

Biodiversité et potentiel de restauration des poissons dans les petits cours d'eau de la Montérégie (Québec)

Tania Couture, Renée Gravel et Pascale M. Biron

Volume 148, numéro 1, printemps 2024

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1111868ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1111868ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

ISSN

0028-0798 (imprimé)

1929-3208 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Couture, T., Gravel, R. & Biron, P. M. (2024). Biodiversité et potentiel de restauration des poissons dans les petits cours d'eau de la Montérégie (Québec). *Le Naturaliste canadien*, 148(1), 82–98.
<https://doi.org/10.7202/1111868ar>

Résumé de l'article

Les petits cours d'eau (PCE) représentent jusqu'à 85 % de la longueur des réseaux hydrographiques. Dans la plaine du Saint-Laurent, la plupart ont été chenalés (linéarisés, approfondis et élargis) pour améliorer le drainage agricole. On connaît toutefois peu leur état écologique. L'objectif de cette recherche est d'évaluer cet état à l'aide d'un indice d'intégrité biotique (IIB) basé sur le poisson. Plus de 1 228 stations de pêche réalisées de 1930 à 2019 dans des cours d'eau de la Montérégie, d'ordre de Strahler de 1 à 3, ont été analysées. L'IIB mis au point est significativement corrélé à l'usage des terres. Il montre une plus forte corrélation avec le pourcentage d'occupation forestière qu'avec celui de l'occupation agricole. Une comparaison des IIB avant et après 1990 a révélé une détérioration dans le centre de la Montérégie et des améliorations en périphérie. Malgré les pressions qu'ils subissent, les PCE en milieu agricole abritent une abondance et une diversité élevées de poissons. On y trouve aussi plusieurs espèces à statut précaire ou d'intérêt sportif, en particulier dans les zones humides alluviales et à proximité des grands affluents. La restauration des PCE et de leurs communautés de poissons est essentielle pour bénéficier des services écosystémiques qu'ils soutiennent, mais plus de connaissances sont à acquérir pour mieux comprendre les facteurs d'influence.

Biodiversité et potentiel de restauration des poissons dans les petits cours d'eau de la Montérégie (Québec)

Tania Couture, Renée Gravel et Pascale M. Biron

Résumé

Les petits cours d'eau (PCE) représentent jusqu'à 85 % de la longueur des réseaux hydrographiques. Dans la plaine du Saint-Laurent, la plupart ont été chenalisés (linéarisés, approfondis et élargis) pour améliorer le drainage agricole. On connaît toutefois peu leur état écologique. L'objectif de cette recherche est d'évaluer cet état à l'aide d'un indice d'intégrité biotique (IIB) basé sur le poisson. Plus de 1 228 stations de pêche réalisées de 1930 à 2019 dans des cours d'eau de la Montérégie, d'ordre de Strahler de 1 à 3, ont été analysées. L'IIB mis au point est significativement corrélé à l'usage des terres. Il montre une plus forte corrélation avec le pourcentage d'occupation forestière qu'avec celui de l'occupation agricole. Une comparaison des IIB avant et après 1990 a révélé une détérioration dans le centre de la Montérégie et des améliorations en périphérie. Malgré les pressions qu'ils subissent, les PCE en milieu agricole abritent une abondance et une diversité élevées de poissons. On y trouve aussi plusieurs espèces à statut précaire ou d'intérêt sportif, en particulier dans les zones humides alluviales et à proximité des grands affluents. La restauration des PCE et de leurs communautés de poissons est essentielle pour bénéficier des services écosystémiques qu'ils soutiennent, mais plus de connaissances sont à acquérir pour mieux comprendre les facteurs d'influence.

MOTS-CLÉS : communauté de poissons, drainage agricole, habitat, indicateur d'intégrité biotique (IIB), restauration

Abstract

Small streams account for up to 85% of the hydrographic network. In the St. Lawrence lowlands, most have been channelized (straightened, deepened and widened) to improve agricultural drainage. However, little is known about their ecological status. The aim of this research is to assess this state using an index of biotic integrity (IBI) based on fish. More than 1,228 fishing stations carried out between 1930 and 2019 in Montérégie streams of Strahler order 1 to 3 were analysed. The IBI developed is significantly correlated with land use. It shows a stronger correlation with the percentage of forest cover than with agricultural cover. A comparison of IBI before and after the 1990s revealed a deterioration in the centre of the Montérégie and improvements in the outlying areas. Despite the pressures to which they are subject, small streams in agricultural areas are home to a high abundance and diversity of fish. There are also a number of species with precarious status or of sporting interest, particularly in alluvial wetlands and near major tributaries. Restoring small streams and their fish communities is essential if we are to benefit from the ecosystem services they support, but more knowledge is needed to better understand the influencing factors.

KEYWORDS: agricultural drainage, fish community, habitat, Index of Biotic Integrity (IBI), restoration

Introduction

À eux seuls, les petits cours d'eau (PCE) peuvent constituer jusqu'à 85 % de la longueur totale des réseaux hydrographiques (Gravel, 2021 ; Lane et collab., 2022). Les PCE en milieu agricole, même ceux dont l'écoulement est permanent, sont généralement perçus comme étant des habitats pauvres, abritant une faible diversité spécifique, ayant un faible potentiel de productivité et peu d'intérêt pour la restauration, mais peu d'études se sont concrètement penchées sur leur biodiversité et sur leur potentiel de restauration. La Montérégie est considérée comme le grenier du Québec, avec un territoire plat et fertile et des cultures qui occupent près de 52 % de sa superficie. Les cours d'eau y ont été largement modifiés pour améliorer le drainage agricole. En 2001, on évaluait qu'environ 30 000 km avaient été aménagés à cette fin au Québec (Beaulieu, 2001 ; Rousseau et Biron, 2009). Ces travaux consistent typiquement en une chenalisation du cours d'eau, c'est-à-dire par sa linéarisation,

son approfondissement et son élargissement par dragage, le tout accompagné de la disparition des apports en bois résultant du retrait des arbres et arbustes de la berge (Sanders et collab., 2020). En effet, les travaux de chenalisation sont souvent accompagnés

Tania Couture a terminé sa maîtrise en géographie, études urbaines et environnementales à l'Université Concordia. Elle travaille maintenant comme écologiste pour une firme de consultants à Toronto.

couturetaniam@outlook.com

Renée Gravel travaille au ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec (MELCCFP).

renee.gravel@environnement.gouv.qc.ca

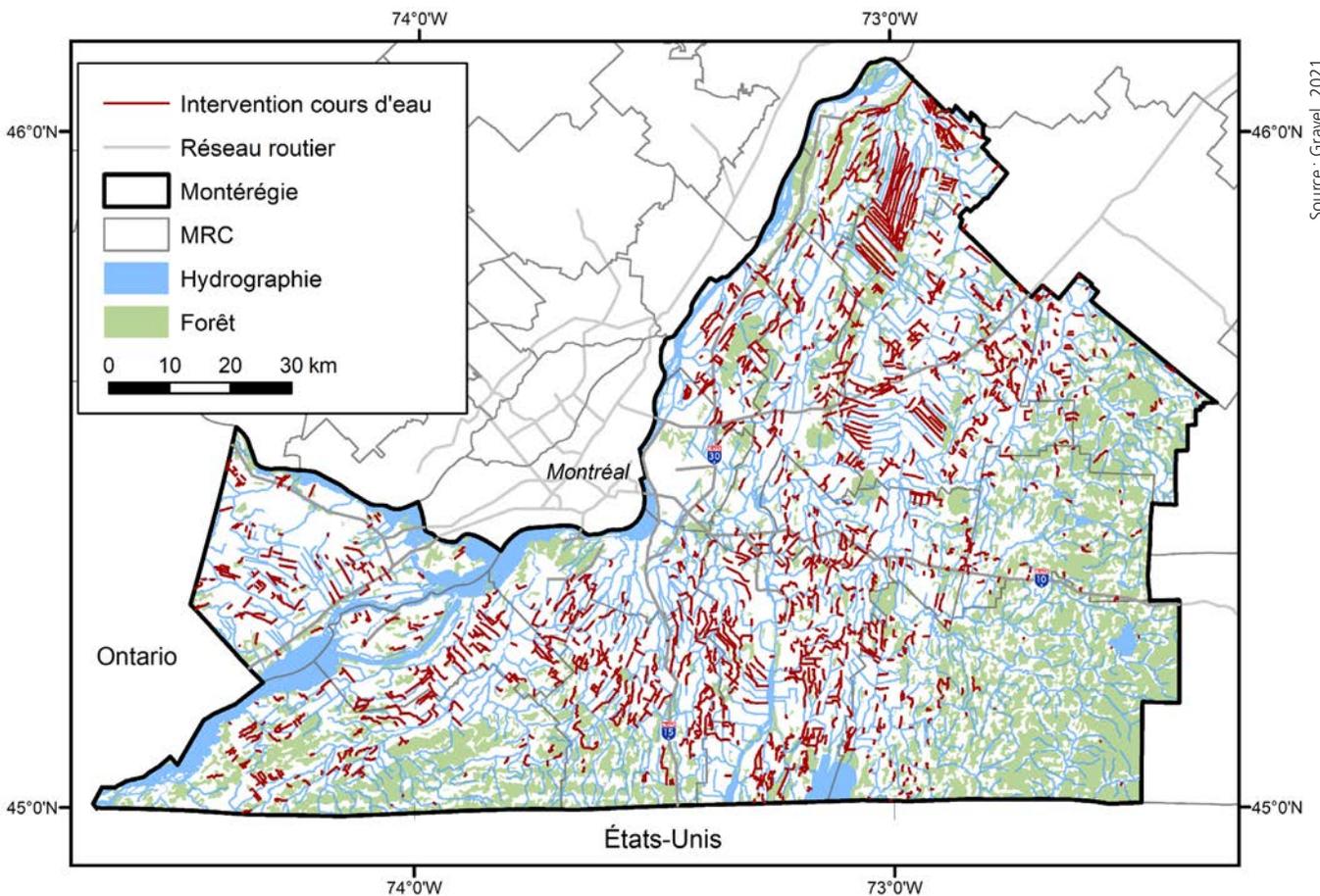
Pascale M. Biron est professeure au Département de géographie, urbanisme et environnement de l'Université Concordia.

pascale.biron@concordia.ca

de l'élimination de la ripisylve, soit les formations boisées, arbustives et herbacées présentes sur les rives d'un cours d'eau. Chaque année, des centaines de kilomètres de cours d'eau font l'objet de travaux de curage visant à les ramener à cette forme chenalisée pour assurer une évacuation rapide des eaux sans débordement de même que le dégagement des drains souterrains. Ce sont essentiellement de très petits cours d'eau (TPCE), soit d'ordre de Strahler de 1 ou 2, et d'une superficie de bassin-versant généralement de moins de 5 km², qui font l'objet de ces curages. La figure 1 présente la cartographie des projets de curage déposés de 2011 à 2020 auprès de la Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval (DGFa) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) (Gravel, 2021).

Les communautés de poissons sont considérées comme un bon indicateur de l'état de l'écosystème aquatique (Karr et collab., 1986). Selon D'Ambrosio et collab. (2014) et l'Ohio Environmental Protection Agency (Ohio EPA, 2012), les paramètres physiques prépondérants pour la communauté de poissons sont : l'hétérogénéité (de vitesse d'eau, d'épaisseur d'eau et de substrat), la présence d'eau, la présence d'abris submergés

(p. ex. : végétation surplombante, canevas de racines dénudées, méandre mort, débris ligneux, blocs de pierre), les fosses naturelles d'une profondeur fonctionnelle (> 0,7 m) et d'une largeur de débit plein bord adaptée à la capacité du cours d'eau. Plusieurs études ont montré que la chenalisation d'un cours d'eau réduit l'hétérogénéité de l'habitat et modifie l'écoulement en diminuant les séquences de seuils-mouilles (Frothingham et collab., 2001 ; Heatherly et collab., 2007 ; Lau et collab., 2006), ce qui affecte l'état des communautés de poissons (Rhoads et collab., 2003 ; Sanders et collab., 2020 ; Tóth et collab., 2019). Au Québec et aussi ailleurs dans le monde, l'attention a longtemps surtout été portée sur la qualité de l'eau comme le facteur prédominant de l'état de l'écosystème aquatique en milieu agricole (Hughes et collab., 2010). La qualité physique de l'habitat a longtemps été ignorée. Déjà en 1998, Wichert et Rapport (1998) révélaient que la répartition des espèces de poissons sensibles en milieu rural est surtout associée à des facteurs biophysiques comme l'enlèvement des arbres riverains entraînant une instabilité accrue des berges des cours d'eau et une augmentation de la température de l'eau due à la perte d'ombrage, ainsi qu'à cause de l'érosion et de l'envasement



Source : Gravel, 2021

Figure 1. Carte montrant l'emplacement des projets d'intervention dans les cours d'eau à des fins de drainage agricole soumis de 2011 à 2020 à la Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval (DGFa) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs.

des cours d'eau liés à des pratiques de travail intensif du sol. Et Schlosser (1991) démontrait que la morphologie des cours d'eau a un effet important sur la diversité des habitats et par conséquent sur la biodiversité des espèces dans les cours d'eau. Malgré l'ampleur des interventions anthropiques dans les PCE en Montérégie, on en connaît peu sur leurs communautés de poissons et sur leurs rôles dans le bon état de l'écosystème aquatique (Gravel, 2021). Cette dernière étude a permis de mieux connaître les communautés de poissons des TPCE sujets à des interventions visant le drainage agricole, de même qu'à documenter la réaction des communautés de poissons et des cours d'eau à la suite des interventions de drainage classiques versus des interventions intégrant des efforts de restauration de la qualité physique du cours d'eau. L'étude montre une réponse positive de la communauté de poissons lorsque la qualité physique de l'habitat est améliorée, ce qui soutient un gain potentiel à la restauration des PCE.

La présente étude vise à évaluer l'intégrité biotique des poissons dans les PCE de la Montérégie par une analyse exhaustive des résultats des pêches expérimentales compilées historiquement, de 1930 à 2019, dans la banque de données de pêches de la DGFa. L'objectif global de cette étude est de mieux comprendre la biodiversité des poissons et l'état des communautés ichthyologiques dans cette région fortement agricole où de nombreuses interventions ont affecté la qualité physique des cours d'eau, de mettre celle-ci en relation avec l'occupation du sol, et de discuter du potentiel de restauration de ces PCE.

Méthodologie

Source des données

Les données sur les poissons proviennent de la banque de données des résultats des pêches expérimentales compilées par la DGFa et comprennent divers inventaires de poissons réalisés en Montérégie au cours des années 1930 à 2019. Les résultats de 1 228 stations de pêche ont été retenus, provenant des PCE de la région (une station de pêche étant le résultat d'un effort de pêche à un lieu donné en un moment donné avec un engin donné). Afin d'analyser l'évolution temporelle de la biodiversité aquatique, les données de pêches ont été comparées avant et après 1990 (1930 à 1989 vs 1990 à 2019). Elles l'ont été de cette façon afin de répartir les échantillons de la manière la plus égale possible dans le temps et dans l'espace.

Il n'y a pas de définition claire précisant ce qu'est un « petit cours d'eau » (PCE). Par exemple, l'Ohio EPA (2012) considère les cours d'eau ayant une aire de drainage de moins de 260 ha (2,6 km² ou 1 mi²) comme étant des « Primary Headwater Streams ». D'autres ouvrages réfèrent à la notion de PCE pour les bassins ayant une aire de drainage inférieure à 130 km² (50 mi²) (Davis et collab., 1996), ou encore de moins de 78 km² (30 mi²) (MPCA, 2014). Ces définitions sont conséquentes avec la majorité des cas considérés dans cette étude, qui comprend essentiellement des cours d'eau d'ordre de Strahler ≤ 3, dont la superficie de drainage moyenne est de 24 km² (médiane de 10 km², allant de 0,28 km² à 250 km²), avec

plus de 98 % de cours d'eau inférieurs à 130 km². L'aire drainée des sous-bassins de chacun des PCE a été extraite du Cadre de référence hydrologique du Québec (CRHQ), tandis que l'ordre de Strahler a été déterminé par l'analyse spécifique de la position du cours d'eau dans le bassin-versant.

Les analyses ont été réalisées avec le statut de précarité des espèces en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* du Québec (R.L.R.Q., chapitre E-12.01). Une modification des statuts est entrée en vigueur le 6 juillet 2023 (Décret 949-2023). De la liste des espèces de poissons répertoriées dans le présent exercice, 2 ont vu leur statut passer de susceptible à vulnérable. Il s'agissait du chat-fou des rapides (*Noturus flavus*) et du brochet vermiculé (*Esox americanus vermiculatus*). Comme les analyses ont été réalisées avant cette date, les résultats présentés ici ne tiennent pas compte de ce changement.

Les cartes qui suivent sont présentées selon un découpage par municipalités régionales de comté (MRC), car c'est ainsi que les données d'usage sont compilées par le gouvernement, et parce que les interventions en cours d'eau sont essentiellement réalisées par les MRC. À noter que depuis le 28 juillet 2021, les MRC de Brome-Missisquoi et de la Haute-Yamaska sont passées de la région de la Montérégie à celle de l'Estrie (cf. décret 961-2021 dans la *Gazette officielle du Québec* n° 30 de 2021). Toutefois, l'ancienne délimitation territoriale est ici utilisée, car elle est représentative de la période couverte par les données de pêche. La figure 2 montre la proportion des MRC qui est occupée par les activités agricoles et le couvert boisé. Ces types d'occupation sont les plus dominants dans la région et sont reconnus comme ayant une forte incidence sur l'état des communautés biologiques (Petsch et collab., 2021 ; Stewart et collab., 2001).

Traitement des différentes méthodes de pêche

La banque de données de la DGFa recensait plusieurs engins de pêche pour lesquels il a fallu rapporter les efforts de pêche sur un dénominateur comparable. Jusque vers les années 2000, on recourait généralement aux engins de type seine pour échantillonner dans les PCE. Depuis, c'est la pêche électrique qui est la plus fréquemment utilisée. Ainsi, les méthodes de pêche ont été regroupées en catégories distinctes en fonction du type d'engin et de la similarité statistique des tailles de captures par unité d'effort (CPUE). Le tout a donné lieu à 5 groupes, soit : pêche électrique, verveux, filet, seine et seine de rivage. Les distributions tripartites individuelles pour chaque variable biologique ont été calculées au sein de chaque groupe afin que seuls les engins de pêche semblables soient comparés les uns aux autres. Mais pour certaines stations de pêche, l'effort n'était pas précisé. Ainsi, c'est environ 13 % des données brutes qui n'ont pu être utilisées dans le cadre de cette étude (donc les données restantes constituent les 1 228 échantillons). En outre, une exception a été appliquée aux pêches à la seine et à la seine de rivage, qui étaient considérées comme des captures instantanées. Puisque la base de données ne fournissait pas systématiquement les précisions quant à la surface nette échantillonnée, la taille de leur échantillon a été basée sur la capture instantanée moyenne.

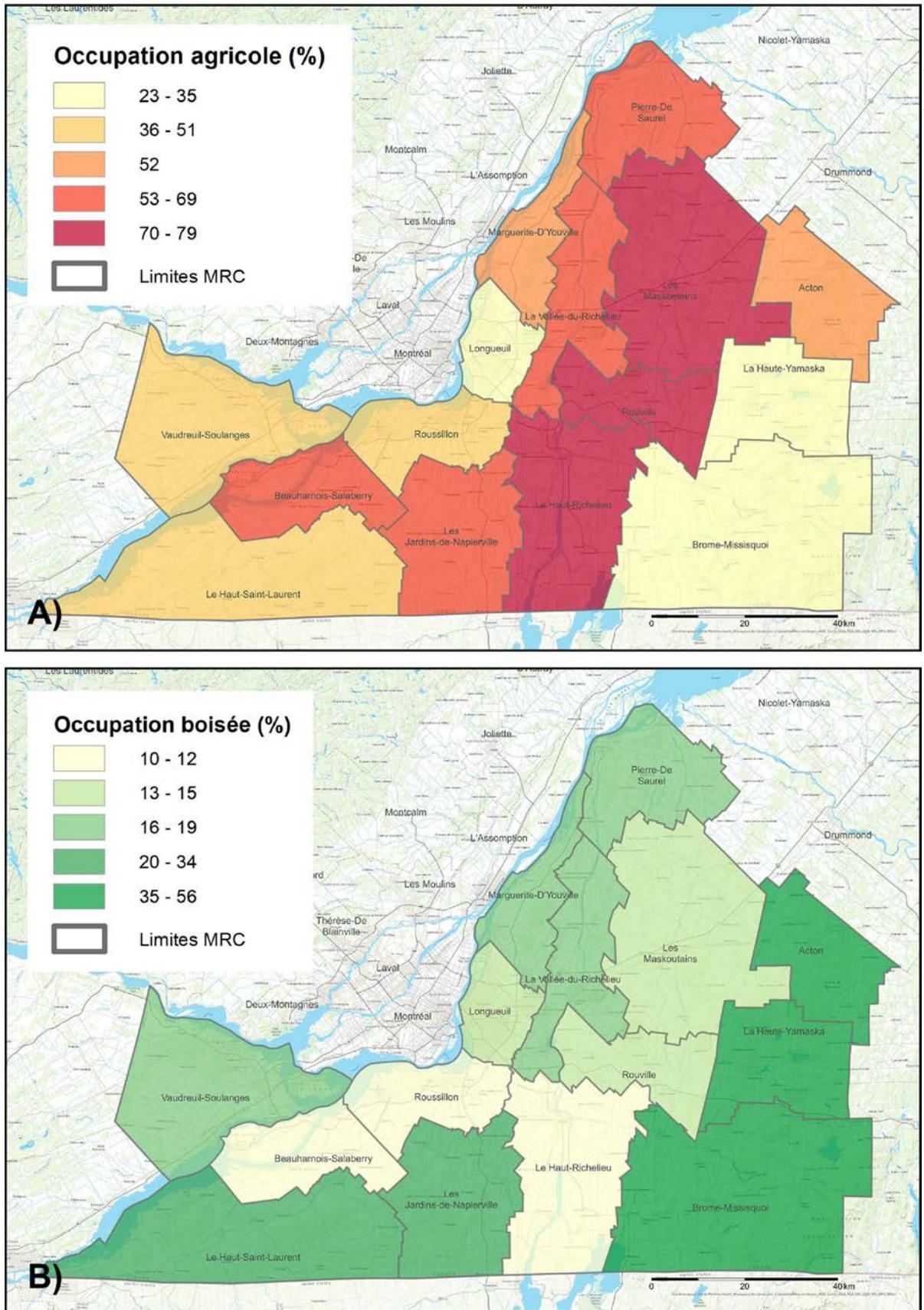


Figure 2. Proportion de l'occupation A) agricole et B) boisée dans les différentes municipalités régionales de comté (MRC) de la Montérégie.

Indice d'intégrité biotique (IIB)

Il y a diverses façons d'évaluer la diversité et l'état des communautés biotiques. Par exemple, Morris et collab. (2014) estiment que les communautés biologiques peuvent être évaluées en examinant leur biodiversité relative, soit par la mesure de la diversité intraspécifique et interspécifique dans une zone donnée. En outre, divers indices multivariés ont été mis au point, dont l'indice d'intégrité biotique (IIB) de Karr et collab. (1986), élaboré pour le contexte de l'Ohio, et composé de 12 variables. Le recours à une telle approche doit toutefois se faire en adaptant le choix des variables en fonction des communautés locales et des milieux à l'étude. Plusieurs variables utilisées par Karr et collab. (1986) et plusieurs autres auteurs ayant subséquemment adapté un IIB ne s'appliquent pas aux PCE ou TPCE du Québec (Gravel, 2021). Par exemple, la proportion de dards est une variable utilisée par Karr et collab. (1986), mais au Québec, la famille des dards est beaucoup moins diversifiée, et ceux-ci sont rarement trouvés dans les TCPE de la Montérégie. Ensuite, certaines variables qui auraient pu être appropriées n'étaient pas compilées dans la banque de données (p. ex. : proportion d'individus avec des anomalies externes) ou n'ont pu être clarifiées par la littérature portant sur les espèces recensées dans les données de pêches à l'étude. Après avoir examiné les calculs d'IIB appliqués au Québec (Richard et Giroux, 2004; Saint-Jacques et Richard, 2002; Théberge et Côté, 2008), et en tenant compte des spécificités de la région et des variables disponibles, seulement 5 variables ont été retenues, soit : la diversité relative (indice de Shannon-Wiener; Spellerberg, 2008), les proportions d'espèces insectivores benthiques, omnivores et tolérantes à la pollution, ainsi que les CPUE (tableau 1). Pour compléter l'analyse des IIB, les espèces à statut précaire (selon la réglementation provinciale), les espèces non exotiques et les espèces d'intérêt sportif ont aussi été examinées.

Une fois que chaque variable a été calculée pour chaque station de pêche, elle a été divisée selon une distribution tripartite en utilisant la méthode du 95^e percentile (Barbour et collab., 1999) pour attribuer des limites d'unité IIB afin de pouvoir distinguer si la variable pour cette communauté de poissons était faible (1), moyenne (3) ou excellente (5) (tableau 1). Selon le critère de notation dans lequel la variable s'inscrit, chaque variable est ensuite additionnée pour donner la valeur IIB finale. Conformément à Richard et Giroux (2004), les unités IIB ont été

doublées dans cette étude afin de permettre une comparaison avec les valeurs IIB obtenues avec les 12 variables de l'IIB original de Karr et collab. (1986) (tableau 2).

Tableau 2. Valeur de l'indice d'intégrité biotique (IIB), après avoir additionné chaque variable et multiplié sa valeur par 2, et classe de qualité correspondante.

Valeur de l'IIB	Classe de qualité
46-50	Très bonne
38-42	Bonne
30-34	Moyenne
22-26	Mauvaise
10-18	Très mauvaise

Résultats

Indice d'intégrité biotique (IIB)

Parmi les 1 228 stations de pêche répertoriées en Montérégie dans les PCE, 85 espèces de poissons ont été relevées, et ceci, sans compter les échantillons où l'identification s'est arrêtée au genre (annexe). Les valeurs d'IIB révèlent une qualité généralement mauvaise ou moyenne en Montérégie, même si l'étendue des valeurs couvre l'entièreté du spectre d'IIB (min. 10, max. 50) (figure 3). La répartition géographique des valeurs moyennes d'IIB par MRC suggère des communautés de poissons de meilleure qualité en amont des bassins-versants (dans le sud de la Montérégie) comparativement à l'aval (dans le nord de la Montérégie) (figure 4).

Une relation significative entre la qualité des communautés de poissons et l'occupation du sol à l'échelle des sous-bassins-versants a été observée dans nos données. Le pourcentage de superficie occupée par les activités agricoles affecte négativement la qualité des communautés de poissons ($R^2 = 0,76$), tandis que la proportion du couvert boisé affecte positivement leur santé ($R^2 = 0,78$). Toutefois, à une échelle régionale, soit par MRC (figure 2), l'occupation forestière montre un effet plus important sur l'état de santé moyen des communautés de poissons que l'occupation agricole, quoique cet effet est moins statistiquement fort que lorsque comparé à l'échelle du sous-bassin-versant ($R^2 = 0,22$). L'occupation agricole a pour sa part un effet régional négligeable sur l'état de santé moyen des communautés de poissons à l'échelle de la MRC ($R^2 \approx 0$).

Tableau 1. Les paramètres de l'indice d'intégrité biotique (IIB) et leur division en 3 catégories : faible (1), moyenne (3) et excellente (5), selon une distribution tripartite (adapté de Karr, 1991).

Catégorie	Variable	Cote IIB		
		Excellente (5)	Moyenne (3)	Faible (1)
Richesse et composition des espèces	1. Indice Shannon-Wiener	> 1,41	> 0,87-1,41	< 0,87
	2. Abondance relative des espèces tolérantes	< 43 %	43 %-82 %	> 82 %
Organisation trophique	3. Abondance relative des omnivores	< 36 %	> 36 %-71 %	> 71 %
	4. Abondance relative des insectivores benthiques	> 47 %	> 15 %-< 47 %	< 15 %
Abondance des poissons	5. Captures par unité d'effort (captures/seconde)	> 0,13-< 137	> 0-0,13 ou > 137-< 505	0 ou > 505

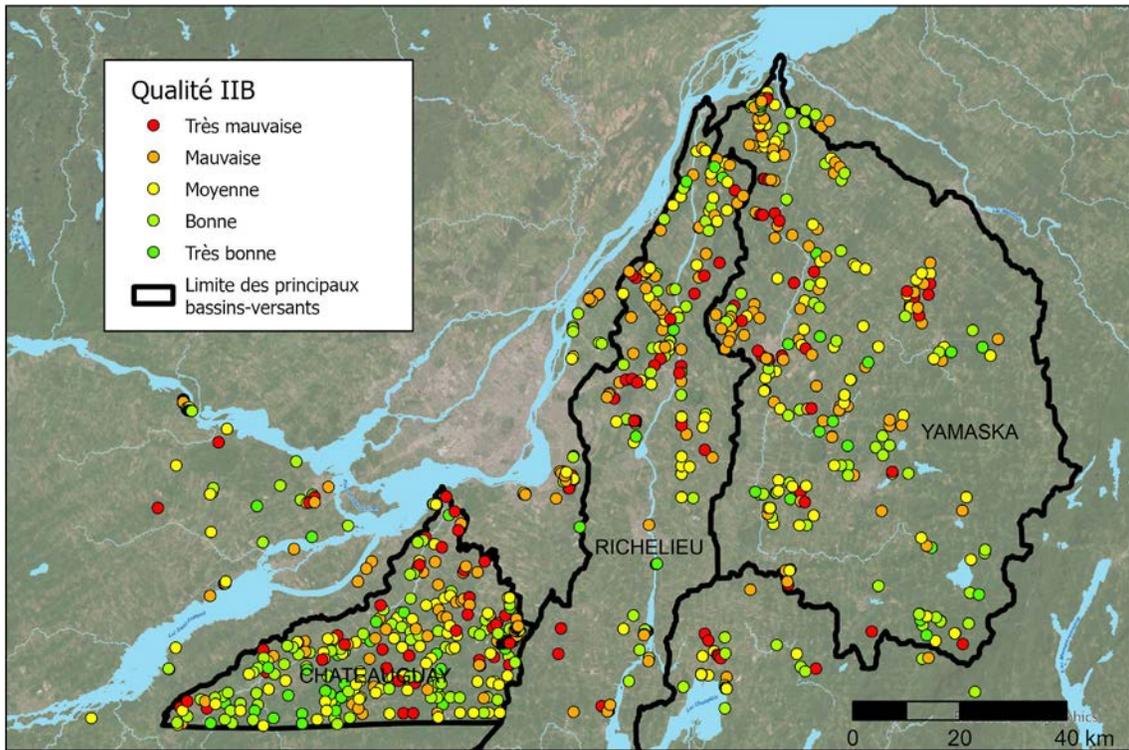


Figure 3. Qualité des communautés de poissons des petits cours d'eau de la Montérégie telle que mesurée par l'indice d'intégrité biotique (IIB).

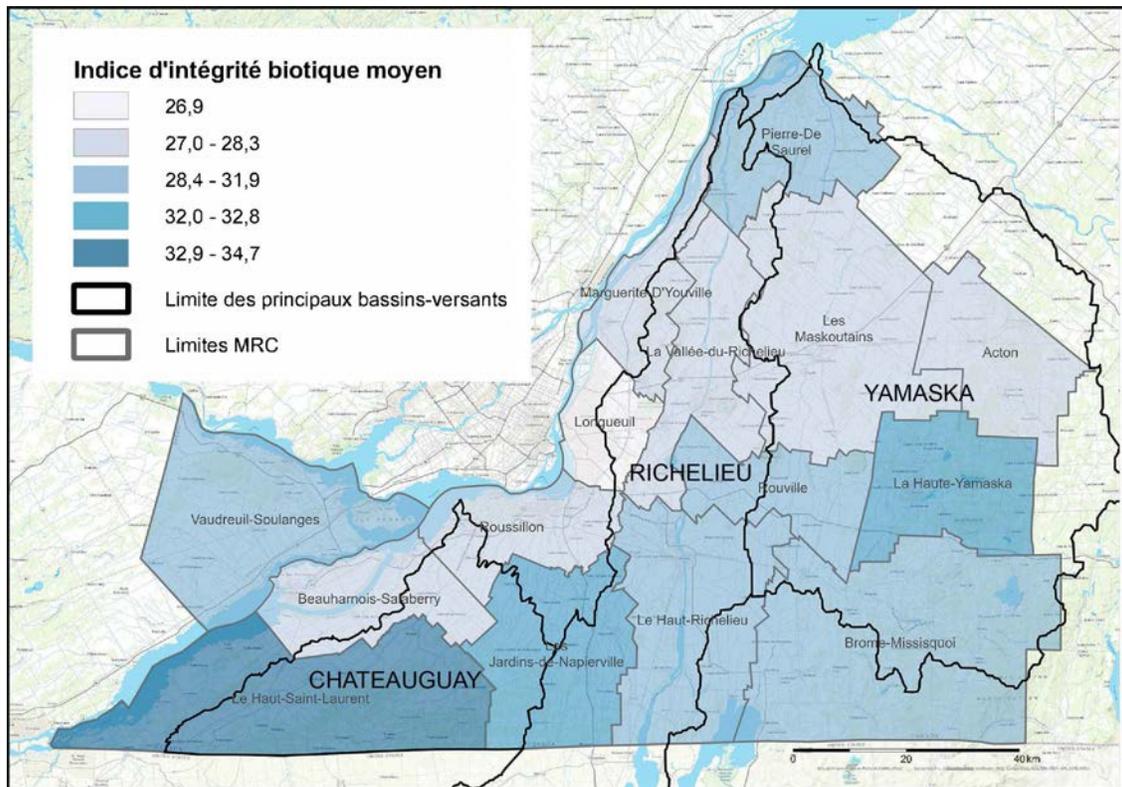


Figure 4. Valeurs moyennes globales de l'indice d'intégrité biotique (IIB) des petits cours d'eau dans chaque municipalité régionale de comté (MRC, identifiées en lettres minuscules) et limites des 3 principaux bassins-versants de la Montérégie (Châteauguay, Richelieu, Yamaska, identifiés en lettres majuscules).

Afin d'analyser l'évolution temporelle de la biodiversité aquatique, les données sur les poissons dans les PCE ont été comparées avant et après 1990 (1930 à 1989 versus 1990 à 2019) à l'échelle des MRC. Les données ont été séparées ainsi afin de répartir les échantillons de la manière la plus égale possible dans le temps et dans l'espace. Ainsi, le nombre d'échantillons obtenus est de 453 avant 1990 et de 525 après 1990. En outre, la couverture spatiale est relativement homogène dans l'espace pour ces 2 périodes. Par exemple, les données des années 1930 n'ont été prélevées que dans le sud-est de la Montérégie. En revanche, si nous prenons toutes les données antérieures à 1990, nous obtenons une meilleure répartition géographique. Avant 1990, 70 espèces différentes de poissons avaient été capturées, et après 1990, il y en avait 75, avec 60 espèces en commun pour les 2 périodes. Avant 1990, l'IIB était généralement de qualité moyenne, avec toutefois une mauvaise qualité dans les MRC de Marguerite-D'Youville et d'Acton (figure 5A). Après 1990, les régions du centre de la Montérégie, telles que les MRC de La Vallée-du-Richelieu et des Maskoutains, ont vu leur situation se détériorer et sont devenues les zones avec des IIB les plus bas. À l'inverse, quelques MRC, comme celle du Haut-Saint-Laurent, montrent une amélioration et ont des communautés de poissons de qualité supérieure au reste de la région avec des valeurs élevées d'IIB (figure 5B). Globalement, on constate donc une détérioration dans le temps des IIB des MRC situées au centre de la Montérégie, tandis que ceux en périphérie de la Montérégie se sont, de façon générale, améliorés (figure 5C).

Espèces d'intérêt en Montérégie

Espèces en situation précaire

Un total de 5 espèces à statut précaire a été recensé dans les pêches en PCE de la base de données de la DGFA. Il s'agissait notamment de 2 espèces de poissons du Québec au statut menacé : le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) et la lamproie du Nord (*Ichthyomyzon fossor*). Les autres sont les 3 espèces vulnérables suivantes : le méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*), le chevalier de rivière (*Moxostoma carinatum*) et le fouille-roche gris (*Percina copelandi*). La figure 6 montre que les occurrences sont peu répandues, et que celles-ci sont surtout trouvées à proximité des zones humides alluviales connectées aux grands systèmes hydriques. Ces zones humides alluviales comprennent les habitats fluviaux (îles, berges) ainsi que les annexes fluviales comme les marais tourbeux, les bras morts et les prairies inondables. C'est en partie à cause des efforts de pêche plus concentrés dans ces secteurs, et aux méthodes de pêche associées (soit généralement la seine de rivage, qui mène à la capture de grande quantité de juvéniles), mais pas uniquement. En effet, ceci témoigne de la grande richesse des PCE, qui offrent un habitat propice aux besoins essentiels de plusieurs espèces en situation précaire (se reproduire, se nourrir, se réfugier).

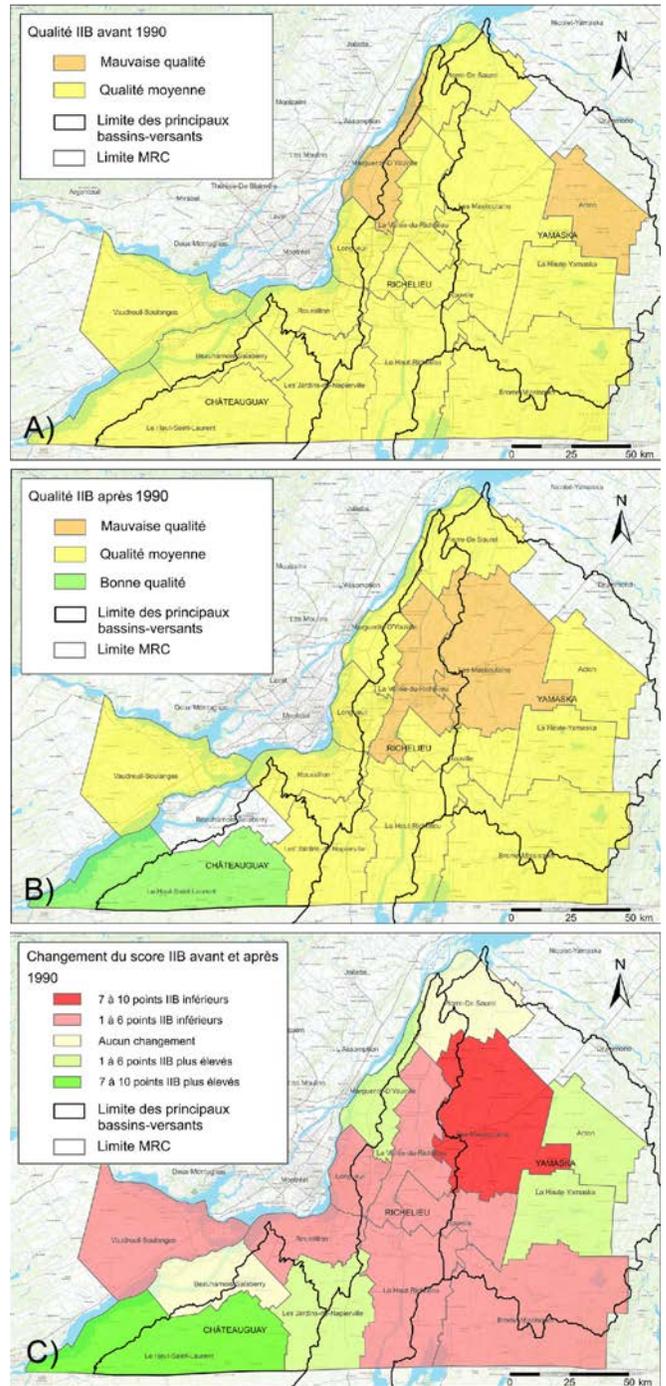


Figure 5. Qualité des communautés de poissons des petits cours d'eau en Montérégie, sur la base de la valeur de l'indice d'intégrité biotique (IIB) avant et B) après 1990, et C) variation de l'unité d'IIB dans chaque municipalité régionale de comté (MRC) entre ces 2 périodes. Note : aucune données n'étaient disponibles pour la MRC de Beauharnois-Salaberry après 1990.

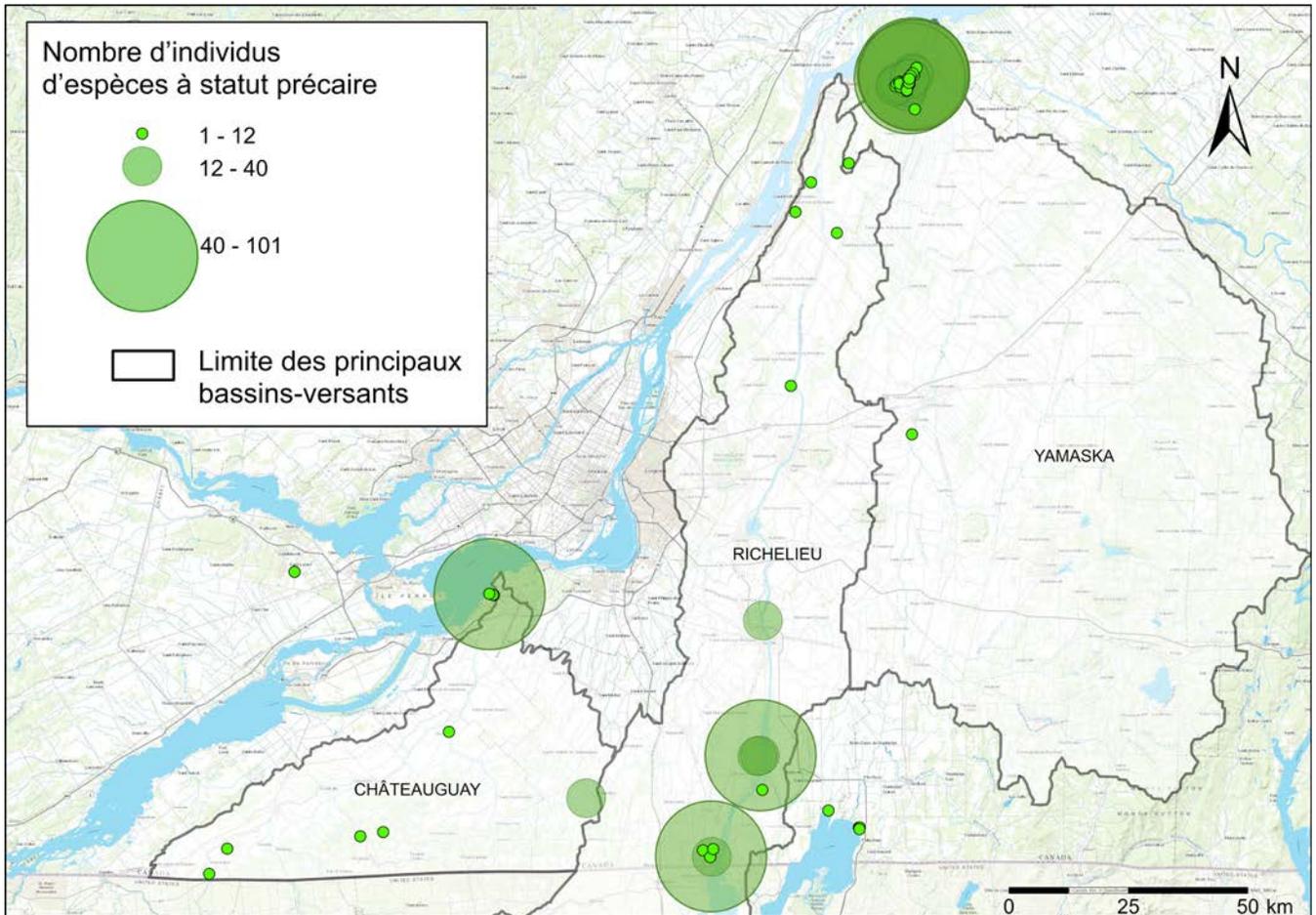


Figure 6. Carte montrant le nombre d'individus (captures brutes) de poissons d'espèces à statut précaire en vertu de la *Loi sur les espèces menacées et vulnérables* du Québec capturées par événement de pêche dans les petits cours d'eau en Montérégie.

Espèces exotiques

Les statuts d'exotisme ne font pas consensus dans la littérature scientifique. Pour les besoins de cette recherche portant sur les PCE en Montérégie, les 6 espèces suivantes ont été considérées comme exotiques : la tanche (*Tinca tinca*), le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*), le crapet vert (*Lepomis cyanellus*), la carpe commune (*Cyprinus carpio*), l'aloise à gésier (*Dorosoma cepedianum*) et la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*). Plusieurs de celles-ci sont également considérées comme des espèces exotiques envahissantes. Selon les données de pêche dans les PCE, ces espèces semblaient plus répandues dans le nord de la Montérégie (parties situées plus en aval des bassins de la rivière Yamaska et Richelieu) que dans le sud (à l'amont dans ces 2 bassins). Leur concentration s'explique probablement par la porte d'entrée par laquelle elles sont arrivées respectivement au Québec ; par exemple, par la navigation dans le Saint-Laurent pour le gobie à taches noires, tandis que la tanche est associée à un relâchement illégal dans la rivière Richelieu, suivi d'une expansion secondaire dans ladite rivière et le fleuve (figure 7). La zone avec la plus grande abondance d'espèces exotiques se trouve à l'aval de la rivière Pot au Beurre qui a une configuration particulière. En effet,

son embouchure traverse, sur près de 10 km, une zone humide alluviale qui fait littéralement partie du littoral du fleuve, connue sous le nom de baie Lavallière. La zone est inondée au printemps par les eaux du fleuve Saint-Laurent (MRC de Pierre-De Saurel). Les zones humides alluviales sont des habitats riches, propices à une haute biodiversité (points chauds ou « hotspots »). Les espèces exotiques représentent une pression supplémentaire sur ces milieux riches, avec un possible effet sur de nombreuses espèces d'intérêt (à statut précaire ou d'intérêt sportif).

Espèces d'intérêt sportif

Les inventaires faits par le Ministère confirment la présence de 22 espèces d'intérêt sportif dans les PCE de la Montérégie. Celles-ci sont bien réparties et abondantes dans toute la région et se trouvent en grand nombre dans les PCE en milieu agricole. Deux points chauds importants pour les espèces d'intérêt sportif par rapport au reste de la région se trouvent à l'aval de la rivière Pot au Beurre (secteur baie Lavallière), dans la MRC de Pierre-De Saurel, ainsi que dans le secteur du ruisseau Charrette et de la baie Brazeau, dans la MRC de Vaudreuil-Soulanges, près de la frontière entre le Québec et l'Ontario. Encore une fois, ces 2 points chauds sont

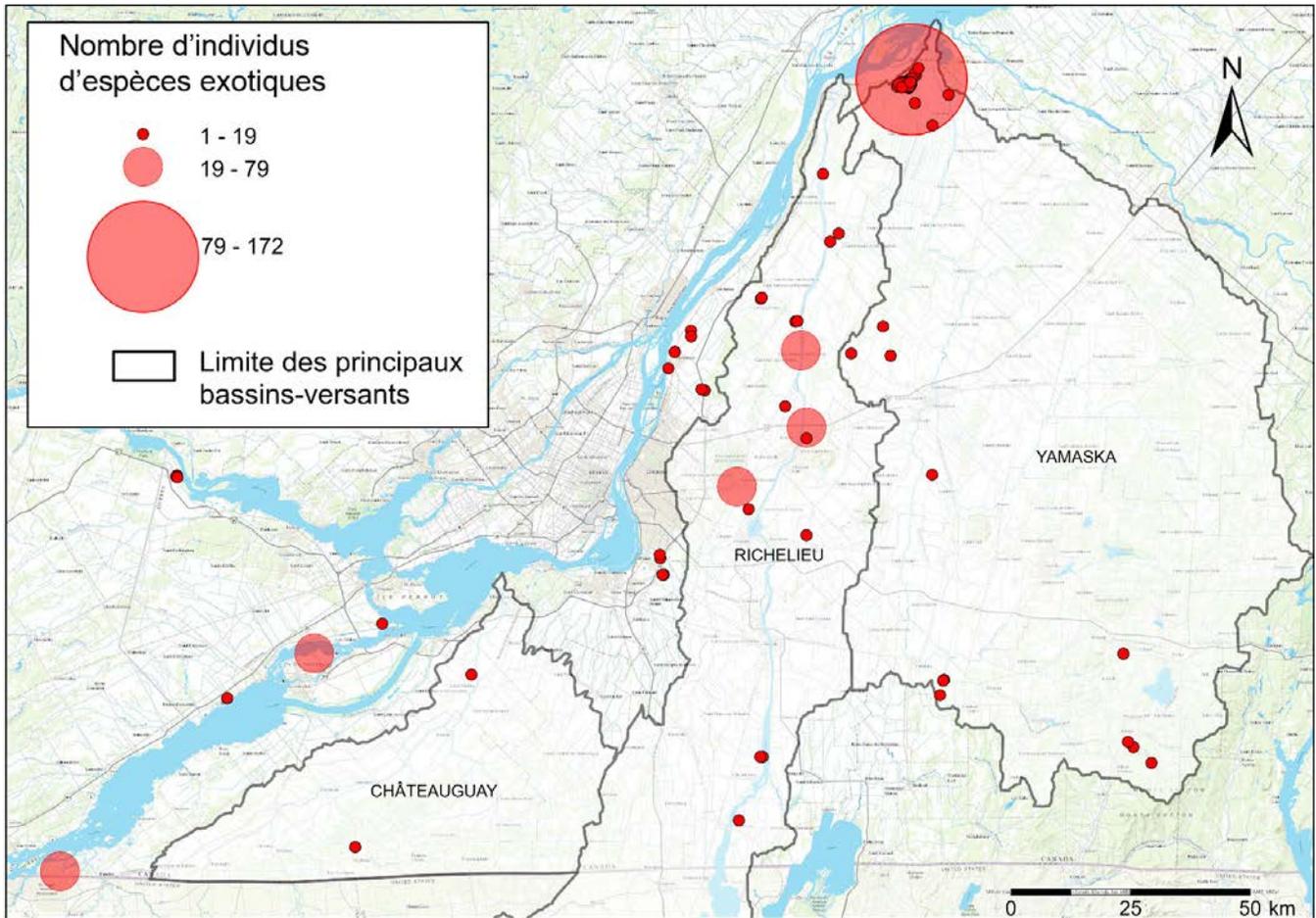


Figure 7. Carte montrant le nombre d'individus (captures brutes) de poissons d'espèces exotiques capturées par événement de pêche dans les petits cours d'eau en Montérégie.

des zones humides alluviales connectées aux grands systèmes hydriques, en l'occurrence ici du fleuve Saint-Laurent et de la rivière des Outaouais (figure 8). La fréquence de la présence d'individus d'intérêt sportif aux stations de pêche réalisée en PCE suggère que ceux-ci sont très importants pour le maintien des populations prisées pour la pêche récréative.

L'analyse montre que, même si ces zones sont sujettes aux pressions comme la présence d'espèces compétitrices exotiques ou envahissantes, les zones humides alluviales connectées aux grands affluents sont particulièrement riches en tous types d'espèces, dont celles à statut précaire et d'intérêt sportif.

Discussion

Santé des communautés de poissons dans les PCE dans l'espace et le temps

Le présent exercice montre que l'IIB permet d'évaluer l'état écologique global des PCE de la Montérégie. La qualité de l'IIB a varié généralement de moyenne à mauvaise, et l'étendue des valeurs calculées a couvert l'entièreté du spectre d'IIB (min. 10, max. 50) suggérant ainsi que l'IIB est suffisamment sensible pour refléter un gradient de dégradation.

Les valeurs d'IIB sont apparues conséquentes avec l'occupation des sols, sauf pour les MRC d'Acton et de Brome-Missisquoi, où le couvert boisé était de la catégorie la plus élevée (35 à 56 %; figure 2B), mais où les IIB moyens par MRC étaient de qualité moyenne (valeur de 26,9 à 31,9; figure 4). Le fait que les IIB aient montré une plus forte corrélation avec le pourcentage d'occupation forestière qu'avec celui de l'occupation agricole suggère que ce n'est pas tant l'agriculture dans un bassin-versant qui exerce la plus grande pression, mais plutôt qu'il y a un seuil de couvert forestier à conserver pour maintenir la qualité de l'IIB. C'est d'ailleurs en phase avec une méta-analyse menée par Environnement Canada (2013) pour orienter les efforts de conservation et de restauration qui recommande de conserver au moins 30 à 50 % du bassin-versant en superficie boisée. Et pour une efficacité optimale, l'étude prône une répartition du couvert répondant aux critères suivants : un massif forestier de 2 km² minimum par bassin-versant, au moins 30 m de bande riveraine naturelle sur chaque rive des cours d'eau, et que la végétation demeure naturelle sur 75 % de la longueur des cours d'eau. De plus, afin de procurer un effet tangible sur le cours d'eau, Bentrup (2008) indique que la bande riveraine doit fournir une canopée haute,

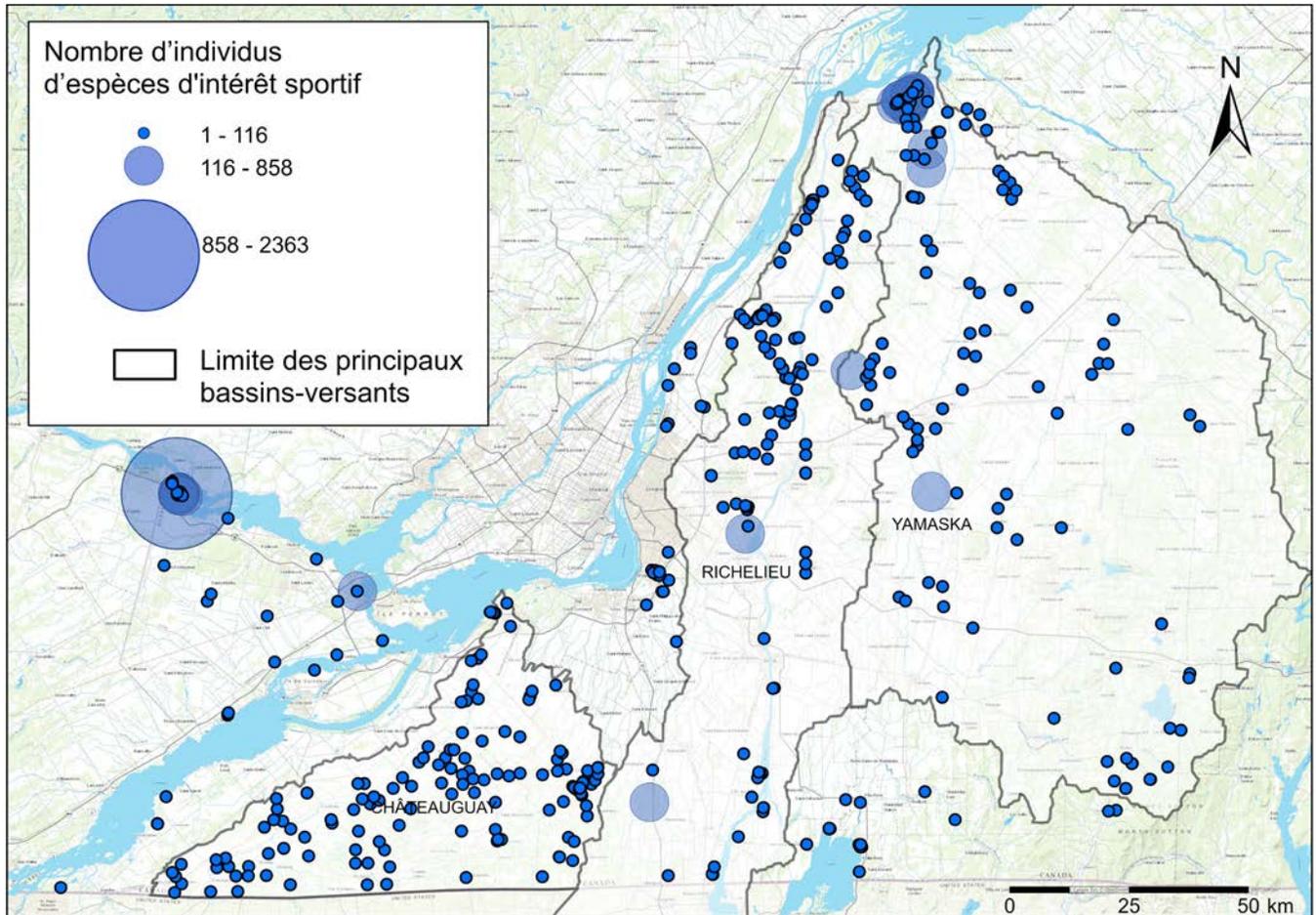


Figure 8. Carte montrant la concentration du nombre d'individus (captures brutes) de poissons d'espèces d'intérêt sportif capturés par événement de pêche dans les pêches expérimentales réalisées dans les petits cours d'eau de la Montérégie.

dense et diversifiée, offrant un couvert ombragé de 60 %. Ces critères pourraient être pertinents pour guider les actions de restauration visant les milieux aquatiques dans le paysage agricole. À l'heure actuelle, le paysage montréalais ne répond pas à ces critères, et les indicateurs de qualité le reflètent bien.

Richard et Giroux (2004) avaient aussi noté que les cours d'eau en milieu agricole avec des sections boisées montraient une différence importante dans la composition et la santé des communautés de poissons. D'ailleurs, plusieurs études avancent que l'occupation du sol par l'agriculture n'est pas à elle seule un prédicteur fiable de la structure des communautés de poissons, car de nombreux cours d'eau en milieu agricole maintiennent une diversité de poissons comparable à celle des cours d'eau en contexte plus naturel (Tóth et collab., 2019; Wang et collab., 1997). Ainsi, il demeure des questions à clarifier par rapport aux facteurs affectant l'état des communautés de poissons. Outre l'occupation du sol dans le bassin-versant, une autre cause qui pourrait influencer sur l'état des communautés de poissons serait plus spécifiquement la qualité physique des cours d'eau, ou leur naturalité (y compris l'intégrité de la ripisylve). Or, la naturalité de plus de 30 000 km de cours d'eau a été dégradée par les travaux de chenalisation à des fins de

drainage agricole (linéarisés, approfondis, élargis et dépourvus de végétation ligneuse en berge). L'information n'était toutefois pas disponible pour examiner la corrélation potentielle entre ces interventions et les IIB calculés.

L'analyse montre également l'effet de l'occupation du sol sur l'évolution temporelle et la répartition spatiale des communautés de poissons dans les PCE de la Montérégie. Quant à l'évolution temporelle des IIB, plusieurs hypothèses pourraient expliquer leur variation. Entre autres facteurs, rappelons que dans les années 1980 et 1990, d'importants efforts d'assainissement des eaux ont été réalisés au Québec, essentiellement du côté des eaux usées municipales, domestiques et industrielles. Cette intervention a amélioré la qualité de l'eau et donc réduit la pression anthropique sur les communautés de poissons, ce qui peut expliquer en partie les améliorations d'IIB notées. De plus, la période après 1990 est influencée par la transition des méthodes de pêche (moins de seine et plus de pêche électrique à gué), qui a pu influencer sur le portrait récolté, de même que par l'arrivée de certaines espèces exotiques. D'autres facteurs peuvent également avoir affecté les résultats, tels que les secteurs inventoriés et les objectifs des inventaires qui ont tous deux varié au fil du temps. Par exemple, vers le tournant de 2010, il y a eu

une augmentation des efforts d'inventaire ciblant les espèces à statut précaire. De plus, d'autres changements au cours du temps sont survenus, notamment un nombre élevé de cours d'eau ont été chenalisés ou curés des années 1960 aux années 1980 (Beaulieu, 2001), causant une dégradation de la qualité de l'habitat physique des cours d'eau, et pouvant avoir affecté à la baisse les IIB dans la période avant 1990. Les années 1990 ont aussi marqué un sommet en matière de modernisation agricole, un chantier qui aura notamment amené à une intensification des pratiques par la mécanisation et l'utilisation croissante d'intrants (Ruiz, 2019). Bien que la présente étude n'ait pas poussé l'analyse pour distinguer les différents types d'activités agricoles, sur le plan des productions végétales, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec rapporte que le maïs et le soya dominent le paysage agricole montréalais (MAPAQ, 2014). On peut supposer que ces cultures ont un effet plus négatif sur l'IIB que l'agriculture pérenne. Ainsi, après 1990, la pression de dégradation causée par les eaux usées et les chenalisations a été réduite. En contrepartie, la dégradation de la qualité de l'eau causée par les activités agricoles s'est accentuée. Tous ces changements ont influencé les différents secteurs de la région de façon inégale, et expliquent probablement en grande partie tantôt l'amélioration, tantôt la dégradation de l'IIB. Toutefois, faute de plus de données, il demeure ardu de distinguer indépendamment l'effet de la qualité de l'eau, de l'occupation du sol ou de la qualité physique des PCE sur les communautés de poissons.

Santé des communautés de poissons à l'échelle des grands bassins-versants

Cette étude s'est concentrée sur les PCE, mais il est intéressant d'examiner les analyses existantes pour les résultats à l'échelle des grands bassins-versants, soit essentiellement ceux des rivières Châteauguay, Richelieu, Yamaska et du fleuve Saint-Laurent. Ces rivières sont des lieux prisés pour la pêche et sont sujettes à des apports cumulatifs en polluants. Nos analyses sur les PCE concordent assez bien avec les évaluations antérieures des communautés de poissons dans les grands bassins-versants.

Dans la rivière Châteauguay, une campagne d'échantillonnage menée en 1993 et intégrant l'analyse des poissons et des invertébrés benthiques indiquait une intégrité de l'écosystème bonne ou excellente dans la partie québécoise en amont du bassin-versant, principalement dans la MRC du Haut-Saint-Laurent, tandis que la qualité des communautés de poissons était nettement inférieure vers l'aval de la rivière Châteauguay (Simoneau, 2007). La diminution de l'intégrité écologique était alors attribuée aux ruissellements agricole et industriel provenant des rivières des Fèves, des Anglais et de l'Esturgeon. En revanche, la partie supérieure demeurait plutôt saine grâce à l'apport d'eau relativement propre de la rivière Trout en raison des efforts conjoints des municipalités environnantes pour traiter leurs eaux usées (Simoneau, 2007). Il y a donc eu une amélioration de l'IIB en amont, et une dégradation en aval, pour lesquelles on ne dispose que de données de causalité par rapport à la qualité de l'eau.

Pour la rivière Richelieu, dans les secteurs en aval (MRC de La Vallée-du-Richelieu), les données recueillies autour de 1995 indiquaient que la dégradation des communautés de poissons était aiguë (Saint-Jacques, 1998). Ce qui pourrait s'expliquer en partie par le fait que les eaux usées n'étaient toujours pas traitées au moment de la collecte des données. Il est à noter qu'il y a encore régulièrement des surverses et autres « incidents ponctuels » de déversements de contaminants dans les PCE du Québec.

Enfin, selon les données disponibles pour le troisième plus important bassin hydrographique de la Montérégie, la rivière Yamaska, sur 155 km de longueur étudiée, l'intégrité biotique était considérée comme principalement moyenne (79 km, 51 %) et faible (33 km, 21 %) avec seulement 2 % de la longueur étudiée considérée comme excellente (La Violette, 1999). Sans surprise, les communautés de poissons en aval de la rivière Yamaska (située près de l'embouchure) montrent les plus faibles IIB, sans doute en raison des apports ponctuels des effluents (La Violette, 1999), mais aussi probablement à cause de l'occupation importante du bassin-versant par les activités agricoles (52 %).

Importance des PCE

On recense au Québec 118 espèces de poissons d'eau douce (Mingelbier et collab., 2016). Il est remarquable de constater que 85 de ces 118 espèces sont répertoriées dans les PCE de la Montérégie. À titre indicatif, selon les pêches réalisées dans le fleuve Saint-Laurent de 1995 à 2019 dans le cadre du Réseau de suivi ichtyologique (un grand programme d'inventaire ichtyologique mené par le MELCCFP), on a recensé 79 espèces, tout engin de pêche confondu (seine, filet et chalut), entre Montréal et Batiscan (Marc Mingelbier, communication personnelle). Parmi les espèces recensées dans les PCE, il y a plusieurs espèces d'intérêt sportif ainsi que des espèces à statut précaire. D'ailleurs, le compte de ces dernières aurait été encore plus grand si l'on avait considéré : le changement récent de statut pour 2 espèces qui sont maintenant reconnues comme vulnérables (le brochet vermiculé et le chat-fou des rapides), les espèces sur la *Liste des espèces floristiques et fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables* (R.L.R.Q., chapitre E-12.01, r. 5), ou encore, les statuts de protection fédéraux. Les analyses font ressortir le rôle des PCE pour les espèces d'intérêt sportif ou à statut précaire, et témoignent de la grande richesse des PCE de ce territoire sous forte pression anthropique, qui demeurent un réservoir de biodiversité.

Un autre constat qui ressort de cette étude est l'importance des zones humides alluviales en bordure des grands systèmes hydrographiques. En effet, les zones humides alluviales sont reconnues pour avoir une biodiversité élevée de poissons qui comprend souvent des espèces rares ou en voie de disparition en raison de leur lien avec les grands réseaux fluviaux qui servent de voies migratoires (Junk et collab., 2006). Ceci est d'ailleurs en adéquation avec Environnement Canada (2013), qui indique que les zones humides en bordure des grands systèmes hydrographiques sont des composantes

cruciales de l'habitat des poissons. Ces milieux assurent une contribution très importante à la biodiversité et à la productivité ichtyologiques qui soutiennent notamment les activités de pêche. Les résultats présentés ici concordent avec ces constats. Toutefois, ces milieux sont également vulnérables à l'invasion d'espèces exotiques en raison de leur grande diversité d'habitats et de leur régime de perturbations naturelles (Junk et collab., 2006). Le tout suggère qu'afin de promouvoir la prévalence des espèces indigènes et de limiter la propagation des espèces envahissantes, il est important de préserver l'intégrité des zones humides alluviales associées aux PCE.

Limites de l'étude

Une des limites de l'étude vient du fait que la base de données de la DGFA regroupe des échantillonnages visant divers objectifs expérimentaux, ce qui influe sur la robustesse du portrait obtenu. En effet, tout inventaire comprend des biais d'échantillonnage rattachés aux objectifs des suivis, par exemple : le manque de précision quant à l'effort de pêche qui empêche le calcul de la CPUE, le choix de l'engin qui peut omettre la capture de certains groupes de poissons pourtant présents, le biais saisonnier (l'essentiel des pêches s'est fait en étiage, soit en août et en septembre, période qui ne reflète pas la variabilité saisonnière des communautés). À ce jour, le Québec s'est doté de plusieurs outils pour évaluer l'intégrité de l'écosystème aquatique, mais ceux-ci sont essentiellement basés sur des paramètres physico-chimiques, bactériologiques ou sur de petits organismes (insectes benthiques, diatomées). En outre, peu d'efforts sont investis pour évaluer l'état des PCE malgré l'importance de leur proportion dans le réseau hydrographique. Il n'y a pas de programme de suivis des communautés de poissons en PCE au Québec.

Une autre limite est l'étendue de la période des données. Le portrait pourrait ne plus refléter l'état actuel des communautés. Mais c'était un compromis à faire, compte tenu des inventaires disponibles. Pour être en mesure d'appliquer rigoureusement une approche d'évaluation de l'intégrité par le calcul d'IIB pour les PCE, il faudrait une meilleure connaissance des communautés de poissons, et donc une augmentation de la répartition spatiale et temporelle des inventaires. À titre indicatif, le Minnesota a mis en place une vaste base de données depuis les années 1990. Après 22 ans d'existence du programme, on recensait plus de 4500 sites d'études dans cet État (MPCA, 2014). Actuellement, plusieurs secteurs n'ont jamais été inventoriés ou ne sont couverts que par des données anciennes. En outre, très peu de données quant à la qualité physique de l'habitat ont été collectées. Il n'existe pas de méthode normalisée pour les inventaires et la caractérisation de l'habitat des PCE au Québec. Finalement, le choix des variables retenues pour le calcul de l'IIB a été limité par : la non-disponibilité dans la base de données de certaines variables classiquement utilisées (p. ex. : les anomalies externes), l'absence d'établissement d'un état de référence, et le manque de connaissances des paramètres biologiques appropriés pour l'IIB au Québec, ce qui est en soi une entreprise de grande envergure qui nécessiterait des

recherches supplémentaires. Par exemple, au Minnesota, une banque de plus de 250 variables existe et la sélection de celles-ci a pu être testée en se basant sur les centaines de sites inventoriés (MPCA, 2014). Tous ces facteurs influent sur la représentativité des données présentées ici, et montrent les limites des outils à notre disposition pour procéder à la gestion, à la protection et à la restauration de la ressource aquatique.

Perspectives du recours à un indice d'intégrité basé sur le poisson

L'IIB est largement utilisé aux États-Unis pour évaluer l'état du milieu aquatique, de même ailleurs dans le monde, comme en France, avec l'indice poisson-rivière (IPR). La conception d'un indice d'intégrité basé sur le poisson est un atout de gestion considérable. Selon Vadas et collab. (2022), de tels indices offrent un éventail de données plus riches pour évaluer les incidences des mesures de protection des écosystèmes aquatiques que les approches basées sur la qualité de l'eau. Il faut toutefois s'assurer de bien choisir les variables. Vadas et collab. (2022) listent 11 préoccupations principales pour s'assurer d'un indice robuste, dont l'importance d'établir des conditions de référence tenant compte notamment des différences régionales, et l'importance d'avoir des méthodes d'inventaire standardisées. Le développement d'une approche standardisée pour procéder à des inventaires ichtyologiques dans les PCE favoriserait une gestion éclairée de la ressource du point de vue de la préservation de la biodiversité ou de la productivité piscicole pour les activités de pêche.

Perspectives de restauration des PCE

Selon Wasson et collab. (1995), les travaux de chenalisation et de curage qui maintiennent les TPCE dans des formes simplifiées (trapèzes linéaires et profonds) ont réduit les biomasses de poissons de 80 % ou plus. Selon toute vraisemblance, les cours d'eau chenalisés de la plaine agricole ont donc une productivité biologique en deçà de leur capacité. Or, vu l'importante proportion du réseau hydrographique qu'ils représentent, les PCE ont une influence tangible sur les plus grandes masses d'eau situées en aval. Cette étude montre que plusieurs PCE de la Montérégie présentent des communautés ichtyologiques dégradées. Cela signifie plus largement que ces écosystèmes aquatiques ne sont pas en mesure d'assurer pleinement leur bon état écologique et, par conséquent, de fournir entièrement les services écosystémiques dont nous bénéficions généralement (p. ex. : fournir de l'eau de qualité et en quantité adéquates pour les besoins en eau potable ainsi que pour ceux de l'industrie, soutenir la productivité d'une ressource piscicole permettant la pêche sportive et commerciale, permettre des activités récréatives comme la baignade). Pour freiner ou même rétablir le bon état écologique des grandes masses d'eau, une vision holistique des milieux aquatiques s'impose, ce qui milite en faveur d'actions de restauration dans les PCE. De nombreuses études montrent qu'une complexité physique des cours d'eau permet de soutenir des communautés de poissons avec une meilleure abondance, richesse et structure

que des cours d'eau chenalés (D'Ambrosio et collab., 2014; Frothingham et collab., 2001; Gravel, 2021; Rhoads et collab., 2003; Sanders et collab., 2020).

Dans le but de mieux orienter les travaux de restauration des PCE et TPCE et d'augmenter les chances de succès de ces derniers, il serait d'intérêt de mieux identifier les critères clés indiquant un bon potentiel de restauration, par exemple la prise en compte des processus fluviaux et la puissance spécifique des cours d'eau. Également, il serait intéressant de comparer l'effet des aspects suivants : (a) une bonne qualité physique du lit mineur, soit la partie du cours d'eau où l'écoulement s'effectue la majeure partie du temps (p. ex. : équilibre des formes et processus); (b) une ripisylve présente, offrant un couvert ombragé et des apports en bois; (c) une proportion suffisante d'occupation par les boisés et par les milieux humides dans le bassin-versant. Mais indépendamment de leur effet individuel, ces 3 aspects ressortent comme facteurs influant positivement le bon état de l'écosystème aquatique.

Conclusion

Contrairement aux préjugés courants, les PCE du paysage agricole soutiennent une biodiversité et une abondance élevées de poissons. Ces cours d'eau fournissent un habitat adapté à de nombreuses espèces, dont des espèces à statut précaire et d'intérêt sportif. Les données de pêche de la Montérégie montrent que l'état des communautés de poissons est influencé par l'occupation du sol. Les zones à forte occupation agricole et dépourvues de boisés présentaient les pires intégrités biotiques, alors que les communautés de poissons demeuraient en relativement bonne condition dans les secteurs où l'occupation boisée était plus importante, telle qu'en amont du bassin-versant de la rivière Châteauguay. Dans les cours d'eau dégradés par les chenalés, la restauration de la qualité physique du chenal favorise l'amélioration de l'état des communautés de poissons. Par la proportion du réseau hydrographique qu'ils représentent, les PCE sont des milieux à prendre en compte dans les efforts de restauration visant le maintien du bon état de l'écosystème aquatique. En outre, les zones humides alluviales des PCE, et notamment celles à proximité des grands affluents, se sont avérées particulièrement riches en biodiversité, ce qui souligne qu'elles doivent demeurer des sites prioritaires de conservation et de restauration. Mais notre compréhension des écosystèmes aquatiques est à l'heure actuelle limitée par le peu de données sur les poissons des PCE en raison de l'absence de suivis normalisés. L'implantation de tels suivis pourrait faciliter les analyses dans le futur et guider les décisions de gestion en matière de préservation de l'écosystème aquatique. L'amélioration de la résilience des PCE apparaît d'autant plus primordiale considérant les effets des changements climatiques sur l'écosystème aquatique.

Remerciements

Cette analyse n'aurait pas été possible sans le concours des biologistes et techniciens de la faune qui ont procédé aux travaux de terrain et colligé les informations au fil du temps. L'analyse des données de pêche a été rendue possible grâce au financement du MELCCFP et du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (subvention Découverte, P. Biron). Nous remercions les experts scientifiques qui ont commenté le manuscrit dans le cadre du processus de révision par les pairs, ainsi que l'équipe du *Naturaliste canadien* pour le travail de vérification technique, de révision linguistique et d'édition. ◀

Références

- BARBOUR, M.T., J. GERRITSEN, B.D. SNYDER et J.B. STRIBLING, 1999. Rapid bioassessment protocols for use in wadeable streams and rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, 2^e édition. EPA 841-B-99-002, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC.
- BEAULIEU, R., 2001. Historique des travaux de drainage au Québec et état du réseau hydrographique. Colloque régional sur les cours d'eau, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Direction régionale de la Montérégie, secteur ouest, 9 p.
- BENTRUP, G., 2008. Zones tampons de conservation : lignes directrices pour l'aménagement de zones tampons, de corridors boisés et de trames vertes. General Technical Report SRS-109, Asheville, NC, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 115 p. [GTR-SRS-109_French.pdf](https://www.nrs.fs.fed.us/gtr/gtr_documents/SRS-109_French.pdf) (usda.gov).
- D'AMBROSIO, J.L., L.R. WILLIAMS, M.G. WILLIAMS, J.D. WITTER et A.W. WARD, 2014. Geomorphology, habitat, and spatial location influences on fish and macroinvertebrate communities in modified channels of an agriculturally-dominated watershed in Ohio, USA. *Ecological Engineering*, 68 : 32-46.
- DAVIS, W.S., B.D. SNYDER, J.B. STRIBLING et C. STUGHTON, 1996. Summary of state biological assessment programs for streams and wadeable rivers. EPA 230-R-96-007. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Policy, Planning, and Evaluation, Washington, DC.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2013. Quand l'habitat est-il suffisant? 3^e édition. Environnement Canada, Toronto, Ont. <https://www.publications.gc.ca/site/fra/9.685600/publication.html>.
- FROTHINGHAM, K.M., B.L. RHOADS et E.E. HERRICKS, 2001. Stream geomorphology and fish community structure in channelized and meandering reaches of an agricultural stream. Dans : DORAVA, J.M., D.R. MONTGOMERY, B.B. PALCSAK et F.A. FITZPATRICK (édit.). *Geomorphic Processes and Riverine Habitat*. Water Science and Application, vol. 4. American Geophysical Union, p. 105-117.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2019. Utilisation du territoire 2019 FGDB – Données Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/utilisation-du-territoire/resource/1136fa60-ec2b-49d5-9d4e-7b163fbaebf1>.
- GRAVEL, R., 2021. Communautés ichthyologiques des petits cours d'eau de la Montérégie et leur réponse à différents types d'interventions à des fins de drainage agricole. Rapport technique, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Disponible en ligne à : https://mffp.gouv.qc.ca/documents/faune/RA_Cours-eau-Monteregie-drainage-agricole.pdf.
- HEATHERLY, T., M.R. WHILES, T.V. ROYER et M.B. DAVID, 2007. Relationships between water quality, habitat quality, and macroinvertebrate assemblages in Illinois streams. *Journal of Environmental Quality*, 36 (6) : 1653-1660. <https://doi.org/10.2134/jeq2006.0521>.
- HUGHES, R.M., A.T. HERLIHY et P.R. KAUFMANN, 2010. An evaluation of qualitative indexes of physical habitat applied to agricultural streams in ten U.S. States. *Journal of the American Water Resources Association*, 46 (4) : 792-806. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2010.00455.x>.

- JUNK, W.J., M. BRO, I.C. CAMPBELL, M. FINLAYSON, B. GOPAL, L. RAMBERG et B.G. WARNER, 2006. The comparative biodiversity of seven globally important wetlands: A synthesis. *Aquatic Sciences*, 68: 400-414. <https://doi.org/10.1007/s00027-006-0856-z>.
- KARR, J.R., K.D. FAUSCH, P.L. ANGERMEIER, P.R. YANT et I.J. SCHLOSSER, 1986. Assessing biological integrity in running waters: A method and its rationale. *Illinois Natural History Survey Special Publication 5*, Champaign, IL, 28 p.
- KARR, J.R., 1991. Biological integrity: A long-neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications*, 1 (1): 66-84. <https://doi.org/10.2307/1941848>.
- LANE, C.R., I.F. CREED, H.E. GOLDEN, S.G. LEIBOWITZ, D.M. MUSHET, M.C. RAINS et M.K. VANDERHOOF, 2022. Vulnerable waters are essential to watershed resilience. *Ecosystems*, 26: 1-28.
- LAU, J.K., T.E. LAUER et M.L. WEINMAN, 2006. Impacts of channelization on stream habitats and associated fish assemblages in East Central Indiana. *The American Midland Naturalist*, 156 (2): 319-330. [http://dx.doi.org/10.1674/0003-0031\(2006\)156\[319:iocosh\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1674/0003-0031(2006)156[319:iocosh]2.0.co;2).
- LA VIOLETTE, N., 1999. Le bassin de la rivière Yamaska: les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu. Section 6. Dans: MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT (édit.). *Le bassin de la rivière Yamaska: état de l'écosystème aquatique – 1998*. Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14. Disponible en ligne à: <https://archives.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/prod-porcine/documents/BIO20-Chapi6-6-1-6-70.pdf>.
- [MAPAQ] MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC, 2014. Portrait agroalimentaire de la Montérégie, Directions régionales de la Montérégie, secteurs est et ouest, 12 p.
- MINGELBIER, M., Y. PARADIS, P. BRODEUR, V. DE LA CHENELIÈRE, F. LECOMTE, D. HATIN et G. VERREAULT, 2016. Gestion des poissons d'eau douce et migrateurs dans le Saint-Laurent: mandats, enjeux et perspectives. *Le Naturaliste canadien*, 140(2): 74-90. <https://doi.org/10.7202/1036506ar>.
- MORRIS, E.K., T. CARUSO, F. BUSCOT, M. FISCHER, C. HANCOCK, T.S. MAIER, T. MEINERS, 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 (18): 3514-3524. <https://doi.org/10.1002/ece3.1155>.
- [MPCA] MINNESOTA POLLUTION CONTROL AGENCY, 2014. Development of a fish-based Index of Biological Integrity for assessment of Minnesota's rivers and streams. Document n° wq-bsm2-03, Minnesota Pollution Control Agency, Environmental Analysis and Outcomes Division, St. Paul, MN, 36 p. + 4 ann.
- [Ohio EPA] OHIO ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2012. Field evaluation manual for Ohio's primary headwater habitat streams, Version 3.0. Ohio Environmental Protection Agency, Division of Surface Water, Columbus, OH, 117 p. *Microsoft Word - PHWHManual_2011_Ver_3.0_12-22-11.docx (ohio.gov)*.
- PETSCH, D.K., S.A. BLOWES, A.S. MELO et J.M. CHASE, 2021. A synthesis of land use impacts on stream biodiversity across metrics and scales. *Ecology*, 102 (11): e3498. <https://doi.org/10.1002/ecy.3498>.
- RHOADS, B.L., J.S. SCHWARTZ et S. PORTER, 2003. Stream geomorphology, bank vegetation, and three-dimensional habitat hydraulics for fish in Midwestern agricultural streams. *Water Resources Research*, 39 (8): 1218. <https://doi.org/10.1029/2003WR002294>.
- RICHARD, Y. et I. GIROUX, 2004. Impact de l'agriculture sur les communautés benthiques et piscicoles du ruisseau Saint-Georges (Québec, Canada). Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n° ENV/2004/0226, collection n° QE/148, 28 p. + 2 ann. *Impact de l'agriculture sur l'intégrité écosystémique d'un petit cours d'eau: le ruisseau Saint-Georges (Québec, Canada) (gouv.qc.ca)*.
- ROUSSEAU, Y. et P.M. BIRON, 2009. Geomorphological impacts of channel straightening in an agricultural watershed, Southwestern Québec. *The Northeastern Geographer*, 1: 91-113.
- RUIZ, J., 2019. Modernisation de l'agriculture et occupation des terres agricoles au Québec (1951-2011). *Cahiers de géographie du Québec*, 63 (179-180): 213.
- SAINT-JACQUES, N., 1998. Le bassin de la rivière Richelieu: les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu, section 5. Dans: MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (édit.). *Le bassin versant de la rivière Richelieu: l'état de l'écosystème aquatique – 1995*. Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN980604, rapport n° EA-13, section 5, 42 p. + 11 ann. [BIO19 \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca).
- SAINT-JACQUES, N. et Y. RICHARD, 2002. Le bassin de la rivière Saint-Maurice: les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec, envirodoq n° ENV/2002/0293, rapport n° EA/2002-04, 75 p. + 10 ann. [Microsoft Word - Richard version finale_03-10-02_.doc \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca).
- SANDERS, K.E., P.C. SMILEY, R.B. GILLESPIE, K.W. KING, D.R. SMITH et E.A. PAPPAS, 2020. Conservation implications of fish-habitat relationships in channelized agricultural headwater streams. *Journal of Environmental Quality*, 49 (6): 1585-1598. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20137>.
- SCHLOSSER, I.J., 1991. Stream fish ecology: A landscape perspective. *BioScience*, 41 (10): 704-712.
- SIMONEAU, M., 2007. État de l'écosystème aquatique du bassin versant de la rivière Châteauguay: faits saillants 2001-2004. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-50193-0 (PDF), 16 p. *État de l'écosystème aquatique - Bassin versant de la rivière Châteauguay (gouv.qc.ca)*.
- SPELLERBERG, I.F., 2008. Shannon–Wiener Index. *Encyclopedia of Ecology*, 3249-3252. <https://doi.org/10.1016/b978-008045405-4.00132-4>.
- STEWART, J.S., L. WANG, J. LYONS, J.A. HORWATICH et R. BANNERMAN, 2001. Influences of watershed, riparian-corridor, and reach-scale characteristics on aquatic biota in agricultural watersheds. *Journal of the American Water Resources Association*, 37: 1475-1487.
- THÉBERGE, M. et C. CÔTÉ, 2008. Développement de l'indice d'intégrité biotique pour le ruisseau Bibeau, été 2007. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune de Laval-Lanaudière-Laurentides, 35 p. + 9 ann.
- TÓTH, R., I. CZEGLÉDI, B. KERN et T. ERŐS, 2019. Land use effects in riverscapes: Diversity and environmental drivers of stream fish communities in protected, agricultural and urban landscapes. *Ecological Indicators*, 101: 742-748. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.063>.
- VADAS, R.L., R.M. HUGHES, Y.J. BAE, M.J. BAEK, O.C. GONZÁLEZ, M. COLLISTO, D.R. DE CARVALHO, K. CHEN, M.T. FERREIRA, P. FIERRO, J.S. HARDING, D.M. INFANTE, C.J. KLEYNHANS, D.R. MACEDO, I. MARTINS, N. MERCADO-SILVA, N. MOYA, S.J. NICHOLS, P.S. POMPEU, R. RUARO et C. YODER, 2022. Assemblage-based biomonitoring of aquatic ecosystem health via multimetric indices: A critical review and suggestions for improving their applicability. *Water Biology and Security*, 1 (3): 100054. <https://doi.org/10.1016/j.watbs.2022.100054>.
- WANG, L., J. LYONS, P. KANEHL et R. GATTI, 1997. Influences of watershed land use on habitat quality and biotic integrity in Wisconsin streams. *Fisheries*, 22 (6): 6-12. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1997\)022<0006:LOWLUO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1997)022<0006:LOWLUO>2.0.CO;2).
- WASSON, J.G., J.R. MALAVOI, L. MARIDET, Y. SOUCHON et L. PAULIN, 1995. Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Rapport de recherche de l'IRSTEA, 158 p. (hal-02574026).
- WICHERT, G.A. et D.J. RAPPORT, 1998. Fish community structure as a measure of degradation and rehabilitation of riparian systems in an agricultural drainage basin. *Environmental Management*, 22: 425-443. <https://doi.org/10.1007/s002679900117>.

Annexe. Liste des espèces de poissons capturées dans les petits cours d'eau en Montérégie avant et après 1990, précisant le nom vernaculaire, le nom latin, le groupe trophique, le niveau de tolérance à la pollution, le statut de précarité selon la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* du Québec (R.L.R.Q., chapitre E-12.01) (LEMV; M: menacé, V: vulnérable), l'intérêt pour la pêche sportive et le caractère exotique, le cas échéant (sources d'informations: Mingelbier et collab., 2016; MPCA, 2014).

Nom vernaculaire	Nom latin	Groupe trophique	Tolérance à la pollution	Statut LEMV	Intérêt sportif	Exotique	< 1990	> 1990
Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	Piscivore	Tolérant		x		x	x
Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>	Piscivore	Intermédiaire		x		x	x
Alose à gésier	<i>Dorosoma cepedianum</i>	Omnivore	Intermédiaire			x	x	
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	Omnivore	Intermédiaire				x	x
Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	Omnivore	Tolérant		x		x	x
Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>	Omnivore	Intermédiaire		x			x
Baret	<i>Morone americana</i>	Omnivore	Intermédiaire		x		x	x
Bec-de-lièvre	<i>Exoglossum maxilligua</i>	Herbivore	Intolérant				x	x
Brochet d'Amérique	<i>Esox americanus americanus</i>	Piscivore	Intermédiaire				x	x
Brochet maillé	<i>Esox niger</i>	Piscivore	Tolérant				x	
Brochet vermiculé	<i>Esox americanus vermiculatus</i>	Piscivore	Intermédiaire	V (2023)			x	
Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	Omnivore	Tolérant		x	x	x	x
Chabot tacheté	<i>Cottus bairdii</i>	Insectivore benthique	Intolérant				x	
Chabot visqueux	<i>Cottus cognatus</i>	Insectivore benthique	Intolérant					x
Chat-fou brun	<i>Noturus gyrinus</i>	Insectivore benthique	Intolérant				x	x
Chat-fou des rapides	<i>Noturus flavus</i>	Insectivore benthique	Intolérant	V (2023)			x	x
Chevalier blanc	<i>Moxostoma anisurum</i>	Insectivore benthique	Intolérant				x	x
Chevalier de rivière	<i>Moxostoma carinatum</i>	Insectivore benthique	Intolérant	V				x
Chevalier jaune	<i>Moxostoma valenciennesi</i>	Insectivore benthique	Intolérant				x	x
Chevalier rouge	<i>Moxostoma macrolepidotum</i>	Insectivore benthique	Intermédiaire				x	x
Couette	<i>Carpiodes cyprinus</i>	Omnivore	Intermédiaire				x	
Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	Insectivore	Tolérant					x
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	Omnivore	Intermédiaire		x		x	x
Crapet du Nord	<i>Lepomis peltastes</i>	Omnivore	Intolérant				x	
Crapet vert	<i>Lepomis cyanellus</i>	Omnivore	Tolérant			x		x
Crapet-soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	Insectivore	Intermédiaire		x		x	x
Crayon d'argent	<i>Labidesthes sicculus</i>	Insectivore	Intermédiaire				x	x
Dard à ventre jaune	<i>Etheostoma exile</i>	Insectivore benthique	Intermédiaire				x	x
Dard barré	<i>Etheostoma flabellare</i>	Insectivore benthique	Intolérant				x	x
Dard de sable	<i>Ammocrypta pellucida</i>	Insectivore	Intolérant	M				x
Doré jaune	<i>Sander vitreus</i>	Piscivore	Intermédiaire		x		x	x
Doré noir	<i>Sander canadensis</i>	Piscivore	Intermédiaire		x		x	
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>	Planctivore	Intermédiaire		x		x	x
Épinoche à cinq épines	<i>Culaea inconstans</i>	Insectivore	Tolérant				x	x
Épinoche à trois épines	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Insectivore	Intermédiaire				x	x

Annexe. Liste des espèces de poissons capturées dans les petits cours d'eau en Montérégie avant et après 1990, précisant le nom vernaculaire, le nom latin, le groupe trophique, le niveau de tolérance à la pollution, le statut de précarité selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec (R.L.R.Q., chapitre E-12.01) (LEMV; M: menacé, V: vulnérable), l'intérêt pour la pêche sportive et le caractère exotique, le cas échéant (sources d'informations: Mingelbier et collab., 2016; MPCA, 2014). (SUITE)

Nom vernaculaire	Nom latin	Groupe trophique	Tolérance à la pollution	Statut LEMV	Intérêt sportif	Exotique	< 1990	> 1990
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	Insectivore	Tolérant				x	x
Fouille-roche gris	<i>Percina copelandi</i>	Insectivore benthique	Intolérant	V				x
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	Insectivore benthique	Intermédiaire				x	x
Gaspereau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	Insectivore	Intermédiaire				x	
Gobie à taches noires	<i>Neogobius melanostomus</i>	Omnivore	Tolérant			x		x
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	Piscivore	Intermédiaire		x		x	x
Grand corégone	<i>Coregonus clupeaformis</i>	Insectivore	Intermédiaire		x			x
Lamproie argentée	<i>Ichthyomyzon unicuspis</i>	Parasite	Intolérant					x
Lamproie de l'Est	<i>Lampetra appendix</i>	Filtreur	Intolérant				x	x
Lamproie du Nord	<i>Ichthyomyzon fossor</i>	Filtreur	Intolérant	M				x
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	Parasite	Intermédiaire				x	
Laquaiche argentée	<i>Hiodon tergisus</i>	Insectivore	Intolérant		x		x	x
Lépisosté osseux	<i>Lepisosteus osseus</i>	Piscivore	Intermédiaire				x	
Lotte	<i>Lota lota</i>	Piscivore	Intermédiaire		x		x	x
Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	Omnivore	Intermédiaire		x		x	x
Maskinongé	<i>Esox masquinongy</i>	Piscivore	Intermédiaire		x		x	x
Méné à grosse tête	<i>Pimephales promelas</i>	Omnivore	Tolérant				x	x
Méné à menton noir	<i>Notropis heterodon</i>	Insectivore	Intolérant				x	x
Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	Omnivore	Tolérant				x	x
Méné à museau noir	<i>Notropis heterolepis</i>	Insectivore	Intolérant				x	x
Méné à nageoires rouges	<i>Luxilus cornutus</i>	Insectivore	Intermédiaire				x	x
Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	Insectivore	Intermédiaire				x	x
Méné d'argent	<i>Hybognathus regius</i>	Herbivore	Intermédiaire				x	x
Méné d'herbe	<i>Notropis bifrenatus</i>	Insectivore	Intolérant	V			x	x
Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>	Insectivore	Intermédiaire				x	x
Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	Omnivore	Tolérant				x	x
Méné laiton	<i>Hybognathus hankinsoni</i>	Herbivore	Intermédiaire				x	x
Méné paille	<i>Notropis stramineus</i>	Insectivore	Intermédiaire					x
Méné pâle	<i>Notropis volucellus</i>	Insectivore	Intolérant				x	x
Méné ventre citron	<i>Chrosomus neogaeus</i>	Insectivore	Tolérant				x	x
Méné ventre rouge du Nord	<i>Chrosomus eos</i>	Omnivore	Intermédiaire					x
Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	Omnivore	Tolérant				x	x
Meunier rouge	<i>Catostomus catostomus</i>	Omnivore	Intermédiaire		x		x	x
Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	Omnivore	Tolérant				x	x
Mulet perlé	<i>Margariscus margarita</i>	Insectivore	Tolérant				x	x
Naseux des rapides	<i>Rhinichthys cataractae</i>	Insectivore benthique	Intermédiaire				x	x
Naseux noir de l'Est	<i>Rhinichthys atratulus</i>	Insectivore	Tolérant				x	x

Annexe. Liste des espèces de poissons capturées dans les petits cours d'eau en Montérégie avant et après 1990, précisant le nom vernaculaire, le nom latin, le groupe trophique, le niveau de tolérance à la pollution, le statut de précarité selon la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* du Québec (R.L.R.Q., chapitre E-12.01) (LEMV; M: menacé, V: vulnérable), l'intérêt pour la pêche sportive et le caractère exotique, le cas échéant (sources d'informations: Mingelbier et collab., 2016; MPCA, 2014). (SUITE)

Nom vernaculaire	Nom latin	Groupe trophique	Tolérance à la pollution	Statut LEMV	Intérêt sportif	Exotique	< 1990	> 1990
Omble de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Omnivore	Intolérant		x		x	x
Omisco	<i>Percopsis omiscomaycus</i>	Insectivore benthique	Intermédiaire				x	x
Ouitouche	<i>Semotilus corporalis</i>	Omnivore	Intermédiaire				x	x
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	Omnivore	Intermédiaire		x		x	x
Poisson-castor	<i>Amia calva</i>	Piscivore	Intermédiaire				x	x
Queue à tache noire	<i>Notropis hudsonius</i>	Insectivore	Intermédiaire				x	x
Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedi</i>	Insectivore benthique	Tolérant				x	x
Raseux-de-terre noir	<i>Etheostoma nigrum</i>	Insectivore benthique	Intermédiaire					x
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	Omnivore	Tolérant			x	x	x
Tête rose	<i>Notropis rubellus</i>	Insectivore	Intolérant				x	x
Truite arc-en-ciel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Omnivore	Intermédiaire		x	x		x
Truite brune	<i>Salmo trutta</i>	Omnivore	Intolérant		x		x	x
Umbre de vase	<i>Umbra limi</i>	Insectivore	Tolérant				x	x



© Jean-Simon Bégin

Faunique depuis 40 ans!

Célébrons ensemble 40 ans d'actions concrètes pour la conservation de la faune et de son habitat.

> Faites un don aujourd'hui : fondationdelafaune.qc.ca



iA
Gestion privée de patrimoine^{MC}

Gervais Comeau Conseiller en placement
 gervais.comeau@iagestionprivee.ca · gervaiscomeau.com

iagestionprivee.ca



Yvan Bedard
 PHOTONATURE

Ph.D. Prof. émérite
 Neuville, Qc
 Canada G0A 2R0
 1-418-561-7046

yvan_bedard@hotmail.com
 PHOTOS-LICENCES-COURS-CONSEILS
<http://yvanbedardphotonature.com>