

Caractérisation et protection de l'habitat du poisson dans la rivière Beaudette (Québec)

Emily Sinave and Amélie Grégoire Taillefer

Volume 142, Number 3, Fall 2018

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1051000ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1051000ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

ISSN

0028-0798 (print)

1929-3208 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Sinave, E. & Grégoire Taillefer, A. (2018). Caractérisation et protection de l'habitat du poisson dans la rivière Beaudette (Québec). *Le Naturaliste canadien*, 142(3), 73–87. <https://doi.org/10.7202/1051000ar>

Article abstract

The section of the Beaudette River in the Regional County Municipality of Vaudreuil-Soulanges in southern Québec (Canada) is an important fish sanctuary. However, it is being negatively impacted by sediment-laden agricultural runoff and bare shorelines in residential areas. The present study sought to describe the watershed to obtain a better understanding of the threats to habitat quality and thus allow for more effective intervention. This was done through the characterization of fish habitat; assessment of riparian band quality; analysis of water quality; the mapping of erosion, sedimentation and obstacles; and fish sampling. The analysis of fish habitat quality showed this to be low to very low at nearly 75% of the sampling stations. Bacteriological and physicochemical water quality indices were also generally low, indicating that ecological functions of the river are impaired. The fish sampling data show that the river has a higher species richness in sections with good quality riparian bands and when fish habitat index values are high. These results highlight the need for appropriate management actions to ensure the sustainability of the Beaudette River ecosystem.

Caractérisation et protection de l'habitat du poisson dans la rivière Beaudette (Québec)

Emily Sinave et Amélie Grégoire Taillefer

Résumé

La rivière Beaudette est un lieu de fraie pour diverses espèces de poissons et un sanctuaire de pêche important pour la région de Vaudreuil-Soulanges. Toutefois, elle subit diverses dégradations à la suite du lessivage de sédiments provenant des activités agricoles environnantes et de la dénaturalisation des berges en milieu résidentiel. Le but de cette étude était d'acquies des connaissances sur le bassin versant de la rivière Beaudette (Québec) afin de documenter les menaces affectant le potentiel de l'habitat du poisson. Ceci s'est fait en caractérisant l'habitat, en évaluant la qualité des bandes riveraines, en analysant la qualité de l'eau, en recensant les marques d'érosion des rives et par des inventaires ichtyologiques. Les analyses de la qualité de l'habitat du poisson indiquent que près de 75 % de la rivière obtient une cote variant de « faible » à « très faible ». De plus, la rivière obtient généralement un indice « faible » en ce qui concerne sa capacité à accomplir ses fonctions écologiques. L'inventaire ichtyologique démontre que la rivière Beaudette comprend une richesse spécifique qui est plus grande en présence de bandes riveraines de bonne qualité ainsi qu'à des valeurs élevées de l'indice de qualité de l'habitat du poisson. Ces résultats confirment le besoin d'intervenir pour assurer la pérennité des écosystèmes de la rivière Beaudette.

MOTS CLÉS : bande riveraine, érosion, gestion du territoire, paysages agricoles, qualité de l'eau

Abstract

The section of the Beaudette River in the Regional County Municipality of Vaudreuil-Soulanges in southern Québec (Canada) is an important fish sanctuary. However, it is being negatively impacted by sediment-laden agricultural runoff and bare shorelines in residential areas. The present study sought to describe the watershed to obtain a better understanding of the threats to habitat quality and thus allow for more effective intervention. This was done through the characterization of fish habitat; assessment of riparian band quality; analysis of water quality; the mapping of erosion, sedimentation and obstacles; and fish sampling. The analysis of fish habitat quality showed this to be low to very low at nearly 75% of the sampling stations. Bacteriological and physicochemical water quality indices were also generally low, indicating that ecological functions of the river are impaired. The fish sampling data show that the river has a higher species richness in sections with good quality riparian bands and when fish habitat index values are high. These results highlight the need for appropriate management actions to ensure the sustainability of the Beaudette River ecosystem.

KEYWORDS: agricultural landscapes, erosion, land management, water quality, watershed

Introduction et description de l'aire d'étude

Le bassin versant de la rivière Beaudette couvre une superficie de 200,8 km². Partagé entre le Québec et l'Ontario, il se déverse dans le lac Saint-François (fleuve Saint-Laurent). La majorité de la surface drainée de ce bassin versant se trouve en Ontario. Le secteur à l'étude est situé au Québec et représente 53,7 km² (26,8 %) du bassin (COBAVER-VS, 2016; figure 1). La rivière Beaudette s'y étire sur 62,3 km linéaires en incluant ses nombreux tributaires. Le bassin versant se trouve principalement dans les municipalités de Rivière-Beaudette et de Saint-Télesphore, avec une petite section appartenant à la municipalité de Saint-Polycarpe. La rivière coule généralement dans une plaine de basse altitude (30 à 50 m), à l'exception du secteur situé en amont qui est légèrement plus vallonné (pic d'altitude à 84 m) (COBAVER-VS, 2016), ce qui a pour effet qu'on y trouve peu de zones de rapides et plus de zones d'eau stagnante, ce qui favorise l'accumulation de sédiments et des conditions eutrophes.

Le milieu agricole représente 78 % de la portion québécoise du bassin versant de la rivière Beaudette (tableau 1).

Les grandes cultures (maïs, soya et céréales) y dominent le paysage sur 83 % du territoire. Le secteur nord est surtout caractérisé par des milieux ouverts en champs agricoles. La superficie du milieu boisé représente aujourd'hui seulement 8,6 km² (17 %) du bassin versant. La perte en superficie forestière au cours des ans est liée au développement industriel (sablrière en exploitation), résidentiel et agricole; ceci y a induit des pertes d'habitats fauniques et floristiques. Le sud du bassin comprend cependant un vaste corridor de boisés et de milieux humides offrant une multitude d'habitats naturels. Les milieux humides couvrent approximativement 3,2 km² (4,7 %) de la superficie du

Emily Sinave (M. Sc. écologie) était chargée de projet et des communications au Conseil du bassin versant de la région de Vaudreuil-Soulanges (COBAVER-VS) au moment de la récolte et de l'analyse des données de cette étude. Elle est maintenant biologiste au Cree Nation Government.

Amélie Grégoire Taillefer (Ph. D. écologie) est biologiste et chargée de projet au COBAVER-VS.

projetcom@cobaver-vs.org

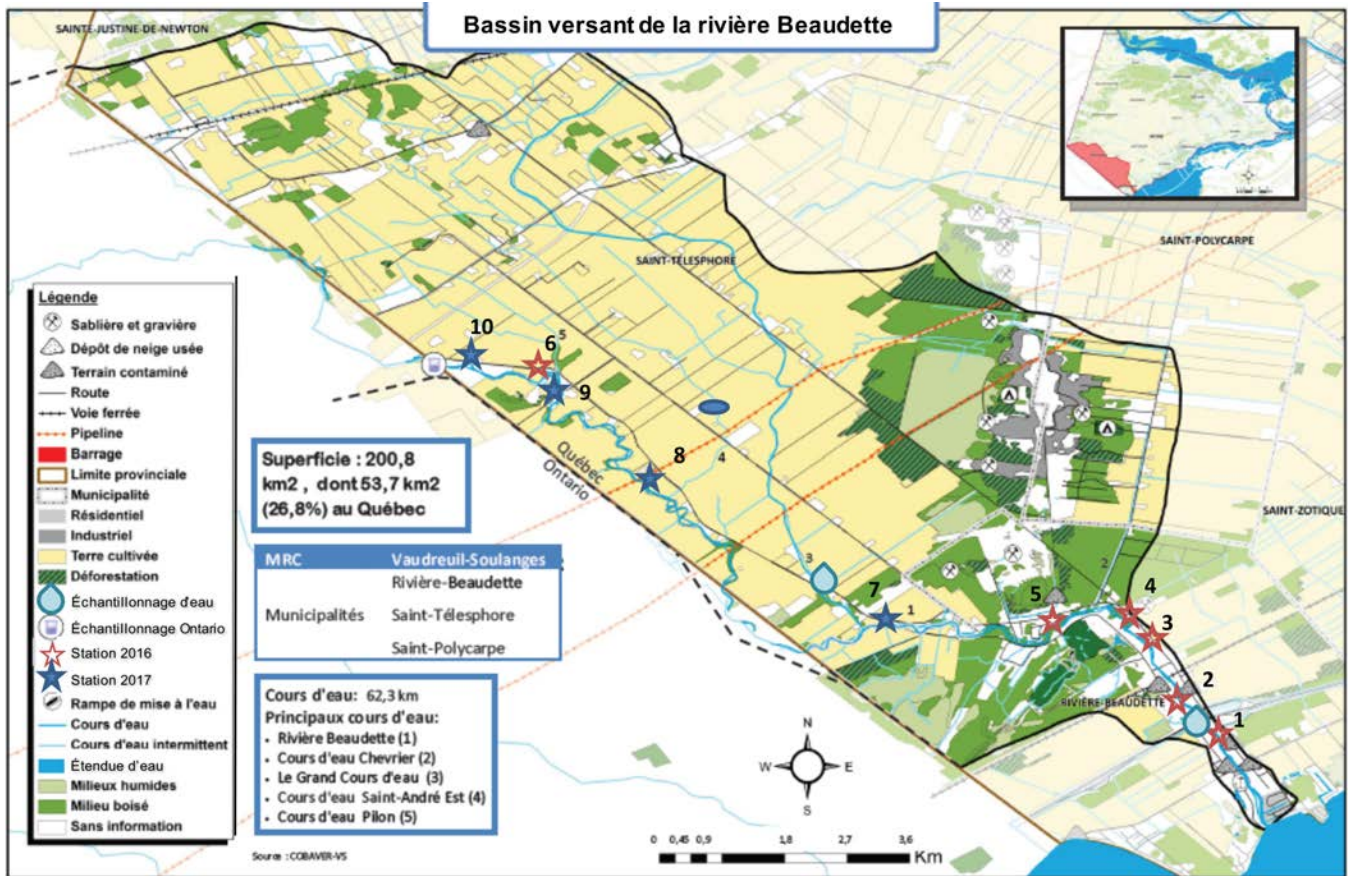


Figure 1. Portrait du bassin versant de la rivière Beaudette (tiré de COBAVER-VS, 2016) : répartition des sites d'échantillonnage des eaux de surface de la rivière Beaudette et des stations d'inventaires ichtyologiques au cours des années 2016 et 2017.

Tableau 1. Caractéristiques du bassin versant de la rivière Beaudette en 2016-2017 au Québec.

Bassin versant	Rivière Beaudette
Superficie totale du bassin (km ²) *	200,8
Superficie du bassin au Québec (km ²) [†]	53,7
Longueur de cours d'eau (km) [†]	62,3
Nombre d'habitants [†]	2856
Municipalité où se trouve l'exutoire	Rivière-Beaudette
Superficie urbaine (km ²) [†]	4,8 (8,9%)
Superficie industrielle (km ²) [†]	0,01 (0,019%)
Superficie de la sablière (km ²) [‡]	1,69 (3,2%)
Superficie boisée (km ²) [†]	8,6 (17%)
Superficie de milieux humides (km ²) [*]	3,2 (4,7%)
Superficie en culture assurée (km ²) [§]	30,7 (57,2%)
Nombre d'entreprises agricoles [†]	45

* CIC et MDDELCC, 2010.

[†] MRC de Vaudreuil-Soulanges (JMap), 2016.

[‡] COBAVER-VS, 2016.

[§] Financière agricole du Québec, 2012.

bassin, et sont représentés majoritairement par des marécages et des tourbières boisées. Le bassin comprend également un parc industriel (0,01 km²) et une sablière (1,69 km²) (COBAVER-VS, 2016). Le milieu urbain et résidentiel correspond à 4,8 km² (8,9%), situé principalement sur le territoire de la municipalité de Rivière-Beaudette. On estime à 2856 personnes (Statistique Canada, 2016) la population vivant en milieu urbain et résidentiel dans le secteur d'étude.

La rivière Beaudette est un lieu de fraie pour plusieurs espèces de poissons et un sanctuaire de pêche important pour la région de Vaudreuil-Soulanges (MRC de Vaudreuil-Soulanges, 2004). Sa désignation comme sanctuaire en 1990, par le biais d'interdiction de pêche du 1^{er} avril au 30 juin de chaque année, permet de protéger les populations de poissons en période de reproduction. Ce sanctuaire est situé en amont du pont de l'autoroute 20 et s'étend jusqu'à la frontière ontarienne. En plus de son importante biodiversité aquatique, la rivière constitue un couloir migratoire important pour la faune aviaire. Toutefois, l'apport de sédiments provenant des activités agricoles environnantes et la dénaturalisation des berges en milieu résidentiel occasionnent des problèmes dans cette rivière transfrontalière partagée entre le Québec et l'Ontario. En effet, la qualité de l'eau de la rivière Beaudette a été évaluée de mauvaise à douteuse par le ministère du

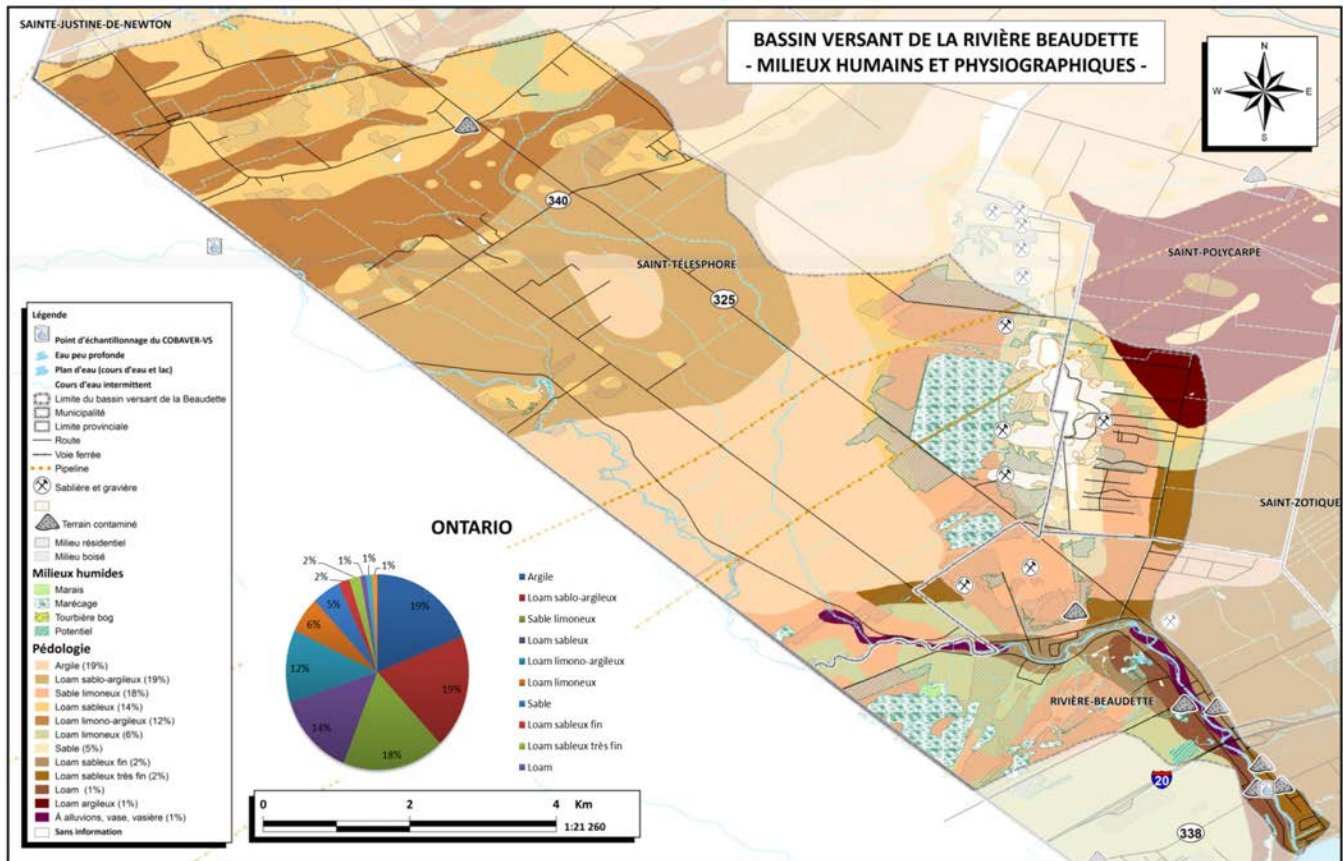


Figure 2. Utilisation du territoire et composition des types de sols du bassin versant de la rivière Beaudette (tiré de COBAVER-VS, 2016).

Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC, 1999; 2017; Simard, 2004). Ainsi, l'habitat d'espèces de poissons sensibles à la pollution comme le chevalier jaune (*Moxostoma valenciennesi*) et le méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*), ainsi que celui d'espèces d'intérêt pour la pêche sportive comme le doré jaune (*Sander vitreus*), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*), sont menacés. Les tributaires de la rivière, qui traversent le milieu agricole, servent de refuge aux espèces fourragères qui constituent la base du régime alimentaire de plusieurs espèces piscivores (Dubé et Garceau, 2009).

Problématique et objectifs

Une problématique environnementale commune à plusieurs rivières des basses terres de la vallée du Saint-Laurent, dont celle à l'étude, est le phénomène d'envasement qui contribue à augmenter la turbidité de l'eau et qui dégrade la qualité des habitats fauniques. Le degré d'érodabilité du sol du chenal de la rivière Beaudette serait jugé de « moyen » à « élevé » selon une estimation qualitative (Roy et Godbout, 2014). Les sols mous et érodables du bassin de la rivière Beaudette sont constitués particulièrement de sable et de loam (figure 2; Lajoie et Stobbe, 1951). L'objectif de ce travail était de documenter et cartographier la branche principale de la rivière Beaudette,

située au Québec. Pour ce faire, nous avons caractérisé les bandes riveraines, les communautés de poissons et la qualité de l'habitat du poisson afin d'acquérir de l'information additionnelle permettant de dresser un portrait réaliste de la condition de la rivière afin de mieux orienter les interventions à venir pour améliorer l'habitat du poisson. Les nouvelles informations acquises permettront d'élaborer des plans d'aménagement de bandes riveraines en milieu urbain de même que plusieurs autres actions visant à améliorer l'habitat du poisson.

Matériel et méthodes

Caractérisation des berges

La caractérisation des berges de la branche principale de la rivière Beaudette a été réalisée au cours de l'été 2016. Les points d'érosion, les obstacles à l'écoulement de l'eau ainsi que toute autre information pertinente (telles, par exemple, la présence de murets et de déchets, la proximité du fumier, observation de la faune) ont été recensés et géoréférencés à l'aide d'un GPS.

La largeur du replat ou de la pente, la composition de la berge, la profondeur de l'eau, le type de substrat du lit et d'occupation du territoire ont été mesurés en suivant un transect d'échantillonnage d'une largeur de 10 m à partir de la ligne des hautes eaux. La longueur des transects dépendait de l'homogénéité de la bande riveraine. Le transect se terminait lorsque la bande riveraine démontrait un changement dans

sa composition. Ces variables ont été utilisées pour le calcul d'un indice de la qualité des bandes riveraines (IQBR) et d'un indice de qualité d'habitat du poisson (IQHP). L'IQBR, développé par le MDDELCC (St-Jacques et Richard, 1998) permet de catégoriser les bandes riveraines en 5 classes allant de « très faible » à « excellent », selon leur potentiel à remplir les fonctions écologiques en regard de la protection des écosystèmes aquatiques. Cet indice permet d'évaluer rapidement l'état des berges et leur incidence sur la santé des cours d'eau en fonction de la superficie occupée par 9 composantes du paysage (forêt, arbustaie, herbaçie, coupe forestière, friche et pâturage, culture, sol nu, socle rocheux et infrastructure d'origine anthropique) mesurées sur des secteurs riverains.

L'IQHP (*Quality Habitat Evaluation Index*, QHEI) conçu par l'Environmental Protection Agency (EPA) dans l'État d'Ohio (Rankin, 1989; Rankin, 1995) intègre 6 composantes physiques notées lors de la caractérisation d'une rivière : le type de substrat, la présence d'abris, la morphologie du lit du cours d'eau, la largeur de la bande riveraine, l'érosion de chacune des rives, la qualité des eaux lentes et rapides ainsi

que le gradient de drainage. Cet indice permet de faire une analyse plus large du potentiel d'un habitat à soutenir une communauté aquatique diversifiée. L'indice documente aussi l'intégrité biologique du milieu, soit la santé de l'écosystème aquatique. L'IQHP permet donc d'évaluer la qualité (pour toutes les espèces aquatiques confondues) des sections d'un cours d'eau. L'IQHP est catégorisé en 5 classes allant de « très faible » à « excellent » (tableau 2).

L'érosion des berges est un élément important à inventorier afin d'évaluer les problématiques liées à la qualité de l'eau et de cibler les interventions prioritaires. Ainsi, le type d'érosion (sapement, décrochement, arrachement, ravinement, etc.), la longueur ainsi que l'intensité du phénomène observé (faible, moyen ou fort) ont été notés et géoréférencés. La priorité d'intervention est évaluée en fonction de la force de l'évènement et de ce qu'il menace. Par exemple, un décrochement du talus, à forme et à ampleur égale, sera jugé moins prioritaire s'il se trouve en forêt que s'il se trouve à proximité d'une habitation ou d'une route. De plus, les obstacles à l'écoulement de l'eau (p. ex. : traverse à gué, drain, débris, arbre tombé, ponceau) ont été recensés lors de la caractérisation des cours d'eau. Par la suite, un niveau de priorité d'intervention a été attribué à chaque obstacle en fonction de la gravité de la situation.

La collecte des données a été effectuée sur des mini-ordinateurs iPAQ 110 de HP et les stations ont été géoréférencées à l'aide d'un GPS Oregon 600 Series de Garmin. La cartographie a été faite avec le logiciel ArcMap 10.0 d'ArcGIS desktop (ESRI, 2011).

Évaluation de la qualité des eaux de surface

L'échantillonnage des eaux de surface de l'aire d'étude a été réalisé à deux stations (figure 1). La première était située en aval, sur la route 338 près du chemin Sainte-Claire, dans la municipalité de Rivière-Beaudette (station Aval ci-après). Cette station fait partie du programme Réseau-rivières du MDDELCC (Hébert et Ouellet, 2005) pour le suivi de la qualité de l'eau des rivières du Québec. Les concentrations suivantes ont été analysées : le phosphore total, l'azote ammoniacal, les nitrites-nitrates, les coliformes fécaux, les matières en suspension (MES) et la chlorophylle a totale. Pour ces stations, des échantillons sont récoltés une fois par mois pendant toute l'année depuis 2011 (sauf durant les mois d'hiver, de novembre à mars, depuis 2014). La deuxième station est située à proximité de l'embouchure du Grand Cours d'Eau, tributaire de la rivière Beaudette (station Grand Cours d'Eau ci-après; figure 1). Comme cette station ne fait pas partie du Réseau-rivières, seules les concentrations de phosphore total, d'azote ammoniacal, de nitrites-nitrates et de MES ont été analysées. Les échantillons de cette station ont été récoltés toutes les deux semaines, de mai à octobre 2016. De plus, des paramètres ont été mesurés *in situ* pour ces 2 stations, soit la température, le pH, l'oxygène dissous et la turbidité de l'eau.

Tableau 2. Description des classes de l'indice de qualité d'habitat du poisson (IQHP) utilisées lors de la caractérisation du bassin versant de la rivière Beaudette au Québec.

Classe	Définition des classes de l'IQHP
>70	Excellente Substrat grossier (gros blocs, blocs, galets) sans limon; abris diversifiés; sinuosité élevée; excellents complexes « rapides-fosses »; courant rapide ou modéré; bonne bande riveraine; grande profondeur d'eau
54-70	Bonne Substrat grossier (blocs, galets, sable) sans/peu de limon; abris diversifiés; sinuosité modérée; excellents complexes « rapides-fosses »; courant rapide ou modéré; bonne bande riveraine; grande profondeur d'eau
43-54	Moyenne Substrat moyen (galets, gravier, sable, argile dure) recouvert d'un peu de limon; abris moyennement diversifiés; sinuosité modérée ou faible; quelques complexes « rapides-fosses »; courant modéré, lent ou interstitiel; bande riveraine réglementaire; profondeur d'eau moyenne
30-43	Faible Substrat moyen (gravier, sable, argile dure) recouvert d'un peu de limon; faible diversité d'abris; sinuosité faible; peu/pas de complexes « rapides-fosses »; courant lent ou interstitiel; bande riveraine réglementaire avec érosion modérée des berges; courant modéré; faible profondeur d'eau
0-30	Très faible Substrat fin (argile dure, détrit, vase) recouvert de limon; absence d'abris; sinuosité modérée/faible; pas de complexes « rapides-fosses »; courant interstitiel, intermittent ou modéré; bande riveraine adéquate ou non; très faible profondeur d'eau

Inventaire ichthyologique

En octobre 2016, les inventaires ichthyologiques aux stations 1 à 6 ont été réalisés en collaboration avec l'Institut des sciences environnementales du fleuve Saint-Laurent, le Raisin Region Conservation Authority et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP); les stations 7 à 10 se sont ajoutées en juillet 2017 (figure 1). Les stations ont été sélectionnées en fonction de l'accessibilité des sites, de la présence de personnel disponible pour réaliser le travail et du temps alloué. Une seine à ménés (12 m × 2 m, maille 1/8, poche carrée 6' × 6' × 6') a été utilisée pour la capture des poissons. Les individus capturés ont été identifiés, mesurés et ensuite remis à l'eau. Des photos ont été prises afin de faire valider l'identification des espèces par des experts du MFFP. Lorsque l'inventaire a été fait en collaboration avec l'équipe technique du MFFP, plusieurs individus ont été rapportés au laboratoire pour identification. À chaque station, la profondeur de l'eau, la vitesse du courant, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, la température, le type de substrat et la présence de macrophytes submergés et émergents ont été notés. Enfin, la tolérance à la pollution des espèces a été catégorisée selon l'étude de La Violette et collab. (2003).

Pour quantifier simultanément la richesse taxinomique et la répartition des espèces de la communauté, deux indices de diversité tenant compte de l'abondance et de la richesse en espèces ont été calculés. L'indice réciproque de diversité de Simpson (Morris et collab., 2014) calculé pour chacune des stations permet de comparer la dominance de chaque espèce. Une valeur élevée de l'indice représente une diversité élevée, et *vice versa*. L'indice de diversité de Shannon et Weaver (1948) a aussi été calculé afin de comparer la diversité des communautés dans chaque station, indépendamment du nombre de spécimens capturés. Pour la structure des communautés, une analyse multidimensionnelle (MDS) et une analyse multivariée des variances par permutation (PerMANOVA ou Adonis) basée sur la matrice de similarité de Bray-Curtis ont été utilisées pour évaluer la relation entre les stations. Avant ces analyses, le tableau des abondances d'espèces a subi une transformation de Hellinger (Legendre et Gallagher, 2001), afin de réduire le poids des faibles abondances et des nombreux 0. La procédure SIMPER (Clarke, 1993) a été utilisée afin de repérer les espèces qui sont les plus importantes dans la création des patrons de similarité. Les protocoles d'échantillonnage indépendants des communautés de poissons et des conditions environnementales ne permettent pas d'évaluer statistiquement la relation entre les variables potentiellement explicatives et la distribution des espèces. Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du progiciel vegan du logiciel R version 3.4.2 (R Core Team, 2016).

Résultats

Caractérisation de la rivière

Indice de la qualité des bandes riveraines (IQBR)

L'état général des bandes riveraines de la rivière Beaudette est évalué « faible » et « très faible » dans 67 % des cas (figure 3). Les bandes riveraines classées « moyennes »

correspondent à 13 % des berges et sont surtout composées d'une seule strate herbacée. Les bandes riveraines ayant obtenu la cote « bonne » représentent 20 % des stations IQBR; aucune station n'a obtenu la cote « excellente ». De plus, 51 obstacles à l'écoulement ont été répertoriés. La majorité de ceux-ci étaient des drains (37 %), des arbres tombés (29 %), des débris de branches (14 %) et des traverses à gué (14 %). Le nombre de drains recensés pourrait être sous-estimé, puisque les drains étaient difficilement observables dans la végétation dense.

Lors de la caractérisation des berges de la rivière Beaudette, 79 marques d'érosion ont été répertoriées (figure 4). Ce nombre pourrait être sous-estimé, étant donné que la caractérisation s'est effectuée pendant l'été, alors que la végétation était la plus dense et pouvait dissimuler des marques d'érosion ou en minimiser l'ampleur. L'érosion par sapement (61 %) et celle par décrochement (37 %) étaient les types les plus fréquents, suivis des arrachements (1 %) et de l'érosion en bordure d'un pont ou ponceau (1 %). La majorité des marques d'érosion ont été évaluées comme étant de force faible à moyenne; la priorité d'intervention n'a pas été jugée urgente. Cependant, près de 20 % des marques d'érosion ont été qualifiées de force élevée et nécessitant une intervention urgente.

Indice de qualité de l'habitat du poisson (IQHP)

Un indice de qualité de l'habitat du poisson a été calculé pour chacune des stations du secteur à l'étude. L'IQHP calculé pour la rivière Beaudette est généralement « faible » et « très faible » (75 %). Seulement 16 % de la rivière a obtenu un indice « moyen »; 9 % a obtenu un indice « bon » et 1 %, un indice « excellent » (figure 5).

Qualité des eaux de surface

Analyses en laboratoire

Les concentrations en MES étaient très élevées dans les échantillons récoltés à la station Grand Cours d'Eau (jusqu'à 193 mg/l, figure 6). Ces concentrations suivent la tendance de la quantité de précipitations reçues, ce qui peut laisser penser qu'elles proviennent principalement d'une source de contamination diffuse. Les échantillons provenant de la station Beaudette, en aval, ont de faibles concentrations en MES (de 4 à 18 mg/l) qui se trouvent sous le critère de référence de la qualité de l'eau. Un seul échantillon de la station Beaudette dépassait ce critère. Le tributaire Grand Cours d'Eau est une source plus importante de MES, avec un pourcentage de dépassement du critère de qualité de l'eau dans plus de 80 % des cas et une amplitude de variation 3 fois plus grande qu'à la station Aval.

Les concentrations élevées de phosphore ne semblaient pas toujours suivre les épisodes de pluie (figure 7). La concentration la plus élevée se trouvait à la station du tributaire Grand Cours d'Eau. D'ailleurs, l'amplitude des variations y est nettement plus grande, ce qui implique des dépassements plus grands. Les deux stations comprennent plusieurs dépassements du critère (dans 67 % et 75 % des échantillons pour la station Aval et la station Grand Cours d'Eau, respectivement).

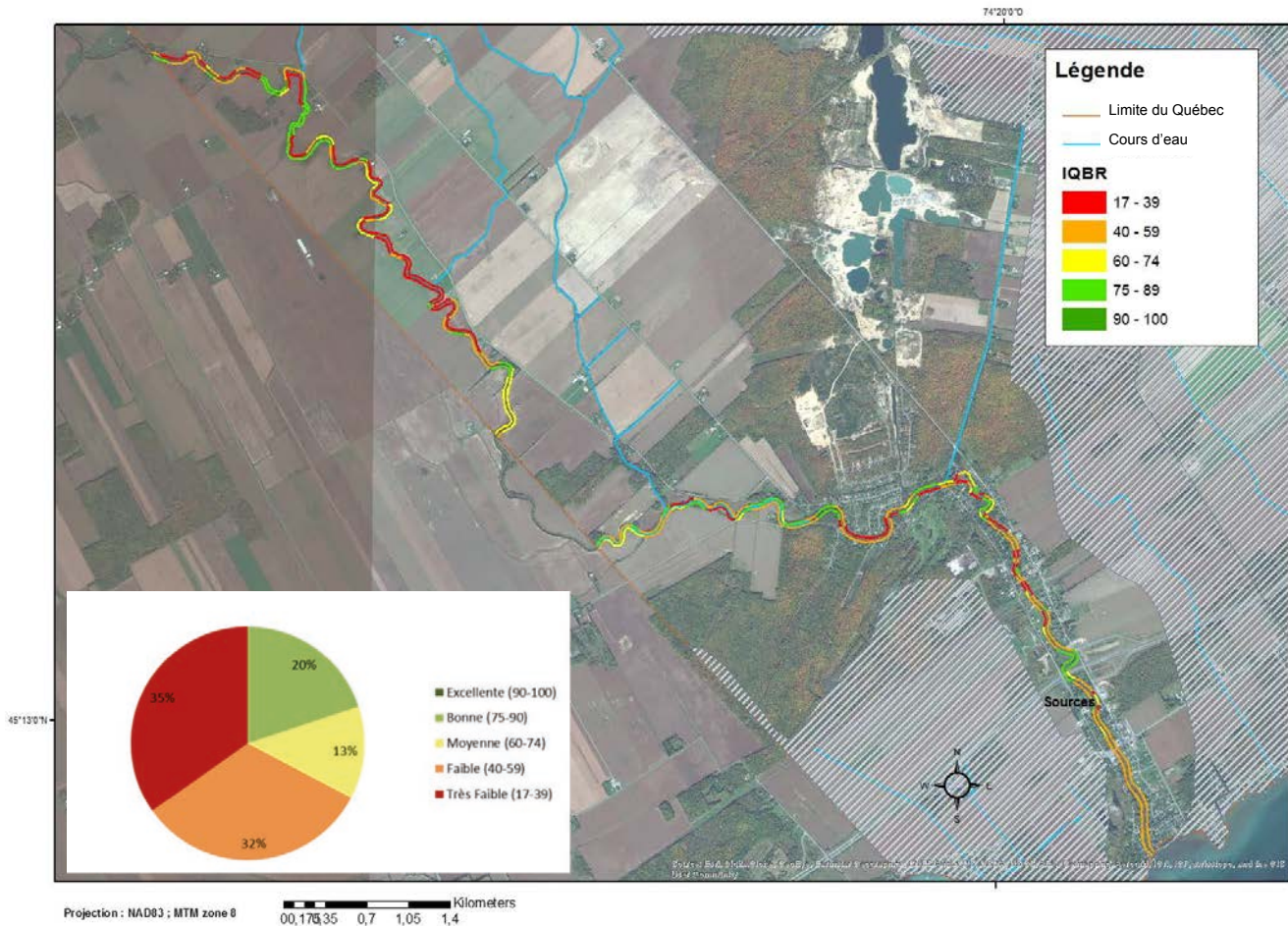


Figure 3. Valeur de l'Indice de qualité des bandes riveraines (IQBR) de chacun des secteurs riverains de 10 m de la rivière Beaudette au cours des années 2016 et 2017.

L'azote sous sa forme ammoniacale (NH_3 , calculé en fonction de la température et du pH de l'échantillon) ne présentait pas de dépassement pouvant être toxique pour la vie aquatique. Les valeurs pour la station Grand Cours d'Eau, en amont, variaient de 0,01 à 0,08 mg/l, sauf pour un échantillon atteignant 0,23 mg/l. À la station Aval, les valeurs variaient de 0,01 à 0,12 mg/l. Les nitrates-nitrites ($\text{NO}_3\text{-NO}_2$) variaient de 0,06 à 5,6 mg/l à la station Grand Cours d'Eau; 3 échantillons y présentaient des dépassements pouvant avoir un effet chronique sur la vie aquatique ($> 2,9$ mg/l). La station Aval présentait des valeurs variant de 0,04 à 3,1 mg/l, avec un seul échantillon dépassant le seuil de toxicité.

Analyses in situ

Les limites de critère de protection de la vie aquatique se situent entre des valeurs de pH de 6,5 et de 9,0 (MDDELCC, 2017). Le pH des échantillons récoltés à la station Grand Cours d'Eau variait de 6,9 à 8,2, avec une moyenne de 7,6. Les échantillons récoltés à la station Aval avaient des valeurs sensiblement similaires (de 6,9 à 8,3, avec une moyenne de 7,8). Ainsi, le pH respectait les limites de critères de protection de la vie aquatique.

Les critères de qualité de l'eau de surface stipulent qu'un pourcentage de saturation d'oxygène dissous supérieur à 57 % est nécessaire afin d'assurer la protection de la vie aquatique (MDDELCC, 2017). Nous avons mesuré une grande variabilité du pourcentage d'oxygène saturé dans le bassin versant de la rivière Beaudette: de plus de 87 % à 27 % à la station Grand Cours d'Eau, et de 63 % à 91 % à la station Aval. Les faibles concentrations en oxygène étaient surtout marquées à l'automne; cela peut correspondre à la tombée des feuilles qui pourrait avoir accentué l'activité microbienne décomposant la matière organique.

Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et diminue la croissance des algues et des plantes aquatiques. Les valeurs de turbidité des échantillons récoltés à chacun des sites d'échantillonnage variaient de 14 à 92 UNT pour la station Grand Cours d'Eau et de 4 à 20 UNT pour la station Aval.

Inventaire ichthyologique

Les inventaires ont permis d'identifier 31 espèces de poisson (tableau 3). Entre autres, le méné pâle (*Notropis volucellus*), considéré comme intolérant à la pollution, n'a été

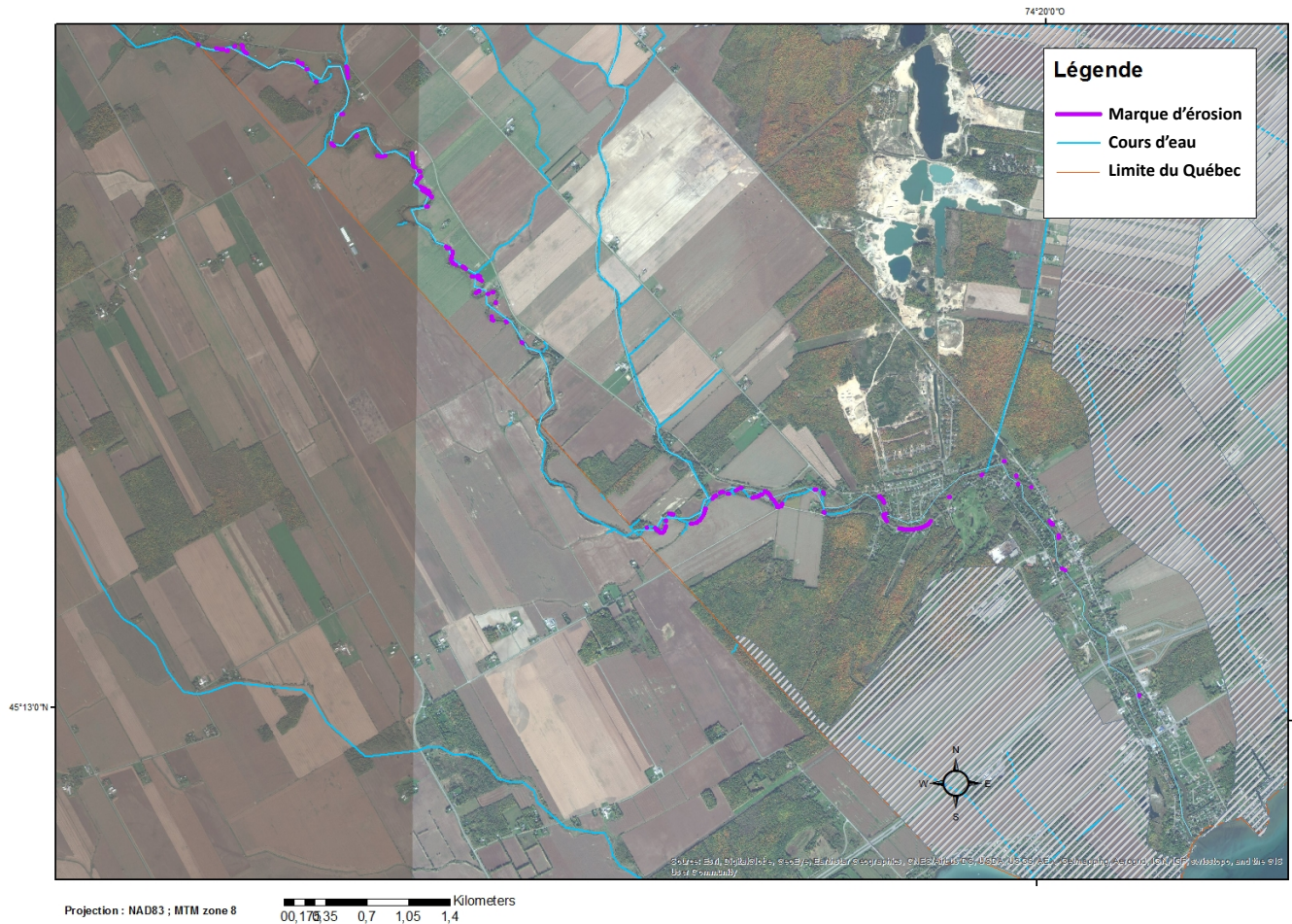


Figure 4. Emplacement des marques d'érosion de chacun des secteurs riverains de 10 m de la rivière Beaudette au cours des années 2016 et 2017.

trouvé qu'aux stations 5, 9 et 10. Une autre espèce considérée comme sensible à la pollution, le chevalier jaune, a été capturée pour sa part seulement à la station 6. Parmi les espèces identifiées, 18 ont une tolérance à la pollution intermédiaire et 7 sont considérées comme tolérantes à la pollution. Le gobie à taches noires, une espèce exotique envahissante (désignation provinciale – MFFP, 2018) a été trouvé en abondance. Aucune espèce en péril selon la classification du COSEPAC (2017) n'a été observée lors de l'inventaire. Les analyses de dominance et de diversité (tableau 4) montrent des patrons similaires. Ainsi, il est possible d'observer que la station 2 est plus diversifiée, suivie par les stations 9 et 6. L'ordination MDS a permis de mettre en évidence deux communautés bien définies ($Adonis R^2 = 0,39, p = 0,008$) (figure 8) en amont et en aval. Selon la procédure SIMPER, les espèces responsables de cette différence à plus de 20% (tableau 3) sont, en amont, le méné à nageoires rouges (*Luxilus cornutus*; 54%), le méné à museau arrondi (*Pimephales notatus*; 51%) et le méné jaune (*Notemigonus crysoleucas*; 28%), et en aval, le crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*; 39%), le crayon-d'argent (*Labidesthes sicculus*; 26%) et le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*; 20%).

Discussion

L'ensemble de nos observations révèle des conditions très différentes en aval et en amont de la rivière Beaudette, sauf pour ce qui est de la diversité des espèces de poissons qui semble déterminée principalement par les conditions locales. Des actions ont été entreprises par le COBAVER-VS pour améliorer l'habitat du poisson, mais plusieurs autres actions en milieux agricole et résidentiel devront être mises de l'avant pour augmenter la qualité des eaux de cette rivière à long terme.

L'habitat du poisson

Nos résultats indiquent que les stations ayant obtenu un IQHP « faible » ou « très faible » (et particulièrement ces dernières) semblent être situées dans le secteur aval de la rivière, en milieu résidentiel et urbain. En effet, ce secteur de la rivière est plus large et moins sinueux, avec peu de complexes « rapides-fosses » (Gurnell et collab., 1995). Le substrat y est également plus fin que dans le secteur en amont, et recouvert de limon. En milieu urbain, les résidents ont tendance à préférer des bandes riveraines libres des débris, de branches et de billots de bois, qui sont des sources importantes d'abris pour la faune aquatique. La

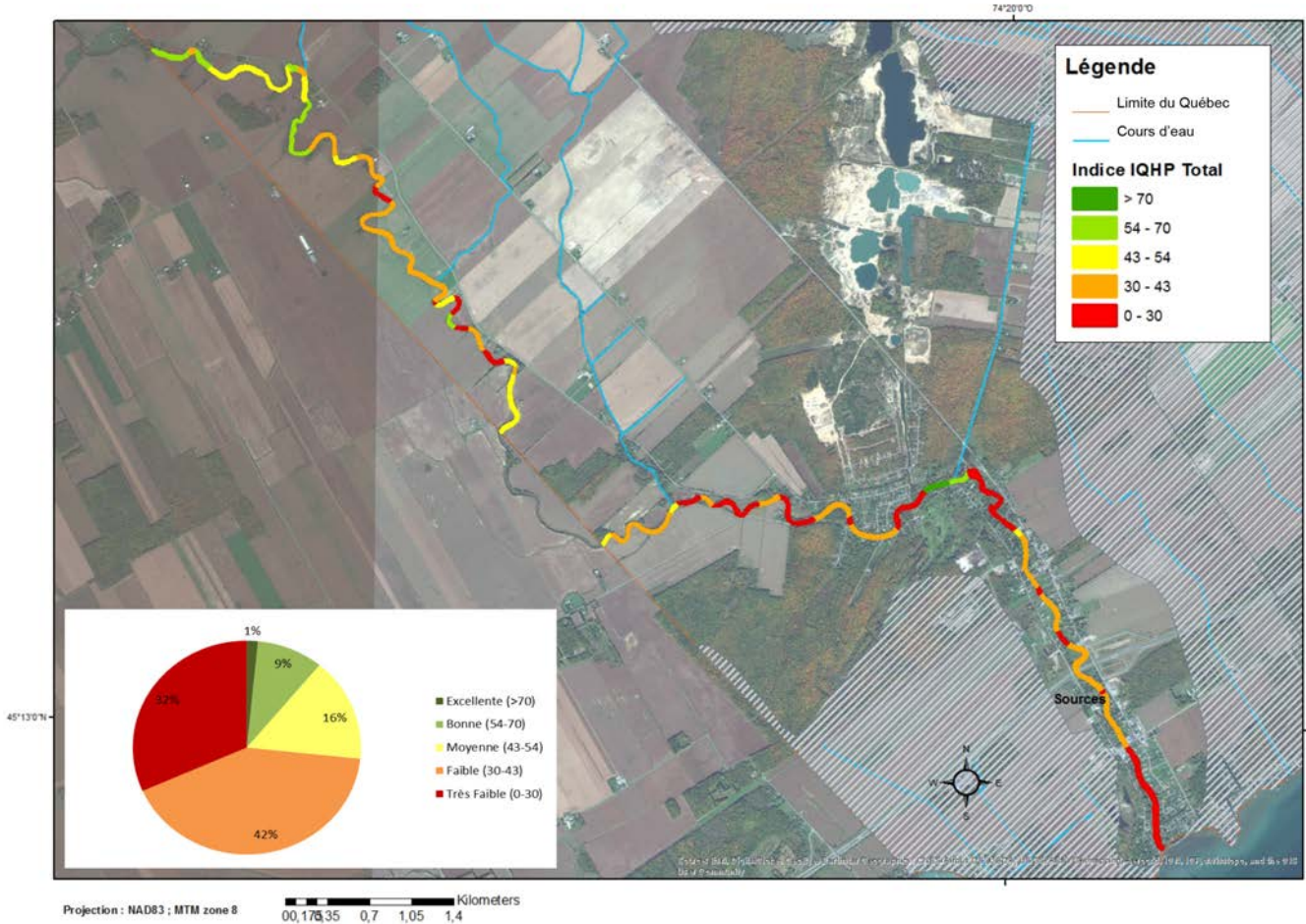


Figure 5. Valeur de l'Indice de qualité de l'habitat du poisson (IQHP) de chacun des secteurs riverains de 10 m de la rivière Beaudette au cours des années 2016 et 2017.

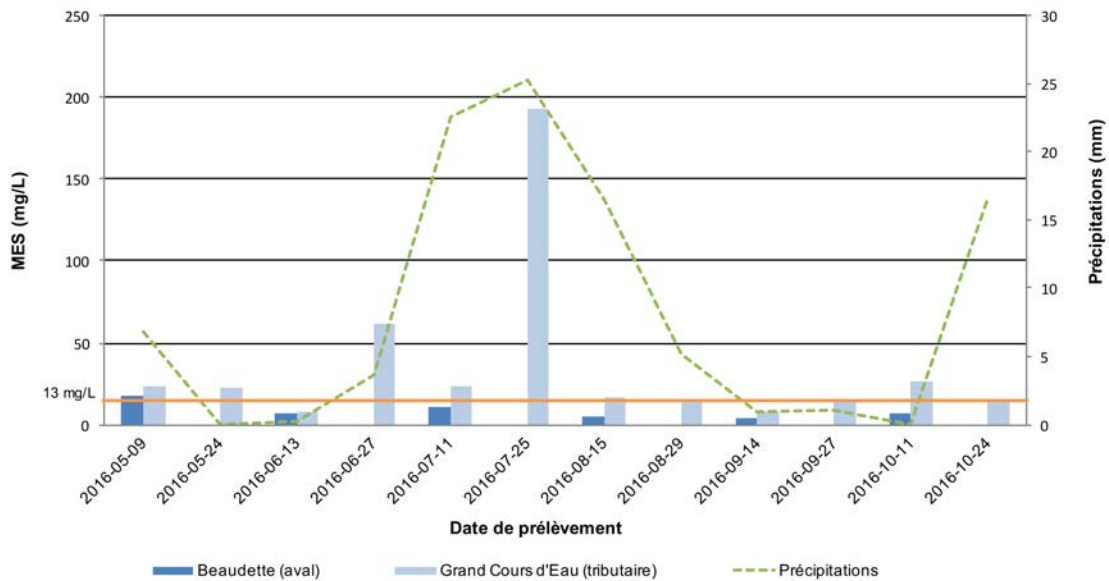


Figure 6. Résultats d'analyse des matières en suspension (MES) des échantillons d'eau de surface récoltés de mai à octobre 2016 dans deux sections de la rivière Beaudette (voir figure 1). La quantité de pluie tombée dans le secteur d'étude au cours des 48 heures précédant l'échantillonnage est aussi représentée.

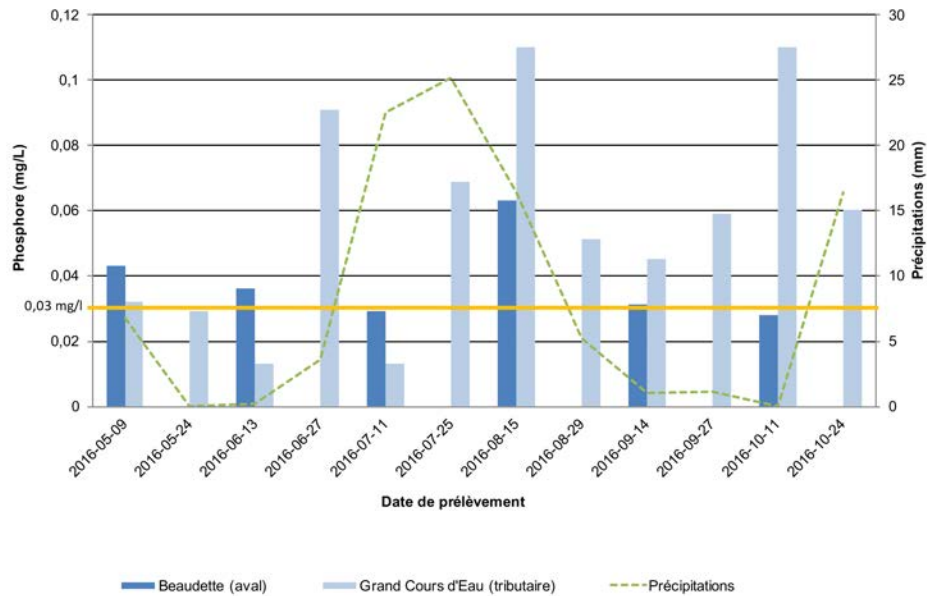


Figure 7. Résultats d'analyse en phosphore des échantillons d'eau de surface récoltés de mai à octobre 2016 dans deux sections de la rivière Beaudette. La quantité de pluie tombée dans le secteur d'étude au courant des 48 heures précédant l'échantillonnage est aussi représentée.

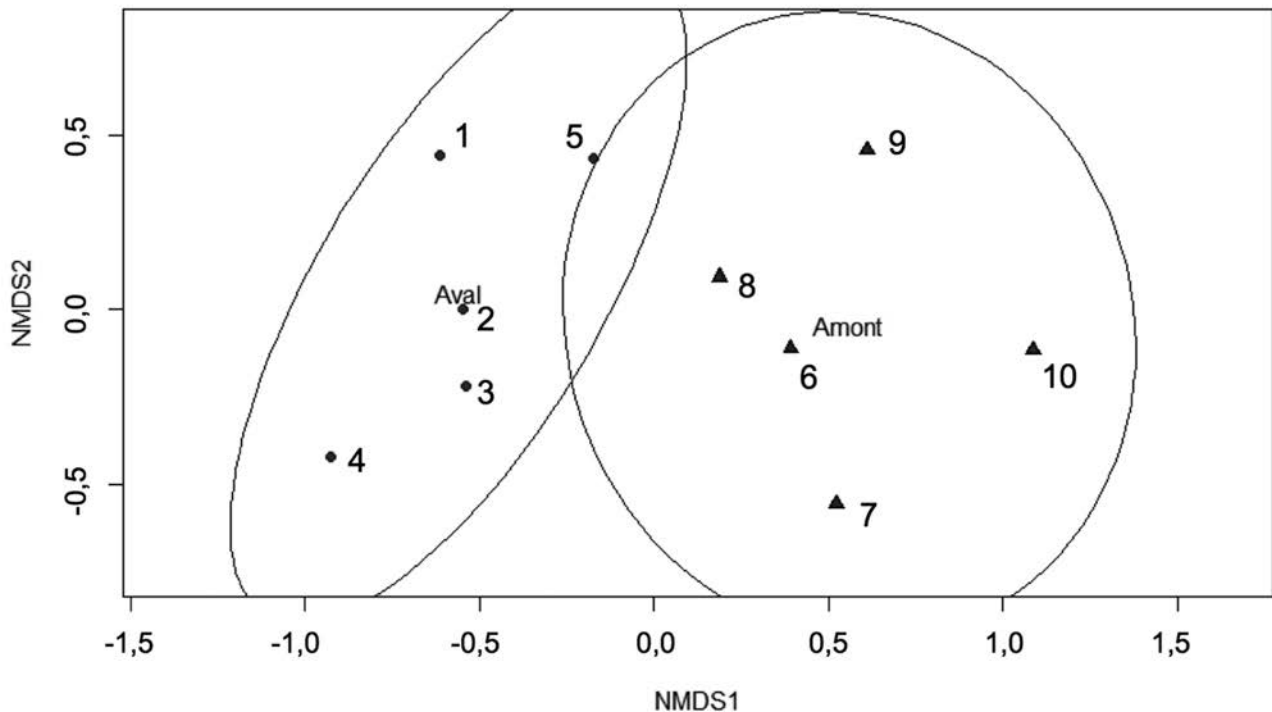


Figure 8. Relation entre les communautés de poissons aux 10 stations échantillonnées dans la rivière Beaudette (voir figure 1) au cours des années 2016 et 2017, sur la base du positionnement multidimensionnel (MDS) en 2 dimensions (axes NMDS1 et NMDS2) ($R^2 = 0,93$).

Tableau 3. Nombre d'individus à chaque station d'échantillonnage et tolérance à la pollution (La Violette et collab., 2003) de chaque espèce répertoriée. Les cellules en grisé indiquent les espèces qui contribuent le plus à différencier les communautés ichthyologiques au cours des années 2016 et 2017.

Nom latin	Nom français	Tolérance à la pollution	station 1	station 2	station 3	station 4	station 5	station 6	station 7	station 8	station 9	station 10	Nombre total répertorié
<i>Ambloplites rupestris</i>	Crapet de roche	Intermédiaire	2	14	33	40	6	31	1	5	6	2	140
<i>Catostomus commersonii</i>	Meunier noir	Tolérant	0	0	0	0	0	3	0	0	0	9	12
<i>Cyprinella spiloptera</i>	Méné bleu	Intermédiaire	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Esox lucius</i>	Grand brochet	Intermédiaire	0	2	0	3	0	3	1	0	0	0	9
<i>Etheostoma flabellare</i>	Dard barré	Intermédiaire	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12
<i>Etheostoma nigrum</i>	Raseux-de-terre noir	Intermédiaire	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Etheostoma olmstedii</i>	Raseux-de-terre gris	Tolérant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Fundulus diaphanus</i>	Fondule barré	Tolérant	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
<i>Labidesthes sicculus</i>	Crayon-d'argent	Intermédiaire	40	24	2	0	64	0	0	0	0	0	130
<i>Lepisosteus osseus</i>	Lépisosté osseux	Intermédiaire	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lepomis gibbosus</i>	Crapet soleil	Intermédiaire	18	14	9	7	5	0	21	3	0	0	77
<i>Lepomis macrochirus</i>	Crapet arlequin	Indéterminé	1	29	146	18	0	7	0	0	0	0	201
<i>Luxilus cornutus</i>	Méné à nageoires rouges	Intermédiaire	0	0	0	0	0	60	20	43	5	143	269
<i>Micropterus dolomieu</i>	Achigan à petite bouche	Intermédiaire	2	0	0	0	1	5	1	1	0	8	80
<i>Micropterus salmoides</i>	Achigan à grande bouche	Tolérant	8	21	18	32	1	0	0	0	0	0	8
<i>Moxostoma macrolepidotum</i>	Chevalier rouge	Intermédiaire	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Moxostoma valenciennesi</i>	Chevalier jaune	Sensible	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	13
<i>Neogobius melanostomus</i>	Gobie à taches noires	N/A	81	6	5	0	7	3	0	4	3	0	109
<i>Notemigonus crysoleucas</i>	Méné jaune	Tolérant	0	31	12	0	17	126	0	15	0	0	186
<i>Notropis atherinoides</i>	Méné émeraude	Intermédiaire	0	0	0	0	0	87	0	0	0	0	85
<i>Notropis hudsonius</i>	Méné à tache noire	Intermédiaire	0	6	25	0	3	0	0	0	0	1	35
<i>Notropis volucellus</i>	Méné pâle	Intolérant	0	0	0	0	4	0	0	0	1	4	9
<i>Noturus gyrinus</i>	Chat-fou brun	N/A	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Perca flavescens</i>	Perchaude	Intermédiaire	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3

Nom latin	Nom français	Tolérance à la pollution	station 1	station 2	station 3	station 4	station 5	station 6	station 7	station 8	station 9	station 10	Nombre total répertorié
<i>Percina caprodes</i>	Fouille-roche zébré	Intermédiaire	1	1	0	0	3	32	0	2	5	0	44
<i>Pimephales notatus</i>	Méné à museau arrondi	Tolérant	0	0	6	0	0	240	12	0	3	1	262
<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	Marigane noire	Intermédiaire	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Rhinichthys cataractae</i>	Naseux des rapides	Intermédiaire	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Sander vitreus</i>	Doré jaune	Intermédiaire	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Umbra limi</i>	Umbre de vase	Tolérant	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Tableau 4. Nombre d'individus capturés, richesse spécifique (nombre d'espèces), indice réciproque de diversité de Simpson et indice de diversité de Shannon pour chacune des stations d'échantillonnage dans la rivière Beaudette au cours des années 2016 et 2017. L'emplacement des stations est indiqué à la figure 1.

Station	Nombre d'individus capturés	Richesse spécifique	Indice réciproque de diversité de Simpson	Indice de diversité de Shannon
1	155	10	2,8	1,3
2	154	13	7,2	2,1
3	258	11	2,8	1,5
4	104	7	3,6	1,5
5	113	12	2,8	1,6
6	613	15	4,3	1,8
7	56	6	3,2	1,3
8	74	8	2,6	1,3
9	36	8	5,1	1,8
10	169	8	1,4	0,7

végétation y est souvent tondu pour des raisons d'esthétique. Certaines stations ayant un faible IQHP se trouvaient également en milieu agricole, où l'éradication des arbres et des arbustes le long des berges est une pratique courante. La qualité de l'eau est compromise par les charges de fertilisants, les pesticides et une augmentation des matières en suspension. Notons aussi que l'absence de couvert végétal en rive amplifie le réchauffement de l'eau. Les quelques stations ayant obtenu un indice « bon » ou « excellent » se trouvaient en milieu boisé et le plus souvent en amont. Ces stations sont généralement plus stables et moins sujettes à l'érosion des berges, et la qualité du substrat y est meilleure. Elles offrent aussi une plus grande diversité d'habitats et d'abris pour la faune. Nécessairement, l'abondance d'éléments ligneux et de secteurs de « rapides-fosses » le long des berges contribue aussi à hausser la valeur de l'IQHP.

Les bandes riveraines

Les bandes riveraines sont des zones tampons qui procurent plusieurs fonctions écologiques nécessaires à la bonne santé des cours d'eau. En plus d'améliorer la qualité

de l'eau par leurs fonctions filtrantes et thermorégulatrices, elles jouent un rôle prépondérant dans la conservation de la biodiversité en offrant des habitats naturels et en permettant la connectivité écologique entre différents éléments du paysage. Elles sont aussi efficaces pour diminuer la force de l'érosion (CCSE, 1997; Duchemin et collab., 2002; Gagnon et Gangbazo, 2007). Les bandes riveraines considérées comme aptes à remplir leurs rôles écologiques ne sont pas très présentes le long de la rivière Beaudette puisque 67 % d'entre elles ont obtenu un IQBR de valeur « faible » et « très faible ». L'état actuel des berges du bassin versant de la rivière Beaudette, c'est-à-dire l'absence de bandes riveraines naturelles, peut donc accroître les risques d'érosion, l'apport en contaminants et la perte d'habitats. Les berges que l'on considère de bonne qualité étaient surtout observées en zone boisée, bien que certains secteurs se situaient en zone agricole ou urbaine et étaient constitués d'une bande riveraine à plusieurs strates (herbacée, arbustive et arborescente) sur l'une des deux rives.

Les obstacles à l'écoulement de l'eau procurent des bénéfices écosystémiques. Les arbres tombés peuvent

représenter des habitats de choix pour la faune aquatique et seraient même bénéfiques pour l'écosystème : ils réduisent la turbidité de l'eau par le processus de sédimentation, de même que l'érosion, par le ralentissement de la vitesse du courant; ils augmentent aussi la richesse des cours d'eau par la formation de complexes « rapides-fosses » (Gurnell et collab., 1995). À l'occasion, ceux-ci peuvent cependant occasionner des problèmes environnementaux; lorsqu'il y a obstruction complète du cours d'eau, une forte érosion des berges, l'inondation des berges avoisinantes et le blocage du libre passage des poissons.

L'érosion peut être grandement accélérée par des actions anthropiques, telles que l'imperméabilisation du sol, la déforestation, certaines pratiques culturelles et l'étalement urbain. Elle entraîne une dégradation de la qualité de l'environnement et de la productivité des sols. Les cours d'eau en milieu agricole sont particulièrement propices à l'érosion, notamment en raison du pouvoir érosif de l'eau et de l'effet gravitaire. Le premier facteur peut augmenter si la vitesse de l'eau est intensifiée par une modification du drainage (par exemple, le redressement des cours d'eau). Le second peut être occasionné par un travail du sol et une culture effectuée trop près du talus, une pente trop abrupte du lit et de la machinerie lourde passant au bord des cours d'eau (AAC, 2008). L'érosion des sols agricoles peut aussi engendrer des conséquences économiques par la perte de sols arables. Trente pour cent (30%) des terres arables du bassin versant de la rivière Boyer subissent une perte annuelle d'au moins 6 tonnes par hectare (Mabit et collab., 2007). Les sols les plus fertiles sont les plus vulnérables à l'érosion, car ils sont composés de matière organique et de substances limoneuses fines (AAC, 2014). Par ailleurs, les sédiments provenant de l'érosion hydrique augmentent la turbidité dans les cours d'eau et comblent le lit de la rivière, ce qui réduit le volume des cours d'eau. De plus, la sédimentation peut colmater les frayères et ainsi diminuer le potentiel du site pour la fraie des poissons. Elle peut aussi diminuer la qualité de l'habitat du poisson en réduisant les sources de nourriture et la quantité d'oxygène dissous (Hotte et Quirion, 2003). Les éléments nutritifs et les pesticides liés aux particules de sol érodé peuvent nuire à la qualité de l'eau et aux organismes vivants (Amyot, 2016).

Qualité des eaux

Les particules fines en suspension dans l'eau peuvent être d'origine naturelle (précipitations) ou produites par les rejets urbains, industriels ou agricoles. Les sédiments empêchent une bonne pénétration de la lumière (réduction de la photosynthèse) et colmatent les branchies des poissons. Les MES présentes dans la rivière Beaudette semblent provenir de sources diffuses. La superficie des bassins versants en amont de la station du tributaire Grand Cours d'Eau est couverte principalement de terres agricoles. L'agriculture intensive et l'absence de bandes riveraines dans ce secteur génèrent plus d'apports en sédiments par les eaux de ruissellement que l'agriculture pérenne avec des bandes riveraines larges. Ce

phénomène est accentué lors de fortes pluies. L'érodabilité du sol augmente s'il n'est pas suffisamment protégé par le couvert végétal ou par les résidus de culture, ce qui augmente l'apport en MES dans le cours d'eau (Simard, 2004). La caractérisation des berges effectuée dans le cadre de cette étude montre qu'effectivement, elles comptent peu de bandes riveraines, ce qui augmente le risque d'érosion et de rehaussement du lit des cours d'eau par accumulation de sédiments. La diminution des MES en aval peut être due au fait que la rivière traverse un milieu résidentiel où les tributaires amènent une eau de meilleure qualité en ce qui concerne les MES. Juste en aval de la station 5, une section de rapides de 250 m et plusieurs marécages sont présents autour de la municipalité de Rivière-Beaudette. Les rapides créent probablement un bassin de sédimentation en amont, et les marécages retiennent une partie des sédiments.

Comme les fortes concentrations de phosphore ne semblent pas toujours suivre les épisodes de pluie (figure 7), on peut croire que les sources de cet élément sont diverses, diffuses (par exemple, les eaux de ruissellement) et ponctuelles (par exemple, un rejet d'eaux usées, ou des fosses septiques non conformes). Selon des études québécoises portant sur la mobilité du phosphore en bassin versant agricole, le ruissellement serait l'un des principaux vecteurs de transport du phosphore (IRDA, 2008). Plusieurs facteurs en milieu agricole peuvent influencer le ruissellement et ainsi le transport du phosphore : l'intensité des précipitations, la rugosité de la surface du champ, la capacité d'infiltration du sol et la profondeur de la nappe d'eau dans le sol. D'ailleurs, les terres composées de limon sont plus sujettes à l'érosion par l'eau qui s'accompagne du ruissellement de substances dissoutes telles que le phosphore (Jamieson et collab., 2003; Hilliard et Reedyk, 2014). Les fortes concentrations observées en temps sec proviennent de sources ponctuelles d'origine industrielle et urbaine. Ainsi, les points de surverse du système d'égout sanitaire situés en amont de la municipalité peuvent fournir un apport en phosphore. Des installations septiques non conformes aux règlements, c'est-à-dire défectueuses, mal entretenues ou mal utilisées, peuvent occasionner un traitement beaucoup moins efficace des eaux usées et générer des apports importants en phosphore dans l'environnement. Aucun programme de conformité des fosses septiques n'a été mis en place dans les municipalités concernées dans le cadre de ce projet (comm. pers. Inspecteur en environnement et urbanisme, municipalités de Saint-Télesphore et de Rivière-Beaudette).

Faune ichthyenne

La richesse en espèces de poisson de la rivière Beaudette est comparable à celle de la rivière Rigaud dans la région, où l'on trouve aussi plusieurs sanctuaires de pêche (Tremblay et collab., 1984). Il est important de mentionner que la diversité n'augmentait pas de l'amont vers l'aval, contrairement à ce qui a été rapporté dans d'autres études en Illinois, à New York et en Pennsylvanie (p. ex., Larimore et collab., 1952; Sheldon, 1968; Brighthill et Bilger, 1998), même si les conditions physicochimiques (MES, P, nitrite-nitrate) en aval semblent

meilleures. La diversité en espèces de poissons semble particulièrement influencée par les conditions locales d'IQBR et d'IQHP. La station 2 comportait des berges ayant obtenu un IQBR qualifié de « bon ». D'ailleurs, à cet endroit, le cours d'eau bénéficie de larges bandes riveraines composées de 3 strates de végétation (herbacée, arbustive et arborescente) et n'avait aucune marque d'érosion apparente. Les stations 9 et 6, situées complètement en amont de la rivière, en milieu agricole, montraient une valeur plus élevée d'IQHP et un IQBR qualifié de « bon ». Les autres stations ayant obtenu un IQBR de « faible » à « très faible » ont montré des indices de dominance et de diversité plus faibles. La station 10, située à la limite de l'Ontario, détient les plus faibles indices; une collaboration plus étroite avec les autorités responsables en Ontario pour mener des actions dans le futur serait d'une grande utilité. Nos résultats indiquent que les sections en aval et en amont de la rivière Beaudette supportent des communautés de poissons différentes bien qu'étant surtout composées d'espèces dites généralistes, c'est-à-dire pouvant supporter diverses conditions. Trois espèces écologiquement liées se trouvent dans la section située en aval : l'achigan à grande bouche, qui se nourrit du crayon-d'argent, et le méné jaune, qui pond ses œufs dans les nids de l'achigan. En amont, le méné à museau arrondi (noté en abondance à la station 6) supporte des conditions de bonne qualité d'eau, étant surtout abondant dans les cours d'eau de taille moyenne à eau claire et lente (Tremblay et Picard, 2013). La dégradation et la perte d'habitat affectent particulièrement les espèces plus spécialisées ou sensibles de la rivière Beaudette. Par exemple, les habitats de cette dernière auraient déjà été propices aux ménés d'herbe; une mention datant de 1946 apparaît au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec [CDPNQ]). Cette espèce, intimement liée aux herbiers aquatiques, n'a pas été trouvée lors de nos inventaires, car elle disparaît s'il y a diminution de la qualité de l'eau ou dégradation de la végétation aquatique ou riveraine (MPO, 2016). La restauration des habitats et une meilleure connectivité avec le lac Saint-François pourraient favoriser une plus grande diversité d'espèces.

De façon générale, l'eau fraîche et oxygénée comportant peu de matières en suspension est bénéfique pour les poissons (Biron, 2017). En milieu aquatique, l'oxygène dissous est un élément essentiel pour les organismes vivants. La température de l'eau influence la capacité de dissolution de l'oxygène, et ce gaz peut être absorbé par la respiration des animaux, des plantes pendant la nuit ou des bactéries associées au processus de décomposition de la matière organique. La respiration bactérienne est particulièrement dommageable lorsqu'il y a une abondance de matière organique nourrie par l'apport excessif de nutriments. Les espèces aquatiques bénéficient aussi d'une certaine sinuosité du cours d'eau qui se traduit par une plus grande quantité et diversité d'abris et d'habitats (p. ex. : Le Pichon et collab., 2007; Wolters et collab., 2018). Afin de maintenir et de favoriser une plus grande complexité de la vie aquatique, plusieurs actions peuvent être posées à même les cours d'eau ou à proximité de ceux-ci. Ainsi, la plantation d'arbres en bordure des cours d'eau amène de l'ombre qui

diminuera la température de l'eau. La stabilisation des rives du cours d'eau à l'aide de techniques de restauration écologique (ensemencement et plantation d'arbustes), de génie végétal (fagots, fascines et matelas de branches) ou de techniques mécaniques (enrochement) permet de retenir les sédiments et les contaminants (MDDEP, 2011). Maintenir ou rétablir la forme naturelle du cours d'eau, soit le patron des méandres, permet de réduire l'effet des crues printanières et donc, l'érosion des rives (Belleau-Arsenault, 2014). Les cultures intercalaires ou de couverture permettent de réduire les pertes d'azote, de phosphore et de pesticides au plan d'eau, en plus d'améliorer l'aération, l'infiltration et la rétention en eau utile (Lamarre, 2015). La mise aux normes des installations septiques âgées et désuètes, encouragée par des incitatifs financiers gérés par les municipalités, réduirait la contamination des cours d'eau.

Interventions en bandes riveraines

Puisque le projet avait comme but d'améliorer la qualité des cours d'eau du bassin versant, quelques actions concrètes ont été complétées. L'IQBR a permis de cibler les propriétés dont la bande riveraine comporte des problèmes marquants. Une lettre présentant le projet et les actions à venir a été remise en juin 2017 à 221 riverains. Elle relatait que le COBAVER-VS s'engageait à offrir gratuitement une caractérisation de la bande riveraine des propriétés et à réaliser un schéma d'aménagement propre à leur situation. À la suite de la promotion du projet, 23 riverains se sont montrés intéressés au plan d'aménagement de la bande riveraine, ils ont donc obtenu un relevé du terrain et un diagnostic personnalisé comportant les éléments positifs et négatifs ainsi que des recommandations. Ce plan d'aménagement était basé sur l'analyse du modèle naturel et des spécificités du milieu. Par la suite, une enveloppe promotionnelle pour la bande riveraine a été remise aux riverains : celle-ci contenait un dépliant du COBAVER-VS; une carte postale présentant la rivière Beaudette; un guide « Les avantages de la bande riveraine »; un guide « Le poisson dans tous ses habitats. L'habitat du poisson : mieux le connaître pour mieux le préserver »; une affichette « Bande riveraine au travail »; le rapport « Le bassin versant de la rivière Beaudette. Mieux la connaître pour mieux la protéger »; le diagnostic de la bande riveraine; le plan d'aménagement de la bande riveraine et les recommandations de végétaux. Des végétaux gratuits ont même été distribués aux riverains à l'automne 2017. Des aménagements de bandes riveraines en milieu agricole seront aussi faits dans les années futures, en collaboration avec le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Un agriculteur a déjà manifesté son intérêt pour l'aménagement d'une bande riveraine élargie.

Conclusion

Ce projet a permis d'acquérir des connaissances essentielles pour définir les problématiques associées à l'habitat de la faune aquatique dans le bassin versant de la rivière Beaudette. Les données recueillies seront utilisées afin d'orienter les interventions pour améliorer la situation. Il s'avère que l'IQHP et l'IQBR ont obtenu une cote « faible » à « très faible »

sur plus de 67 % de la rivière. L'inventaire ichtyologique a démontré que la rivière Beaudette présente une grande richesse spécifique dans ses sections où la bande riveraine est de meilleure qualité et où la valeur de l'IQHP est plus élevée. L'agriculture en amont affecte l'équilibre de façon diffuse par le ruissellement, tandis que l'urbanisation exerce principalement son impact en aval, quoique de façon ponctuelle.

Des interventions ont consisté à sensibiliser les riverains et à élaborer des plans d'aménagements de bandes riveraines qui permettront de minimiser l'érosion hydrique et de stabiliser les berges. D'autres pistes de solutions à mettre en application dans le futur sont de mieux utiliser la bande riveraine afin de remettre en état certaines autres sections, de mieux gérer les eaux résiduelles des municipalités, de moderniser les fosses septiques non conformes et d'utiliser des cultures intercalaires et de couverture.

Il sera crucial d'intégrer les résultats de cette étude dans le plan directeur de l'eau de la région de Vaudreuil-Soulanges pour que des actions précises soient appliquées à long terme dans la gestion intégrée de l'eau par bassin versant dans la région. Des études supplémentaires démontrant statistiquement l'effet des variables environnementales et l'effet des interventions de restauration pourront permettre de cibler plus efficacement les actions prioritaires à entreprendre.

Remerciements

Nous remercions tous les organismes et intervenants rencontrés dans le cadre de ce projet, particulièrement : le Réseau Agriconseils Montérégie-Ouest; la municipalité de Rivière-Beaudette; Ricardo Manzano du Club Nova-Terre; la MRC de Vaudreuil-Soulanges; le MFFP; le MAPAQ Montérégie-Ouest; le Comité ZIP du Haut-Saint-Laurent; David Girardville du Club Agroenvironnemental du Suroît; Brendan Jacobs du *Raisin Region Conservation Authority*; Matthew Windle et Elizabeth Ann Hickey du *St. Lawrence River Institute*; Félix Blackburn de la Société de conservation et d'aménagement des bassins versants de la Zone Châteauguay. Nous remercions aussi nos stagiaires pour leur précieuse aide lors de l'échantillonnage: Andréanne Hains (B. Sc., Université de Sherbrooke, été 2016), Ariane Cyr (M. Sc., Université de Sherbrooke, été 2017) et Alexandre Clizioier (Diplôme universitaire et technologique en génie biologie option agronomie, Institut universitaire et technologique d'Avignon, France, été 2017). Une aide financière pour la réalisation de ce projet a été accordée par le gouvernement du Canada dans le cadre du programme de l'intendance de l'habitat pour les espèces en péril. ◀

Références

- [AAC] AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA, 2008. Gestion des sols. Disponible en ligne à : <http://www.agr.gc.ca/fra/science-et-innovation/pratiques-agricoles/sol-et-terre/gestion-des-sols/?id=1370346218601>. [Visité le 2016-02-02].
- [AAC] AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA, 2014. Conséquence de l'érosion. Disponible en ligne à : <http://www.agr.gc.ca/fra/science-et-innovation/pratiques-agricoles/sol-et-terre/gestion-des-sols/consequences-de-l-erosion/?id=1187283440379>. [Visité le 2016-02-02].
- AMYOT, F., 2016. Sedimentation in the St-Zotique Canals: Sources, causes, and potential management solutions. GEOG 491 : Thèse de spécialisation, Université Concordia, Montréal, 50 p.
- BELLEAU-ARSENAULT, V. et M. ROBERT, 2014. La notion d'espace de liberté des cours d'eau. Revue de littérature, Université du Québec à Rimouski. Disponible en ligne à : http://aruc.robvq.qc.ca/public/documents/rapports/index/aruc_espace_liberte_cours_eau_vf2.pdf. [Visité le 2016-03-15].
- BIRON, P.M., 2017. La restauration de l'habitat du poisson en rivière : une recension des écrits. Rapport scientifique présenté à la Fondation de la Faune du Québec. Disponible en ligne à : <https://robvq.qc.ca/public/documents/bibliotheque/uploaded/tq0imwj6.pdf>. [Visité le 2016-08-01].
- BRIGHTHILL, R.A. et M.D. BILGER, 1998. Fish-community composition in Cowanesque River upstream and downstream of the Cowanesque Dam, Tioga County, Pennsylvania, 1998. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Open-file report 99-208.
- [CIC et MDDELCC] CANARDS ILLIMITÉS CANADA et MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2010. Carte interactive des milieux humides du territoire de la CMM. Disponible en ligne à : <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=e53987f046964a65bc8daeb9ef257b20>. [Visité le 2016-01-15].
- [CCSE] CENTRE DE CONSERVATION DES SOLS ET DE L'EAU DE L'EST DU CANADA, 1997. Les bandes riveraines et la qualité de l'eau : une revue de la littérature. Centre de conservation des sols et de l'eau de l'Est du Canada. Disponible en ligne à : <http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/bandes.pdf>. [Visité le 2016-08-01].
- CLARKE, K.R., 1993. Nonparametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18 : 117-143.
- [COBAVER-VS] CONSEIL DU BASSIN VERSANT DE LA RÉGION DE VAUDREUIL-SOULANGES, 2016. Portrait du territoire de gestion intégrée de l'eau par bassin versant de la région de Vaudreuil-Soulanges. Disponible en ligne à : http://www.cobaver-vs.org/plan_directeur_de_l_eau/. [Visité le 2016-01-15].
- [COSEPAC] COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA, 2017. Espèces sauvages canadiennes en péril. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Disponible en ligne à : http://www.registrelep.gc.ca/sar/assessment/wildlife_species_assessed_f.cfm. [Visité le 2017-11-30].
- DUBÉ, J. et S. GARCEAU, 2009. Protection de la faune ichtyenne des cours d'eau en milieu agricole. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Disponible en ligne à : <http://agrcq.ca/wp-content/uploads/2013/01/Protection-de-la-faune-ichtyenne-des-petits-cours-deau-agricoles-v20130114.pdf>. [Visité le 2016-08-15].
- DUCHEMIN, M., P. LAFRANCE et C. BERNARD, 2002. Les bandes enherbées : une pratique de conservation efficace pour réduire la pollution diffuse. Disponible en ligne à : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/prod-porcine/documents/Bio91.PDF>. [Visité le 2016-08-15].
- [ESRI] ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, 2011. ArcGIS Desktop : Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- FINANCIÈRE AGRICOLE DU QUÉBEC, 2012. Base de données des cultures assurées (BDCA), données géomatiques, Québec.
- GAGNON, E. et G. GANGBAZO, 2007. Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspective. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. Disponible en ligne à : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/fiches/bandes-riv.pdf>. [Visité le 2016-01-15].
- GURNELL, A.M., K.J. GREGORY et G.E. PETTS, 1995. The role of coarse woody debris in forest aquatic habitats: Implications for management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 5 : 143-166.
- HÉBERT, S. et M. OUELLET, 2005. Le Réseau-rivières ou le suivi de la qualité de l'eau des rivières du Québec, Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 2-550-45831-1 (PDF), Envirodoq no ENV/2005/0263, collection no QE/169, 9 p.

- HILLIARD, C. et S. REEDYK, 2014. Texture du sol et qualité de l'eau. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Disponible en ligne à : <http://www.agr.gc.ca/fra/science-et-innovation/pratiques-agricoles/sol-et-terre/le-sol-et-l-eau/texture-du-sol-et-qualite-de-l-eau/?id=1197483793077>. [Visité le 2016-01-15].
- HOTTE, M. et M. QUIRION, 2003. Guide technique n° 15. Traverses de cours d'eau. Fondation de la faune du Québec et Fédération des producteurs de bois du Québec, Sainte-Foy, 32 p.
- [IRDA] INSTITUT DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT EN AGRICULTURE, 2008. Le transport du phosphore. Disponible en ligne à : <https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/EVC020.pdf>. [Visité le 2016-01-15].
- JAMIESON, A., C. MADRAMOOTO et P. ENRIGHT, 2003. Phosphorous losses in surface and subsurface runoff from a snowmelt event on an agricultural field in Quebec. *Canadian Biosystems Engineering*, 45 : 1.1-1.7.
- LARJOIE, P. S. et P. STOBBE, 1951. Étude des sols des comtés de Soulanges et de Vaudreuil dans la province de Québec. Ministère fédéral de l'Agriculture, Ottawa, 72 p.
- LAMARRE, G., 2015. Nouveaux développements dans les cultures intercalaires et cultures de couverture. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Disponible en ligne à : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/articles/production/Pages/culturesintercalairesetculturesdecouverture.aspx> [Visité le 2018-03-15].
- LARIMORE, R.W., Q.H. PICKERING et L. DURHAM, 1952. An inventory of the fishes of Jordan Creek, Vermillion County, Illinois. *Illinois Natural History Survey, Biological Notes*, 29 : 1-29.
- LA VIOLETTE, N., D. FOURNIER, P. DUMONT et Y. MAILHOT, 2003. Caractérisation des communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997. *Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune*, 237 p.
- LEGENDRE, P. et E.D. GALLAGHER, 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129 : 271-280.
- LE PICHON, C., G. GORGES, J. BAUDRY, H. BOUSSARD, F. GOREAUD, T. FAURE et P. BOËT, 2007. Méthodes et outils d'analyse spatiale des habitats des poissons en contexte fluvial anthropisé. *Ingénieries - EAT, IRSTEA* édition, p. 21-33.
- MABIT, L., C. BERNARD et M.R. LAVERDIÈRE, 2007. Étude de la dégradation des sols par l'érosion hydrique à l'échelle des bassins versants en utilisant la méthode du ¹³⁷Cs. *Agrosolution*, 18 : 13-16.
- [MAMOT] MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE, 2012. Ouvrages de surverse et stations d'épuration : Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2012. Disponible en ligne à : https://www.mamot.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/ministere/acces_information/Diffusion_information/2017-122_rapport_ouvrage_municipaux_assainissement_eau_partie_4.pdf. [Visité le 2017-12-01].
- [MDELCC] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 1999. L'acidité des eaux au Québec. Disponible en ligne à : www.mdelcc.gouv.qc.ca/air/pre_acid/brochure/capsule.htm. [Visité le 2016-01-15].
- [MDELCC] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2013. Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées. Disponible en ligne à : <http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/ouvrages-municipaux/reglement2013.htm>. [Visité le 2016-01-15].
- [MDELCC] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2017. Critères de qualité de l'eau de surface. Disponible en ligne à : http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp. [Visité le 2017-12-01].
- [MDDEP] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2011. Fiche technique sur la stabilisation des rives. Disponible en ligne à : <http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/fiche-tech-stabilisation-rives.pdf>. [Visité le 2018-03-15].
- [MFFP] MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS, 2018. Le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*). Disponible en ligne à : <https://mffp.gouv.qc.ca/la-faune/especes/envahissantes/gobie-taches-noires/>. [Visité le 2018-06-26].
- MORRIS, E. K., T. CARUSO, F. BUSCOT, M. FISHER, C. HANCOCK, T.S. MAIER, C. MÜLLER, E. OBERMAIER, D. PRATI, S.A. SOCHER, I. SONNEMANN, N. WÄSCHKE, T. WUBET, S. WURST et M.C. RILLIG, 2014. Choosing and using diversity indices: insights for ecological applications from the German biodiversity exploratories. *Ecology and Evolution*, 4 : 3514-3524.
- [MPO] PÊCHES ET OCÉANS CANADA, 2016. Méné d'herbe *Notropis bifrenatus*. Disponible en ligne à : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/profiles-profil/bridleshiner-meneherbe-fra.html>. [Visité le 2018-06-26].
- MRC DE VAUDREUIL-SOULANGES, 2004. Les territoires d'intérêt historique, culturel et écologique. Chapitre 11 dans : Schéma d'aménagement révisé - MRC de Vaudreuil-Soulanges. Disponible en ligne à : http://www.mrcvs.ca/sites/default/files/documents/schema-amenagement/Chap_11/Pages%20de%20Schema%20d'amenagement%20revisé%20refondu%20-%20Chapitre%2011.pdf. [Visité le 2016-01-15].
- MRC DE VAUDREUIL-SOULANGES, 2016. Image Géoboutique : JMAP.
- R CORE TEAM, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en ligne à : <https://www.R-project.org/>. [Visité le 2016-11-01].
- RANKIN, E.T., 1989. The qualitative habitat evaluation index [QHEI]: rationale, methods and application. Division of Water Quality Planning & Assessment, Ecological Assessment Section, Columbus, Ohio, 73 p.
- RANKIN, E.T., 1995. The use of habitat assessments in water resource management programs. Dans : Davis W. et T. Simon (édit.). *Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision making*. Lewis Publishers, Boca Raton, Floride, p. 181-208.
- ROY, M. et P.-M. GODBOUT, 2014. Cartographie des formations superficielles de la région de Vaudreuil-Soulanges, sud-ouest du Québec. Rapport présenté au ministère des Ressources naturelles du Québec, Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada, 25 p.
- SHANNON, C.E. et W. WEAVER, 1948. The mathematical theory for communication. *The Bell System Technical Journal*, 27 : 379-423 et 623-656.
- SHELDON, A.L., 1968. Species diversity and longitudinal succession in stream fishes. *Ecology*, 49 : 193-198.
- SIMARD, A., 2004. Portrait global de la qualité de l'eau des principales rivières du Québec. Disponible en ligne à : www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/global-2004/index.htm. [Visité le 2016-01-15].
- STATISTIQUE CANADA, 2016. Profil du recensement, Recensement de 2016. Disponible en ligne à : <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F>. [Visité le 2017-12-01].
- ST-JACQUES, N. et Y. RICHARD, 1998. Développement d'un indice de qualité de la bande riveraine : application à la rivière Chaudière et mise en relation avec l'intégrité biotique du milieu aquatique. Dans : Ministère de l'Environnement et de la Faune (édit.). *Le bassin de la rivière Chaudière : l'état de l'écosystème aquatique - 1996*, Direction des Écosystèmes aquatiques, Québec, Environnement n° EN980022, p. 6.6.1 à 6.41.
- TREMBLAY, C., F. MEUNIER, G. DEZIEL, A. MICHAUD et F. POIRIER, 1984. Étude écologique de la rivière Rigaud. Rapport technique, 246 p.
- WOLTER, J.-W., R. C.M. VERDONSCHOT, J. SCHOELYNCK, P.F.M. VERDONSCHOT et P. MEIRE, 2018. The role of macrophyte structural complexity and water flow velocity in determining the epiphytic macroinvertebrate community composition in a lowland stream. *Hydrobiologia*, 806 : 157-173.