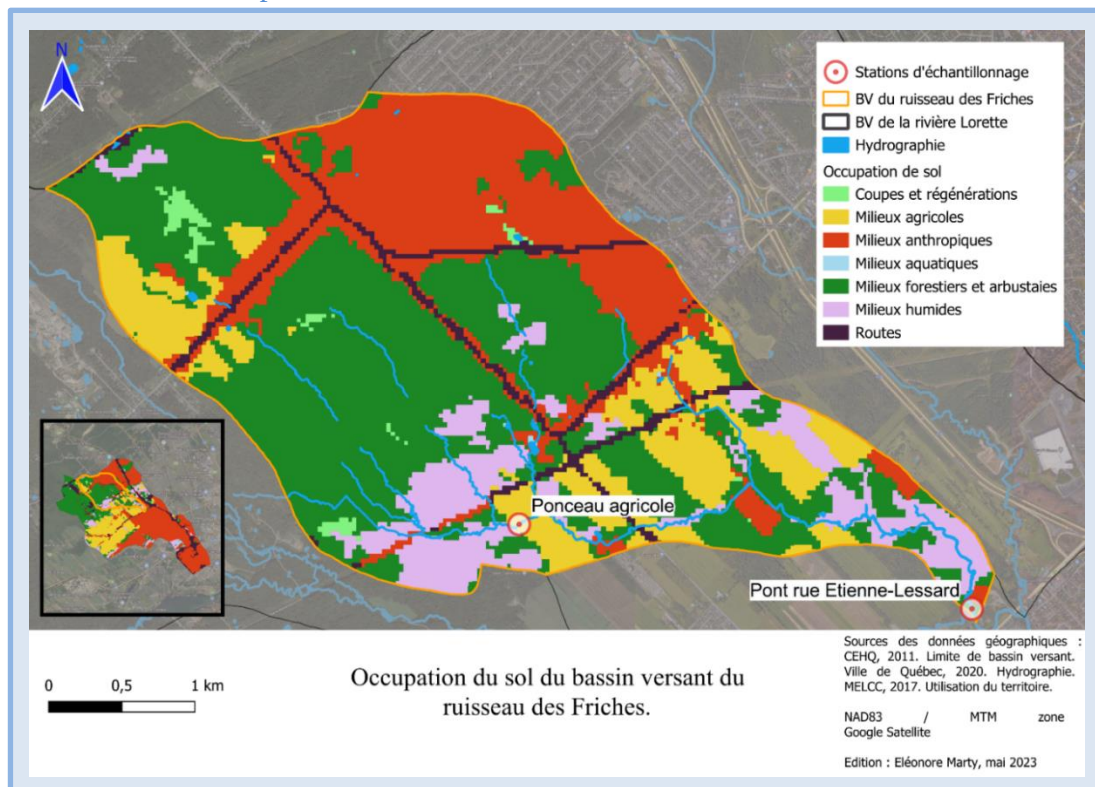
Liste des annexes

ANNEXE 1: PRINCIPALES SOURCES DE CAPTAGE D'EAU POTABLE DE LA VILLE DE QUÉBEC.	37
ANNEXE 2 : ZONES DE GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU PAR BASSINS VERSANTS SUR LE TERRITOIRE DU QUÉBEC.	38
ANNEXE 3 : OCCUPATION DU SOL DU BASSIN VERSANT DU RUISSEAU DES FRICHES EN 2020.....	38
ANNEXE 4 : PROPORTION DES DIFFÉRENTS TYPES D'OCCUPATION DU SOL AU SEIN DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE LORETTE ET DE SON SOUS-BASSIN VERSANT DU RUISSEAU DES FRICHES EN 2020 (E. MARTY, 2023)	39
ANNEXE 5 : ÉCHANTILLONNAGE À L'AIDE DE LA PERCHE À LA STATION DU PONCEAU AGRICOLE (BQMA° 05090096) [OBVC, 30/06/2022].....	40
ANNEXE 6 : ÉCHANTILLONNAGE À L'AIDE DU PORTE BOUTEILLES À LA STATION DU « PONT RUE ÉTIENNE-LESSARD » (BQMA° 05090097) [OBVC, 30/09/2022].....	40
ANNEXE 7 : PRÉSENCE DE PARCELLES AGRICOLES PRÈS DE LA STATION DU PONCEAU AGRICOLE (BQMA° 05090096) [OBVC, 13 MAI ET 30/06/2022 RESPECTIVEMENT]	41
ANNEXE 8 : ÉCOULEMENTS DES FOSSÉS AGRICOLES DANS LE COURS D'EAU AU NIVEAU DE LA STATION DU PONCEAU AGRICOLE BQMA° 05090096 [OBVC, 22/07/2022]	42
ANNEXE 9 : PRÉSENCE DE LA BERCE DU CAUCASE SUR LES RIVES DU RUISSEAU DES FRICHES [OBVC, 20/10/2022]	43
ANNEXE 10 : DIFFÉRENCE DE COULEUR ET D'HAUTEUR D'EAU ENTRE UN TEMPS SEC (À GAUCHE) ET UN TEMPS DE PLUIE (À DROITE) [OBVC, RESPECTIVEMENT LE 30/06/2022 ET 10/06/2022]	44

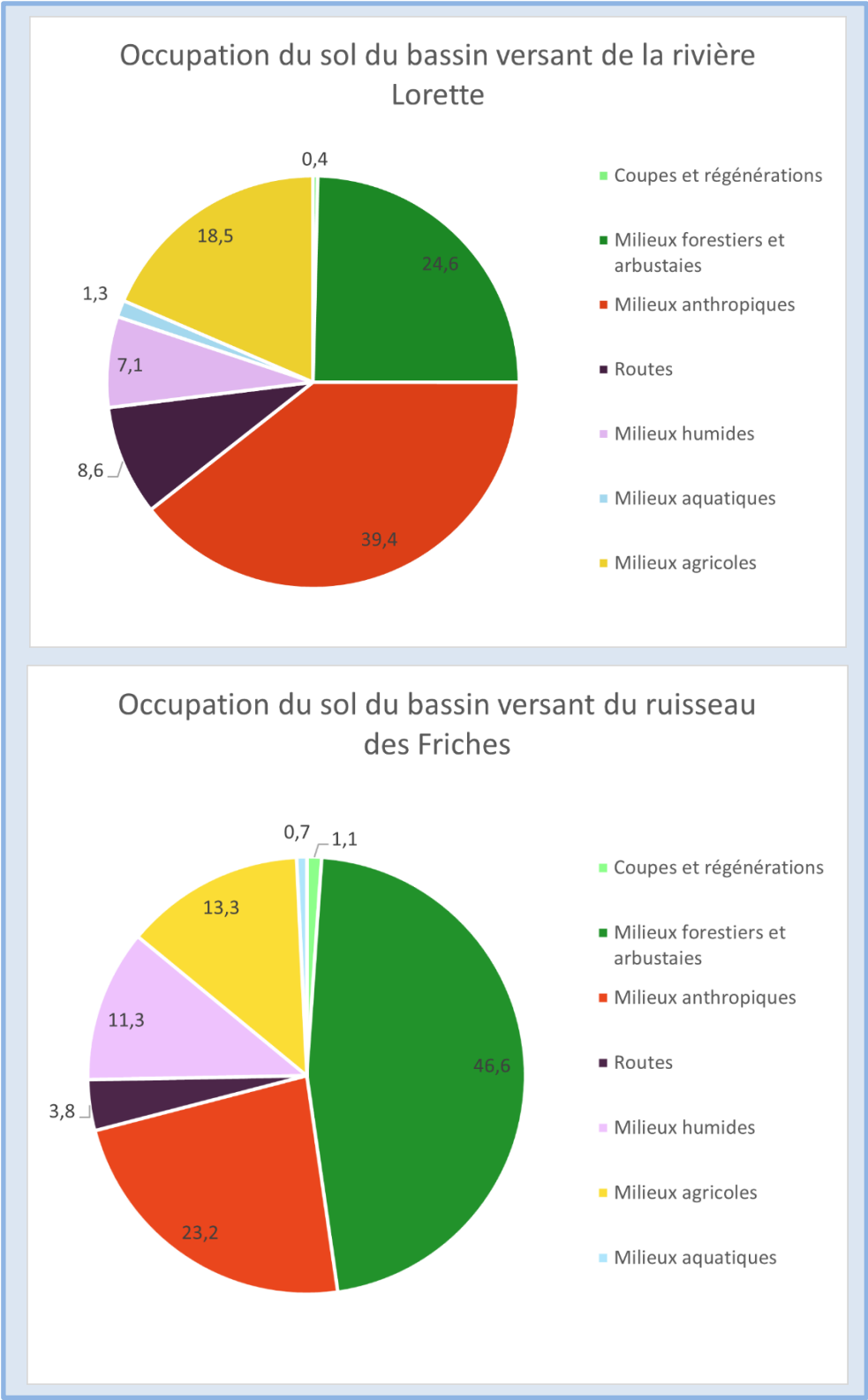
Annexe 2 : Zones de gestion intégrée de l'eau par bassins versants sur le territoire du Québec.



Annexe 3 : Occupation du sol du bassin versant du ruisseau des Friches en 2020



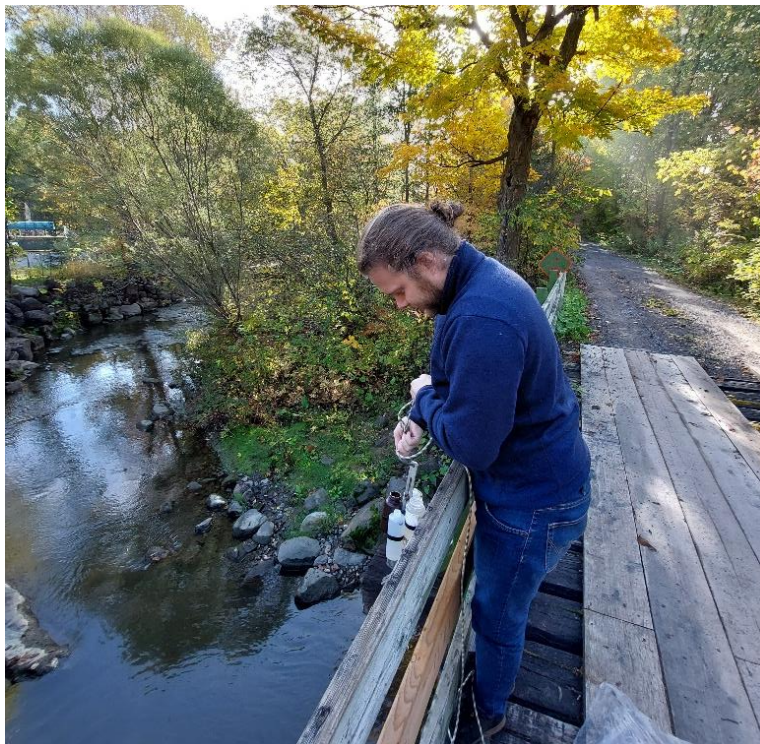
Annexe 4 : Proportion des différents types d'occupation du sol au sein du bassin versant de la rivière Lorette et de son sous-bassin versant du ruisseau des Friches en 2020 (E. MARTY, 2023)



Annexe 5 : Échantillonnage à l'aide de la perche à la station du ponceau agricole
(BQMA° 05090096) [OBVC, 30/06/2022]



Annexe 6 : Échantillonnage à l'aide du porte bouteilles à la station du « pont rue Etienne-
Lessard » (BQMA° 05090097) [OBVC, 30/09/2022]



Annexe 7 : Présence de parcelles agricoles près de la station du ponceau agricole
(BQMA° 05090096) [OBVC, 13 mai et 30/06/2022 respectivement]



Annexe 8 : Écoulements des fossés agricoles dans le cours d'eau au niveau de la station
du ponceau agricole BQMA° 05090096 [OBVC, 22/07/2022]



Annexe 9 : Présence de la Berce du Caucase sur les rives du ruisseau des Friches
[OBVC, 20/10/2022]



Annexe 10 : Différence de couleur et d'hauteur d'eau entre un temps sec (à gauche) et un temps de pluie (à droite) [OBVC, respectivement le 30/06/2022 et 10/06/2022]

